

Deteksi Tingkat Osteoporosis Pada Vertebra Spinalis Menggunakan Index-Singh

Muhammad Sadikin¹, Imamul Muttakin¹, Siswo Wardoyo¹, Teguh Firmansyah¹, Ibrahim Nawawi²

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jenderal Sudirman KM 03 Cilegon, Banten, 42435

²T. Elektro, Universitas Tidar Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Jawa Tengah 56116

email: kenteam99@yahoo.com, imamul@untirta.ac.id, siswo@untirta.ac.id, teguh.firmansyah1@gmail.com, ibrahim_nw@untidar.ac.id

Abstrak—Untuk mendeteksi tingkat osteoporosis biasanya dipergunakan perangkat Dual Energi X-Ray Absorptiometri (DEXA). Akan tetapi, karena harga dan biaya operasionalnya yang tinggi, maka perangkat DEXA sangat jarang dipergunakan. Untuk memberikan solusi tersebut maka pada penelitian ini dilakukan kuantisasi data dengan bantuan aplikasi perangkat lunak komputer, yang berupa algoritma pengolahan citra digital untuk meningkatkan kualitas citra (Image Enhancement), konvolusi dua dimensi, penghalusan, dan penajaman citra, serta deteksi tepian pada trabekula sinar x-ray vertebra spinal. Hasil dari penelitian ini menunjukkan metode Index Singh pada citra x-ray vertebra spinalis dapat digunakan untuk pengurutan dan pengelompokan pixel putih dalam deteksi tingkat osteoporosis. Jumlah pixel putih pada perhitungan berdasarkan luas kolom dan baris area merupakan dari jumlah kerapatan atau kepadatan dari massa tulang vertebra spinalis. Dari 50 sampel uji citra x-ray pixel putih tertinggi adalah 7.983 pixel dan pixel putih terendah adalah 5.410 pixel.

Kata Kunci : osteoporosis, pengolahan citra, vertebra spinal

I. PENDAHULUAN

Osteoporosis merupakan gangguan atau penyakit pada tulang, dimana densitas atau kepadatan tulang berkurang atau menurun[1]. Penyebab osteoporosis adalah adanya gangguan metabolisme tulang[2]. Densitas ini menurun akibat berkurangnya kadar deposit kalsium dalam tulang dan menurunnya protein tulang. Akibat nyata dari osteoporosis adalah jaringan tulang semakin tipis dan rapuh serta mudah terkena fraktur (patah tulang)[3]. Umumnya osteoporosis menyerang jenis tulang panjang, tulang belakang, dan tulang panggul.

Osteoporosis dikatakan sebagai *silent disease*[2], [4], atau penyakit sunyi karena tidak menimbulkan gejala yang langsung dirasakan oleh seseorang yang mungkin terkena osteoporosis. Penyakit ini baru akan

terdeteksi saat pemeriksaan densitas tulang. Osteoporosis lebih banyak terjadi pada orang lanjut usia karena jaringan tulang akan semakin berkurang seiring dengan proses penuaan. Khusus pada wanita jaringan tulang akan berkurang cepat dan banyak pada saat usia menopause akibat menurunnya kadar hormon estrogen, sedangkan pada pria jaringan tulang akan banyak berkurang pada usia sekitar 60 tahun ke atas.

Menurut *World Health Organization* (WHO) menyatakan hingga saat ini sekitar 200 juta orang menderita osteoporosis dan seluruh dunia dan akan semakin berlipat jumlahnya di tahun-tahun berikutnya. Di Indonesia pada tahun 2006, Departemen Kesehatan RI menyatakan bahwa proporsi masyarakat Indonesia yang beresiko mengalami sebesar 19,7% dan terus meningkat seiring bertambahnya jumlah lansia di tahun-tahun berikutnya[5]. Depkes RI menyatakan bahwa dua dari lima orang di Indonesia beresiko terkena osteoporosis. Yayasan Osteoporosis Internasional juga memberi pernyataan bahwa satu dari tiga perempuan dan satu dari lima pria beresiko terkena osteoporosis. Pada wanita Indonesia, risiko terkena osteoporosis sebesar 23% di usia 50-80 tahun dan akan meningkat menjadi 53% pada usia 70-80 tahun, angka ini termasuk tinggi bila di bandingkan negara lain benua Asia.

