

Segmentasi Radiografi Tangan Pasien Arthritis Rematoid Dengan Pendekatan *Branches Filtering*

Andrijani Sumarahinsih^{a,1,*}, Handono Kalim^{b,2}, Yuyun Yueniwati^{b,3}, Agus Naba^{b,4}

^a Universitas Merdeka Malang, Jalan Terusan Dieng No.62-64, Kota Malang, Indonesia

^b Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Ketawwangede, Kec. Lowokwaru, Malang, Indonesia

¹ andrijani.sumarahinsih@unmer.ac.id; ² hkalim333@gmail.com; ³ yyueniwati@yahoo.com, ⁴ anaba@ub.ac.id

* Penulis Koresponden

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

15-08-2022

15-11-2022

20-12-2022

Kata Kunci

Arthritis Reumatoid
Radiografi tangan
Branches Filtering
Segmentasi

ABSTRAK

Penelitian ini untuk kemungkinan mengotomatisasi penilaian kerusakan sendi radiografi tangan arthritis rematoid. Tujuan penelitian adalah merancang algoritma segmentasi untuk mendapatkan area yang merupakan obyek celah sendi. Penelitian ini telah mengumpulkan 46 gambar radiografi tangan. Perlakuan *preprocessing* citra dilakukan dengan menggunakan *threshold adaptif* dan konsep *morphological gradient*, kemudian dilakukan segmentasi dengan pendekatan *branches filtering*. Analisis berdasarkan tingkat akurasi, sensitivitas dan spesifisitas dibandingkan dengan segmentasi manual oleh para ahli. Hasil penelitian segmentasi yang didahului dengan *preprocessing* menghasilkan citra yang lebih baik dengan akurasi 96,413%, sensitivitas 72,121% dan spesifisitas 97,891% dalam persentase tertinggi.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](#).



1. Pendahuluan

Arthritis rematoid (AR) adalah penyakit inflamasi kronik yang menyebabkan nyeri, pembengkakan, kekakuan dan hilangnya fungsi sendi [1]. Penyakit ini biasanya mempengaruhi sendi, terutama di pergelangan tangan dan jari-jari. Radiografi adalah modalitas pencitraan yang paling banyak digunakan untuk mengukur kerusakan sendi pada AR dini [2]. Dua ciri radiografi utama yang digunakan untuk penilaian AR adalah erosi tulang dan penyempitan celah sendi [3].

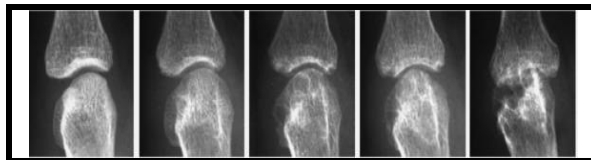
Teknik pencitraan telah memainkan peran penting dalam menilai perkembangan penyakit dan respon terhadap pengobatan AR selama bertahun-tahun. Hasil X-rays telah banyak digunakan bersama-sama dengan sistem penilaian yang dirancang untuk mengukur perkembangan penyakit dan respon terhadap pengobatan dengan melihat erosi tulang dan penyempitan ruang sendi [4]. Modalitas pencitraan digunakan dalam rematologi dengan tujuan untuk memberikan ukuran obyektif aktifitas/keparahan penyakit dengan menggunakan parameter kualitatif dan kuantitatif [5]. Modalitas

pencitraan yang optimal dalam AR menggambarkan diagnosis dini, pemantauan sensitif peradangan sendi dan kerusakan sendi, prediksi perjalanan penyakit, dan metode evaluasi dengan kehandalan yang tinggi [6].

