

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kanker adalah salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia [1]. Pada tahun 2030, kasus kanker diperkirakan meningkat sebesar 70%, yang menunjukkan pentingnya deteksi dini, terutama melalui *scintigraphy* tulang seluruh tubuh (*bone scans*) untuk mengidentifikasi *hotspot* metastasis [1][2]. *Hotspot* muncul sebagai area dengan kecerahan yang lebih tinggi dibanding area lain pada *bone scans*, menunjukkan aktivitas metabolik *abnormal* yang terkait dengan metastasis [3]. Pengambilan citra *Bone scans*, menggunakan *Technetium-99m (99mTc) diphosphonate*, lebih sensitif dibandingkan radiografi biasa dalam mendeteksi lesi metastasis dini [4][5].

Deteksi *hotspot* secara tradisional dilakukan melalui klasifikasi atau segmentasi. Metode klasifikasi seperti ResNet-50 dengan *transfer learning* telah menunjukkan hasil yang baik, namun metode ini tidak dapat menghitung *Bone Scan Index* (BSI), yang penting untuk mengukur tingkat metastasis [6][7]. Di sisi lain, metode segmentasi dapat mengekstraksi fitur yang lebih rinci seperti ukuran, bentuk, dan lokasi, sehingga memungkinkan perhitungan BSI [8]. Segmentasi non-semantik, yang didasarkan pada pengelompokan statistik piksel yang serupa, memiliki keterbatasan karena kurangnya pemahaman kontekstual [9]. Sebaliknya, metode segmentasi semantik seperti U-Net lebih cocok untuk analisis citra medis, karena mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan fitur yang relevan dengan lebih presisi [10]. Kemajuan terbaru pada jaringan saraf konvolusional seperti U-Net++ telah meningkatkan kinerja segmentasi [11].

Penelitian ini mengusulkan pendekatan baru dengan memanfaatkan U-Net++ [12], modifikasi dari U-Net, untuk segmentasi *hotspot* pada *bone scans* seluruh tubuh. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada penelitian [13], yang menyediakan anotasi untuk *bone scans* normal dan abnormal, sedangkan [10] hanya memanfaatkan anotasi untuk *bone scans* abnormal. Citra dipisahkan menjadi tampilan anterior dan posterior, dan pelatihan model dilakukan secara terpisah untuk setiap tampilan guna mengoptimalkan kinerja segmentasi spesifik untuk setiap skenario.

Topik dan Batasannya

Penelitian ini berfokus pada isu segmentasi *hotspot* pada *bone scans*, dengan tujuan meningkatkan deteksi dini metastasis tulang. *Hotspot* adalah area dengan aktivitas metabolik *abnormal* yang teridentifikasi sebagai area dengan kecerahan meningkat pada *bone scans* [3]. Metode segmentasi non-semantik memiliki keterbatasan dalam pemahaman kontekstual [9], sehingga pendekatan segmentasi semantik seperti U-Net++ lebih relevan untuk masalah ini.

Input dari penelitian ini adalah *whole-body bone scans* yang dipisahkan ke dalam kelas anterior dan posterior, sementara *output*-nya adalah mask hasil segmentasi *hotspot* yang akurat, yang dapat digunakan untuk menghitung *Bone Scan Index* (BSI).

Batasan penelitian ini mencakup penggunaan metode U-Net++ yang memerlukan pelatihan model terpisah untuk tampilan anterior dan posterior, anotasi *hotspot* menggunakan metode *thresholding*, serta memisahkan skenario empat segmen dengan membedakan antara segmen normal dan segmen abnormal dan skenario tiga segmen yang menggabungkan segmen normal dengan segmen tulang. Total data yang digunakan adalah 2924 data untuk citra anterior dan 2555 data untuk citra posterior.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa pertanyaan penting terkait segmentasi *hotspot* pada *bone scans*, khususnya dalam meningkatkan deteksi dini metastasis tulang melalui pendekatan segmentasi semantik dengan U-Net++. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan model U-Net++ untuk segmentasi *hotspot* dan melakukan komparasi kinerja model ini dengan model segmentasi lain yang telah ada, guna menentukan efektivitas pendekatan U-Net++ dalam konteks segmentasi semantik pada *bone scans*. Hal ini diilustrasikan pada Tabel 1.
2. Membandingkan kinerja segmentasi menggunakan konfigurasi 4-segmen dan 3-segmen, dengan fokus pada perbedaan performa dalam mendeteksi *hotspot* yang akurat. Perbandingan ini akan dilakukan dengan menggunakan metrik evaluasi seperti F1-score dan *Intersection over Union* (IoU).

3. Membandingkan hasil segmentasi antara citra anterior dan posterior untuk memahami bagaimana perbedaan perspektif ini memengaruhi kualitas segmentasi *hotspot*. Evaluasi dilakukan secara terpisah untuk memastikan optimalisasi performa model terhadap masing-masing perspektif.

Tabel 1. Tabel keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Membandingkan kinerja konfigurasi 4-segmen dan 3-segmen	Pengujian akurasi, F1-score, dan IoU pada kedua konfigurasi	Performa konfigurasi yang lebih efektif ditentukan
2	Membandingkan hasil segmentasi antara anterior dan posterior	Pengujian segmentasi pada citra anterior dan posterior	Perbedaan kinerja segmentasi berdasarkan perspektif
3	Mengembangkan U-Net++ dan membandingkannya dengan model lain	Pengujian kinerja U-Net++ terhadap model pembanding	Efektivitas U-Net++ dibandingkan dengan model lain

Organisasi Tulisan

Struktur penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab utama. Bab 2 membahas tinjauan pustaka terkait segmentasi *hotspot*, pendekatan semantik, dan model U-Net++. Bab 3 menjelaskan metodologi penelitian, meliputi dataset, pra-pemrosesan, pengembangan model, dan rancangan eksperimen. Bab 4 menyajikan hasil dan analisis, termasuk evaluasi konfigurasi 4-segmen dan 3-segmen, perbandingan anterior dan posterior, serta komparasi U-Net++ dengan model lain. Bab 5 menyimpulkan penelitian, memberikan rekomendasi, dan peluang pengembangan di masa depan.