Sistem deteksi tingkat osteoporosis ini menggunakan citra hasil X-ray (Radiologi) yaitu dilakukan perancangan perangkat lunak dengan menggunakan algoritma *Index Singh-Statistical* sebagai penentuan tingkat osteoporosis[3]. Nilai pada *Index Singh* ini akan berkorelasi dengan nilai persentase warna putih terhadap warna hitam pada saat penentuan *region of interest* (ROI) sehingga nilai ini dapat digunakan untuk menghitung *Index Singh* pada data[6].

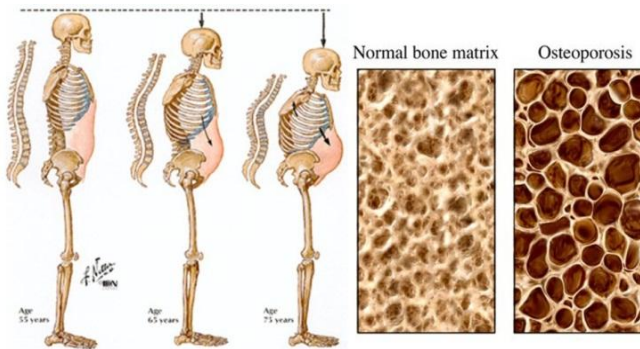
Pada penelitian ini dilakukan kuantisasi data dengan bantuan aplikasi perangkat lunak komputer, yang berupa algoritma pengolahan citra digital untuk meningkatkan kualitas citra (*Image Enhancement*), konvolusi dua dimensi, penghalusan, dan penajaman citra, serta deteksi tepian.

II. STUDI PUSTAKA

A. Osteoporosis

Osteoporosis adalah penyakit tulang yang ditandai menurunnya massa tulang (kepadatan tulang) akibat ketidakmampuan tubuh dalam mengatur kandungan mineral dalam tulang[2] sehingga tulang menjadi rapuh dan patah. Tulang terdiri dari mineral-mineral seperti kalsium dan fosfat, sehingga tulang menjadi keras dan padat. Dengan berkurangnya kandungan zat tersebut yang disertai perubahan mikro arsitektur tulang dan penurunan kualitas jaringan tulang yang dapat menimbulkan kerapuhan tulang, sehingga tulang mudah retak atau bahkan patah tulang.

Patah tulang yang sering terjadi adalah pada pergelangan tangan, tulang belakang, serta tulang panggul[7]. Untuk mempertahankan kepadatan tulang, tubuh memerlukan persediaan kalsium dan mineral lainnya yang memadai, dan harus menghasilkan hormon dalam jumlah yang mencukupi (hormon paratiroid, hormon pertumbuhan, klasonin, esterogen pada wanita dan testosteron pada pria).



Gambar 1. Penderita osteoporosis

Persediaan vitamin D yang diperlukan untuk menyerap kalsium dari makanan dan memasukan kedalam tulang. Secara progresif, tulang meningkatkan kepadatan sampai tercapai kepadatan maksimal (sekitar usia 30 tahun). Setelah itu kepadatan tulang akan berkurang secara perlahan. Jika tubuh tidak mampu mengatur kandungan mineral dalam tulang maka tulang menjadi kurang padat dan lebih rapuh, sehingga terjadilah osteoporosis[4].