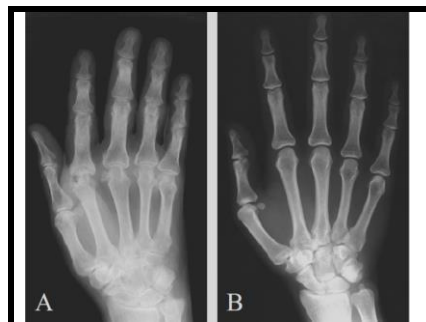
Penilaian radiografi tangan karena kerusakan sendi pada pasien RA oleh pengamat yang berbeda menghasilkan nilai yang bervariasi, karena berdasarkan perkiraan, diperlukan pengukuran yang berulang-ulang sehingga membutuhkan waktu yang lama, bukan karena kompleksitas, tetapi karena diperlukan nilai pengukuran yang presisi selama diagnosis [7]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibuat sebuah sistem berbasis komputer untuk analisis otomatis melalui segmentasi radiografi tangan karena kerusakan sendi.

1.1. Analisis Kerusakan Sendi pada Radiografi

Radiografi digunakan untuk mendukung diagnosis dan untuk memeriksa kemungkinan kerusakan sendi dan memperkirakan aktivitas penyakit dalam usaha untuk mengevaluasi efek pengobatan. Seringkali estimasi tersebut hanya didasarkan pada wawasan dan pengalaman. Ada minat yang tinggi untuk metode kuantifikasi yang tepat yang dapat digunakan untuk mengukur perkembangan dan aktivitas penyakit. Beberapa metode penilaian telah diusulkan untuk mengukur kerusakan sendi menggunakan radiografi [8].



Gambar 1. Serangkaian gambar radiografi sendi MCP kedua pasien dengan AR yang progresif (dari kiri ke kanan dengan interval sekitar dua tahun) [9].



Gambar 2. Radiografi A) menampilkan tangan dengan kerusakan sendi karena AR. Radiografi B) menampilkan tangan normal.

Metode penilaian lebih langsung untuk mengukur penyempitan celah sendi, sudah bisa terjadi pada tahap awal AR dan dihitung dengan mengukur perubahan jarak antara tulang-tulang sendi dari waktu ke waktu [10]. Jarak ini sering disebut sebagai lebar celah sendi.

1.2. Attribute Filtering

Atribut yang umumnya disertakan dalam perancangan komponen *tree* adalah intensitas, luasan, tinggi (atau *contrast*), dan volume. *Filtering* yang berbasis atribut-atribut tersebut dapat digunakan dalam menganalisa dan memproses *image*.

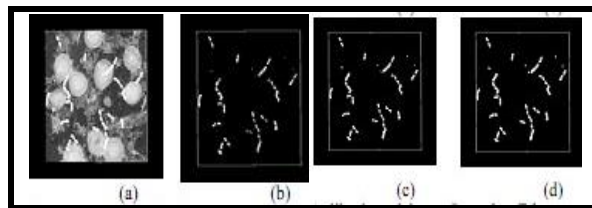
Attribute filtering didasarkan pada *connectivity opening* yang memandang sebuah obyek sebagai sekumpulan piksel (*connected component*). Metode ini mengkalkulasikan dan kemudian membandingkan sebuah atribut dengan *threshold* yang telah ditentukan

sebelumnya untuk setiap komponen yang terkoneksi. Jika nilai yang diperoleh melalui proses kalkulasi terhadap atribut tersebut lebih besar dibandingkan nilai *threshold* yang ada maka seluruh *connected component* tersebut disimpan, selain itu akan dihilangkan. Implementasi yang efisien dari *attribute filter* bergantung pada komputasi terhadap hirarki dari komponen-komponen yang terkoneksi dalam dataset dan beberapa atribut untuk setiap komponen yang digunakan sebagai *filter criterion*. Jika *criterion* meningkat, yaitu pada saat nilai *criterion* dari sebuah *node* selalu lebih kecil atau sama dengan nilai *criterion* dari *node parent*, maka akan dilakukan proses filtrasi.

1.3. Branches Filtering

Branches filtering melakukan pendekatan secara berbeda, dengan mengaplikasikan kriteria filtering hanya kepada *leaf node*. Berdasarkan pada *leaf node* terpilih, sejumlah *parent* dari *node-node* tersebut akan disimpan dan *node* lainnya akan dihapus yang akan menghasilkan *branches* dari *tree* yang merepresentasikan obyek yang dikehendaki.