Osteoporosis primer merupakan bentuk yang lebih sering didapatkan dan dikarenakan hilangnya massa tulang yang berhubungan dengan faktor usia[1]. Osteoporosis sekunder diakibatkan oleh adanya penyakit atau keadaan-keadaan yang merupakan faktor predisposisi hilangnya massa tulang[8]. Osteoporosis sekunder terjadi dalam rasio yang sama antara pria dan wanita dan tidak tergantung pada usia. 30-40% kasus penyebabnya tidak dapat diketahui. Osteoporosis sekunder ini mengakibatkan 40% dari fraktur akibat osteoporosis[1]. Berbagai keadaan dapat mengakibatkan osteoporosis sekunder seperti ketidakseimbangan

hormonal (misalnya sindroma Cushing), keganasan (misalnya mieloma multipel), gangguan gastrointestinal (malabsorpsi), obat-obatan (kortikosteroid, kemoterapi), gagal ginjal kronik, hipertiroidisme, hipogonadisme pada pria, imobilisasi, osteogenesis imperfekta, rheumatoid arthritis dan gangguan nutrisi.

B. Vertebra Spinalis

Kolumna vertebralis atau rangkaian tulang belakang adalah sebuah struktur lentur yang dibentuk oleh sejumlah tulang yang disebut vertebra atau tulang belakang. Diantara tiap dua ruas pada tulang belakang terdapat bantalan tulang rawan. Panjang rangkaian tulang belakang pada orang dewasa mencapai 57 sampai 67 cm. Seluruhnya terdapat 33 ruas tulang, 24 buah diantaranya adalah tulang-tulang terpisah dan 9 ruas sisanya bergabung membentuk 2 tulang.

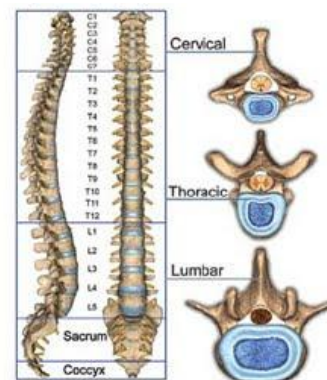
Vertebra dikelompokkan dan dinamai sesuai dengan daerah yang di tempatinya.

- 7 vertebra servikal atau ruas tulang bagian leher membentuk daerah tengkuk
- 12 vertebra thorakalis atau ruas tulang punggung membentuk bagian belakang thorak atau dada
- 5 vertebra lumbalis atau ruas tulang punggung pinggang membentuk daerah lumbal atau pinggang
- 5 vertebra sakralis atau ruas tulang belakang membentuk sakrum atau tulang kelangkang
- 4 vertebra koksigeus atau ruas tulang ekor membentuk tulang koksigeus atau tulang ekor.

Pada tulang leher, punggung dan pinggang ruas-ruasnya tetap tinggal jelas terpisah selama hidup dan disebut ruas yang dapat bergerak. Ruas-ruas pada daerah bawah, sacrum dan koksoigeus. Pada masa dewasa bersatu membentuk dua tulang. Ini disebut ruas-ruas tak bergerak.

C. Index Singh

Singh dan kawan-kawan telah membuat suatu klasifikasi tingkat osteoporosis dengan melihat perubahan pola trabekula pada foto sinar X dari femur proksimal.



Gambar 2. Spine anatomy

Deteksi Tingkat Osteoporosis Pada Vertebra Spinalis Menggunakan Index-Singh

Singh membagi perubahan pola trabekula proksimal femur menjadi 6 tingkat[6], [9].

- Grade 6 : semua kelompok trabekula terlihat jelas.
- Grade 5 : kelompok trabekula kompresi sekunder terlihat tidak jelas.
- Grade 4 : kelompok trabekula kompresi sekunder telah menghilang.
- Grade 3 : trabekula tensile hanya terlihat jelas di bagian atas leher femur.
- Grade 2 : hanya trabekula kompresi primer yang terlihat jelas.
- Grade 1 : trabekula kompresi primer sangat berkurang jumlahnya dan tidak jelas.