Pemikiran dasar dari pendekatan *branches filtering* dimotivasi oleh fakta bahwa dalam sejumlah aplikasi, obyek yang diharapkan susah untuk dibedakan dari obyek tetangganya atau jika berada pada citra dengan banyak *noise*. Bagaimanapun, pendekatan *branches filtering* tidak memilih semua dari *maxima* yang ada akan tetapi hanya *maxima* yang memenuhi kriteria *filtering*. Gambar 3 menunjukkan pengaplikasian menggunakan pendekatan ini.



Gambar 3. Aplikasi pendekatan *Branches Filtering* terhadap sebuah citra; (a) menggunakan beberapa nilai *threshold* berbeda, (b,c, dan d)

2. Metode penelitian

2.1. Subyek

46 citra radiografi tangan kanan dan kiri dari penderita AR dalam satu model. Rancangan penelitian telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dan *informed consent* diperoleh dari semua subyek. Gambar yang digunakan untuk penelitian ini, adalah gambar digital dari radiografi polos dalam .JPG dengan dimensi 1760x1760.

2.2. Metode

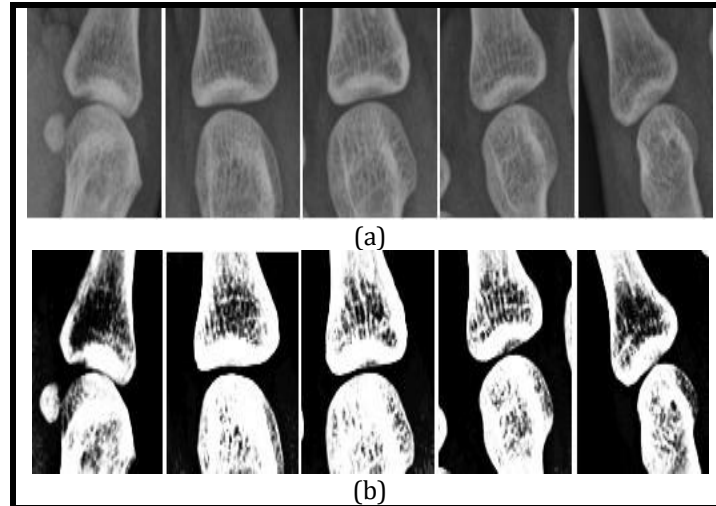
Dalam penelitian ini, diusulkan sebuah metode segmentasi sendi pada citra tangan. Metode yang diusulkan terdiri atas perbaikan citra untuk mempertegas bagian sendi dari citra tangan yang kemudian dilanjutkan dengan proses filter terhadap citra yang dihasilkan. Max-Tree digunakan untuk merepresentasikan citra berdasarkan tingkat keabuan citranya. Representasi tersebut kemudian difilter menggunakan pendekatan *branches filtering* berdasarkan *elongation attribute* untuk mensegmentasi sendi pada citra tangan tersebut.

Pengujian dilakukan kepada 46 citra radiografi tangan karena RA yang masing-masing berukuran 256x255 pixel dibagi dalam tiga kelompok besar dalam jumlah yang sama masing-masing 15 citra. Di dalamnya disertakan juga hasil segmentasi yang dilakukan secara manual oleh tiga *observer*. Hasil observasi manual ini nantinya dipergunakan untuk memperoleh hasil validasi dari metode yang digunakan.

3. Hasil dan Analisis

3.1. Pre-Processing

Citra x-ray tangan yang diterima sudah dalam bentuk citra *grayscale*, sehingga tidak memerlukan proses konversi *grayscale* merupakan suatu istilah untuk menyebutkan satu citra yang memiliki warna putih, abu-abu, dan hitam, dengan warna hitam sebagai warna minimal dan putih sebagai warna maksimal.

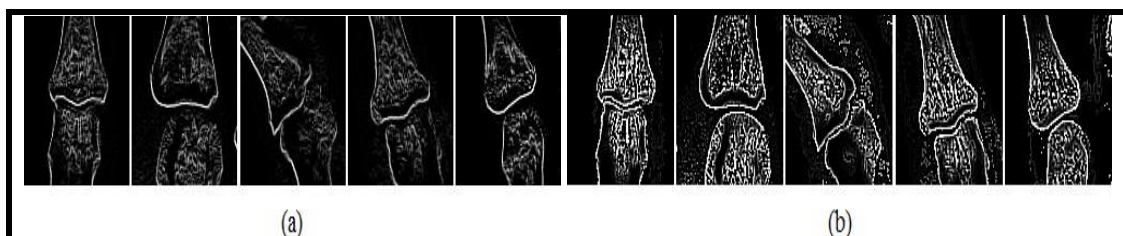


Gambar 4. Citra sebelum (a) dan setelah (b) melalui proses perbaikan kontras.

Obyek citra asli memiliki kualitas citra yang kurang baik, sehingga diperlukan metode tambahan agar hasil proses segmentasi bisa lebih maksimal. Hal ini dilakukan dengan menerapkan *preprocessing* dan presegmentasi. Metode pendukung yang digunakan mempengaruhi hasil akhir dari proses segmentasi. Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan *cropping* citra dengan memilih area sendi yang disimpan menjadi citra sendi.

3.2. Representasi *Max-Tree* dan *Branches Filtering*

Citra hasil *pre-processing* kemudian dibangkitkan representasinya dalam *max-tree* dan kemudian difilter menggunakan *branches* berdasar *elongation* atributenya. *Elongation attribute* digunakan untuk melakukan seleksi terhadap node- node yang akan disimpan berdasarkan properti panjang maksimal yang dimilikinya. Atribut ini dipilih karena sendi pada citra hasil *pre-processing* dapat dibedakan oleh intensitasnya juga terlihat jarak celahnya. Intensitas tetap digunakan untuk memastikan latar belakang yang merupakan *parent node* dari *node* terpilih tidak ikut disimpan. Dengan demikian bagian latar belakang dari celah sendi yang terpilih dapat diminimalkan.



Gambar 5. (a) Citra hasil filtering, (b) citra tersebut jika diperkuat intensitasnya.

Nilai *threshold* dari *elongation attribute* dan intensitas yang digunakan pada proses ini beragam dari citra satu dengan lainnya. Pemilihan nilai *threshold* tersebut masih dilakukan secara manual untuk dapat memperoleh hasil yang terbaik. Gambar 5 menunjukkan hasil dari proses pada tahap ini.

3.3. Validasi

Dari percobaan yang dilakukan, didapatkan prosentase nilai rata-rata akurasi, sensitivitas, dan spesifitas hasil representasi *max-tree* dan difilter menggunakan *branches* tanpa melalui *preprocessing* dengan nilai terendah untuk akurasi 6.402%, sensitivitas 5.863%, dan spesifitas 6.037%. Prosentase nilai rata-rata tertinggi untuk akurasi 11.395%, sensitivitas 6.805%, dan spesifitas 15.829%. Ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rerata hasil segmentasi tanpa melalui *preprocessing*.

	Akurasi (%)	Sensitivitas (%)	Spesifitas (%)
Kelompok I - 15 Citra	7.549	6.476	8.336
Kelompok II - 15 Citra	6.402	6.805	6.037
Kelompok III - 16 Citra	11.395	5.683	15.829

Tabel 2. Rerata hasil segmentasi melalui *preprocessing* perbaikan intensitas

	Akurasi (%)	Sensitivitas (%)	Spesifitas (%)
Kelompok I - 15 Citra	95.037	63.705	96.295
Kelompok II - 15 Citra	96.413	56.601	97.891
Kelompok III - 16 Citra	89.317	72.121	90.073