III. METODOLOGI PENELITIAN

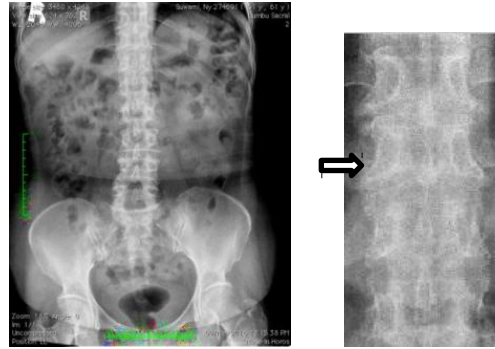
A. Sampel Penelitian

Citra masukan merupakan citra x-ray dari osteoporosis *vertebra spinalis* yang diperoleh dari sebuah alat pesawat sinar-X dengan nama merk Shimadzu tipe RADSPEED yang ditangkap pada bagian tulang belakang (*vertebra spinalis*) yang menghasilkan file foto x-ray kedalam bentuk format *Joint Photographic Group (JPG)* dengan resolusi sebesar 624×762 pixel dari RS. Ortopedi Prof. Dr. Soeharso Surakarta yang telah divalidasi. Sempel foto x-ray yang didapat sebanyak 50 foto x-ray dengan justifikasi 3 tulang normal, 29 tulang osteopenia, dan 18 osteoporosis, dengan usia tulang yang berbeda-beda.

B. Proses Cropping dan Resize

Proses *cropping* ini dilakukan pada citra x-ray dengan resolusi 624×762 pixel menjadi 126×234 pixel pada bagian *Region Of Interest (ROI)* citra tulangnya saja dengan memangkas tepi-tepi pada bagian citra x-ray, karena dalam hal ini akan mempermudah dalam penganalisaan sehingga pada proses perhitungan area hanya fokus terhadap objek yang ditentukan saja dan dapat mempermudah ukuran penyimpanan citra. Proses *cropping* pada citra foto x-ray dapat dilihat pada Gambar 3.

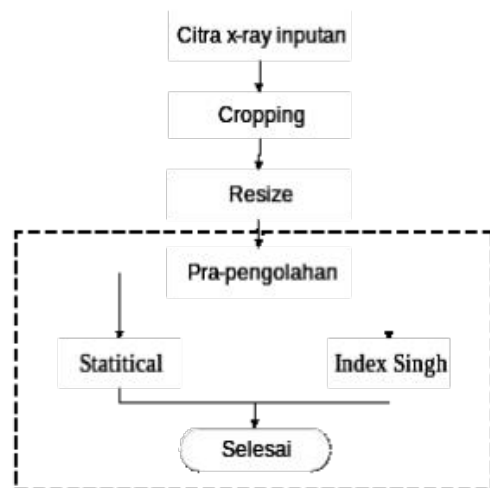
Output dari proses ini digunakan untuk proses *resize*, proses ini dilakukan untuk mengubah resolusi citra kedalam ukuran 127×127 pixel sehingga dimensi citra berukuran sama secara horizontal dan vertikal. Pada proses perubahan ukuran citra ini juga bertujuan untuk mengurangi beban kerja komputer agar waktu komputasinya lebih cepat.



Gambar 3. Proses *cropping*

C. Proses Deteksi Osteoporosis

Pada proses deteksi osteoporosis ini dilakukan secara dua tahap yaitu, adalah dengan pre-prosesing citra x-ray dan deteksi osteoporosis yang menggunakan kedalam metode *statistical-index singh*. Secara keseluruhan skema kerja dapat dilihat pada proses diagram blok Gambar 4 Diagram alir perancangan sistem.

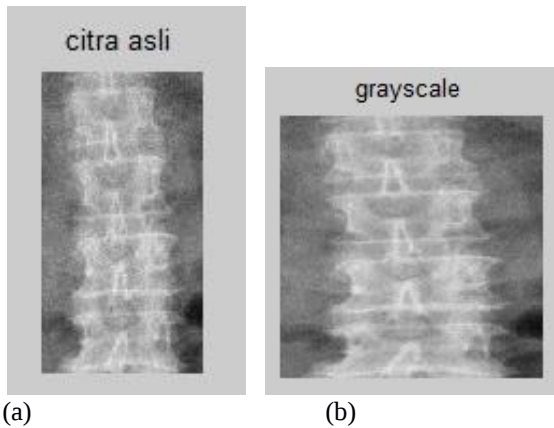


Gambar 4. Diagram alir perancangan sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

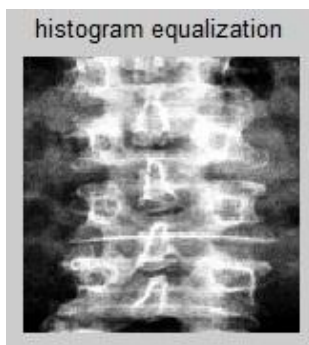
A. Hasil Pra-pengolahan

Sesuai Pada proses ini sebelumnya dilakukan *cropping* yang selanjutnya adalah *resize* citra dengan merubah ukuran menjadi 127×127 pixel yang kemudian masuk dalam proses pra-pengolahan pada penelitian ekstraksi *vertebra spinalis* adalah *grayscale* citra. *Grayscale* citra dilakukan terhadap citra asli.



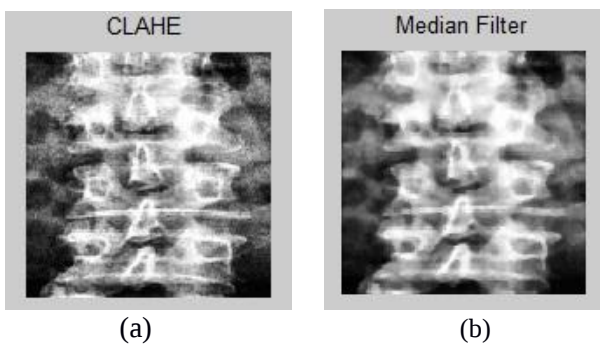
Gambar 5. (a) Citra x-ray asli sebagai input, (b) Proses citra hasil grayscale

Proses selanjutnya adalah *histogram equalization* hal ini dilakukan untuk pemetaan derajat keabuan citra x-ray vertebra spinalis berubah lebih merata sehingga setiap derajat keabuan memiliki jumlah pixel yang relatif sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 6. Hasil *histogram equalization* dari citra grayscale

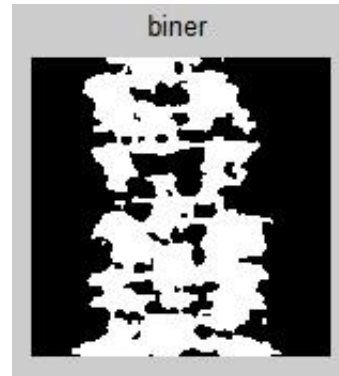
Setelah tahap *histogram equalization* proses pra-pengolahan selanjutnya adalah CLAHE ini bertujuan meningkatkan kontras pada citra, sehingga struktur tulang pada vertebra spinalis terlihat lebih jelas. Setelah proses sebelumnya CLAHE, kemudian masuk kedalam proses median filter yaitu, tahap ini bertujuan untuk mengurangi noise pada citra. Seperti pada Gambar 6.



Gambar 7. (a) Hasil dari CLAHE, (b) Hasil dari median filter

Proses pra-pengolahan selanjutnya adalah binerisasi pada citra vertebra spinalis karena pada

proses ini untuk mengidentifikasi keberadaan objek yang akan direpresentasikan sebagai *Region Of Interest (ROI)* dalam citra dan sebagai bentuk pemisahan antara warna hitam sebagai latar belakang (*background*) citra dan warna putih sebagai objeknya. Kemudian dilakukan operasi *thresholding* citra dimana pada proses ini merubah setiap *pixel* hanya dinyatakan dengan sebuah nilai dari dua kemungkinan yaitu 0 dan 1. Nilai 1 menyatakan *pixel* putih sedangkan nilai 0 menyatakan *pixel* hitam, yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 8. Citra hasil *thresholding*

B. Hasil Perhitungan Area Vertebra Spinalis

Pada tahap ini area yang akan dihitung adalah citra x-ray vertebra spinalis yang sebelumnya di *thresholding* kedalam bentuk citra hitam dan putih. Dengan perhitungan menggunakan kolom dan baris citra, yang setiap kolom dan baris pada *pixel* putih bernilai 1 dan dijumlahkan dalam total dari keseluruhan *pixel*.