Dari percobaan yang dilakukan, didapatkan prosentase nilai rata-rata akurasi, sensitivitas, dan spesifitas hasil representasi *max-tree* dan difilter menggunakan *branches* melalui *preprocessing* dengan nilai terendah untuk akurasi 89.317%, sensitivitas 56.601%, dan spesifitas 90.073%. Prosentase nilai rata-rata tertinggi untuk akurasi 96.413%, sensitivitas 72.121%, dan spesifitas 97.891%. Ditunjukkan dalam Tabel 2.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Rerata akurasi metode segmentasi pembuluh darah pada citra retina menggunakan *Max-Tree* dengan pendekatan *branches filtering* mencapai hasil 96.413%, sensitivitas 72.121%, dan spesifitas 97.891% pada perbandingannya dengan hasil segmentasi manual oleh *observer* ahli pertama;
2. Rerata akurasi, sensitivitas, dan spesifitas rendah yang diperoleh dipengaruhi oleh faktor intensitas pada lokasi sendi yang contrast intensitasnya cukup rendah dibandingkan dengan intensitas latarnya. Oleh karena itu diperlukan *preprocessing* untuk didapatkan hasil segmentasi citra yang maksimal;
3. Segmentasi menggunakan metode pada penelitian ini mencapai persentase terendah untuk akurasi 89,317%, sensitivitas 56.601%, dan spesifitas 90.073%.

Pengakuan dan Penghargaan

Rancangan penelitian telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya (Ethical Clearance No. 589/EC/KEPK/11/2014) dan *informed consent* diperoleh dari semua subyek.

Terimakasih kepada Universitas Brawijaya dan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendukung proses penelitian baik secara finansial maupun secara administratif.

Referensi

- [1] Suresh E. Diagnosis of Early Rheumatoid Arthritis: What The Non-Specialist Needs to Know. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 2004; 97:421-424.
- [2] Garcia J.A.N. Evaluation Through Imaging of Early Rheumatoid Arthritis. *Reumatol Clin*. 2010; 6(2):111- 114.
- [3] Pearman, K.E, Wilkinson, M.H.F, Veldhuizen, A.G, van-Ooijen, P.M.A, Lubbers, J., Sardjono, T.A, & Verkerke G.J. "Branches Filtering Approach for Max-Tree". *The 2nd International Conference on Computer Vision Theory and Applications*. 2007.
- [4] Hodgson, R.J., P.O'Connor, R. Moots. MRI of Rheumatoid Arthritis-Image Quantitation for The Assessment of Disease Activity, Progression and Response to Therapy. *Review Rheumatology*. 2008; 47:13- 2.
- [5] Devauchelle P, V, Saraux A, Berthelot JM, *et al*. Ability of foot radiographs to predict rheumatoid arthritis in patients with early arthritis. *JRheumatol*. 2004; 31:66-70.
- [6] McQueen FM, Gao A, Ostergaard M, King A, Shalley G, Robinson E, Doyle A, Clark B & Dalbeth N. High grade MRI bone oedema is common within the surgical field in rheumatoid arthritis patients undergoing joint replacement and is associated with osteitis in subchondral bone. *Extended Report. Ann Rheum Dis* Desember. 2007; 66(12):1581-1587.
- [7] Peloschek P, Georg L, Michael W, Johannes S, Michael R, Herwig I, *et al*. An Automatic Model-based System for Joint Space Measurements on Hand Radiographs: Initial Experience. *Radiology*. 2007; 245(3):855-862.
- [8] Sharp, J. An Overview of Radiographic Analysis of Joint Damage in Rheumatoid Arthritis and Its Use in Meta-Analysis, *The Journal of Rheumatology*. 2000; 27(1):254-260.
- [9] Kauffman, Joost A. *Automated Radiographic Assesment Of Hands In Rheumatoid Arthritis*. Signals & Systems group, EEMCS Faculty, University of Twente. Enschede, The Netherlands. Printed by Gildeprint B.V. 2009.
- [10] Dacre J, J. Coppock, K. Herbert, D. Perrett, and E. Huskisson. Development of A New Radiographic Scoring System Using Digital Image Analysis. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1989; 48(3):194-200.



Andrijani Sumarahinsih lahir di Malang, 2 Agustus 1971. Memperoleh gelar Sarjana dari ITATS, Surabaya Indonesia pada 1995, Magister dari Universitas Brawijaya, Indonesia pada 2007, dan Doktor dari Universitas Brawijaya, Indonesia pada 2016. Saat ini, sebagai Dosen di Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang dan Peneliti dengan minat penelitian pada Instrumentasi dan Elektromedik.

Alamat Email: andrijani.sumarahinsih@unmer.ac.id