Gambar 9. Area citra vertebra Spinalis yang akan dihitung

Terlihat pada Gambar 8 *pixel* putih bernilai 1 serta *pixel* hitam bernilai 0 merupakan sebuah proses dari perhitungan area pada kolom dan baris tersebut, maka hasil dari proses perhitungan area ini menghasilkan jumlah *pixel* yang sudah ditentukan masing-masing jumlah nilainya yang bisa dilihat pada Gambar 9. Gambar 9 juga menunjukkan nilai *Index Singh* dari proses *statistical* nilai *pixel* citra vertebra spinal yang sudah di olah.

Deteksi Tingkat Osteoporosis Pada Vertebra Spinalis Menggunakan Index-Singh

Pixels And Index Singh	
White Pixels	6083
Black Pixels	10047
Index Singh	1

Gambar 9. Hasil statistical index singh

Langkah tersebut dilakukan terus menerus terhadap semua citra yang digunakan sebagai sample penelitian ini. Hasil tersebut akan menunjukkan keberhasilan sistem secara keseluruhan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu deteksi osteoporosis menggunakan metode *blended Statistical-Index singh*, maka dapat diambil dari beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Hasil jumlah *pixel* putih pada perhitungan berdasarkan luas kolom dan baris area merupakan dari jumlah kerapatan atau kepadatan dari massa tulang vertebra spinalis.
2. Dari 50 sampel uji citra x-ray *pixel* putih tertinggi adalah 7.983 *pixel* dan *pixel* putih terendah adalah 5.410 *pixel*.
3. Hasil presentase dari nilai rata-rata *pixel* dengan *range* 33,54 % - 38, 85% kategori dari kelompok *index singh* 1 merupakan tulang osteoporosis, nilai rata-rata *pixel* antara *range* 39,20% - 44,76% kategori kelompok *index singh* dari *grade 2 – grade 5* merupakan tulang osteopenia, dan nilai rata-rata *pixel* antara *range* 45,49% - 49,49% kategori dari kelompok *index singh* 6 merupakan tulang normal.

PERNYATAAN

Penelitian ini dibiayai dengan: Dana DIPA Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penelitian Program Desentralisasi dengan Skim Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2017.

REFERENSI

- [1] Y. Syam, D. Noersasongko, and H. Sunaryo, "Fraktur Akibat Osteoporosis," *e-Clinic (eCl)*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2000.
- [2] Kementerian Kesehatan, *infodatin-osteoporosis.pdf*. Jakarta, 2015.
- [3] M. R. Syahputra, U. Sunarya, and E. Susatio, "Deteksi Osteoporosis Berbasis Analisis Tekstur dengan Menggunakan Android," Telkom University, 2014.
- [4] M. Ramadani, "Faktor-Faktor Resiko Osteoporosis dan Upaya Pencegahannya," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 4, no. 2, pp. 111–115, 2010.
- [5] Wiyono; Budi Nugroho; Siswo Wardoyo; Teguh Firmansyah, "Analisa Citra X-Ray Tulang Vertebra

Spinal Menggunakan Komparasi Pixel Biner Untuk Deteksi Osteoporosis," *NCIEE*, pp. 1–5, 2016.

- [6] V. C. M. Koot, S. M. M. J. Kesselaer, G. J. Clevers, and T. Weits, "Evaluation of The Singh Index For Measuring Osteoporosis," vol. 78, no. September, pp. 0–3, 1996.
- [7] C. Umam, "Deteksi Osteoporosis Dengan Metode Template Matching pada Citra Sinar Rontgen Tulang Panggul," Universitas Dian Nuswantoro Semarang, 2015.
- [8] H. Rosidi, "Hubungan Antara Gambaran Singh Index Dengan Umum Orang Makassar, Indonesia," Universitas Hasanuddin, 2007.
- [9] O. Hauschild, N. Ghanem, M. Oberst, T. Baumann, P. C. Kreuz, M. Langer, N. P. Suedkamp, and P. Niemeyer, "Evaluation of Singh index for assessment of osteoporosis using digital radiography," vol. 71, pp. 152–158, 2009.