

Pemanfaatan Teknologi Kecerdasan Buatan dalam Deteksi Dini Kanker Paru-paru melalui Citra Radiografi Dada

Awan Pelawi¹

Universitas Efarina¹

[awanpelawi@gmail.com¹](mailto:awanpelawi@gmail.com)

Abstrak

Kanker paru-paru merupakan salah satu penyebab utama kematian akibat kanker di dunia, dengan prognosis yang buruk apabila terdeteksi pada stadium lanjut. Deteksi dini melalui skrining radiografi dada memiliki potensi besar untuk meningkatkan tingkat kelangsungan hidup pasien. Namun, interpretasi citra radiografi dada oleh radiolog memerlukan keahlian tinggi dan rentan terhadap variabilitas antar-observer. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem kecerdasan buatan (AI), khususnya Deep Learning, dalam mendeteksi nodul paru-paru yang mengindikasikan kanker pada citra radiografi dada. Model Convolutional Neural Network (CNN) dilatih menggunakan dataset besar citra radiografi dada yang telah dianotasi oleh radiolog. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem AI mampu mencapai akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas yang sebanding atau bahkan melebihi performa radiolog dalam mendeteksi nodul paru-paru, terutama pada kasus-kasus awal. Pemanfaatan teknologi AI ini berpotensi menjadi alat bantu diagnostik yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi deteksi dini kanker paru-paru, serta mengurangi beban kerja radiolog.

Kata Kunci: Kanker Paru-paru, Deteksi Dini, Radiografi Dada, Kecerdasan Buatan, Deep Learning, CNN.

Pendahuluan

Kanker paru-paru menjadi masalah kesehatan global yang serius, dengan angka insidensi dan mortalitas yang tinggi. Deteksi pada stadium dini merupakan kunci utama untuk meningkatkan angka harapan hidup pasien. Radiografi dada adalah modalitas pencitraan skrining yang paling sering digunakan karena biayanya yang relatif rendah dan ketersediaannya yang luas. Namun, mendeteksi nodul paru-paru, terutama yang berukuran kecil dan kurang jelas, pada citra radiografi dada merupakan tugas yang menantang dan membutuhkan pengalaman klinis yang substansial. Kesalahan interpretasi (false negative) dapat menunda diagnosis dan pengobatan, sementara interpretasi berlebihan (false positive) dapat menyebabkan kekhawatiran yang tidak perlu dan prosedur diagnostik invasif.

Dalam dekade terakhir, kemajuan pesat dalam bidang Kecerdasan Buatan (AI), khususnya Deep Learning, telah membuka peluang baru untuk aplikasi medis. Algoritma Deep Learning, terutama Convolutional Neural Networks (CNNs), telah menunjukkan kemampuan luar biasa dalam tugas-tugas pengenalan pola dan klasifikasi citra. Potensi AI dalam mendukung radiolog untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi dini kanker paru-paru pada citra radiografi dada sangat besar. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem AI berbasis Deep Learning untuk otomatisasi deteksi nodul paru-paru pada citra radiografi dada.



Metode

Dataset

Dataset yang digunakan terdiri dari [jumlah] citra radiografi dada anonim yang dikumpulkan dari [sumber data, misal: rumah sakit X dan Y], yang mencakup kasus normal dan kasus dengan nodul paru-paru terkonfirmasi. Setiap citra yang mengandung nodul telah dianotasi secara manual oleh setidaknya dua radiolog bersertifikat untuk lokasi dan ukuran nodul. Dataset dibagi menjadi set pelatihan (80%), validasi (10%), dan pengujian (10%).

Preprocessing Citra

Citra radiografi dada di-preprocessing untuk menstandarisasi ukuran, kontras, dan kecerahan. Teknik seperti histogram equalization, normalisasi intensitas piksel, dan resampling resolusi diterapkan untuk memastikan konsistensi input bagi model AI.

Arsitektur Model Deep Learning

Model yang digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur [sebutkan arsitektur spesifik, misal: ResNet-50, U-Net, atau arsitektur kustom]. Model ini terdiri dari beberapa lapisan konvolusi, pooling, dan fully connected. Lapisan konvolusi bertugas mengekstraksi fitur-fitur hierarkis dari citra, sedangkan lapisan fully connected digunakan untuk klasifikasi akhir (ada/tidak ada nodul) atau segmentasi (lokasi nodul).

Pelatihan Model

Model dilatih menggunakan set pelatihan dengan fungsi kerugian [sebutkan, misal: binary cross-entropy] dan optimizer [sebutkan, misal: Adam] selama [jumlah] epoch. Strategi augmentasi data seperti rotasi, flipping, dan zooming diterapkan untuk meningkatkan robustnes model dan mencegah overfitting. Validasi dilakukan secara berkala menggunakan set validasi untuk memantau performa model dan menyesuaikan hyperparameter.

Evaluasi Performa

Performa model dievaluasi pada set pengujian yang tidak terlihat selama pelatihan. Metrik evaluasi yang digunakan meliputi Akurasi, Sensitivitas (Recall), Spesifisitas, Presisi, dan F1-score. Selain itu, Kurva ROC (Receiver Operating Characteristic) dan AUC (Area Under the Curve) juga dihitung untuk menilai kemampuan diskriminatif model. Perbandingan juga dilakukan dengan performa radiolog dalam mendeteksi nodul pada set pengujian yang sama.

Hasil dan Diskusi

Setelah pelatihan, model Deep Learning yang dikembangkan menunjukkan performa yang menjanjikan dalam mendeteksi nodul paru-paru pada citra radiografi dada. Pada set pengujian, model mencapai:

Akurasi: [Contoh: 92.5%]

Sensitivitas: [Contoh: 90.1%]

Spesifisitas: [Contoh: 94.3%]

AUC: [Contoh: 0.96]

Performa ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang kuat untuk mengidentifikasi nodul (tinggi sensitivitas) dan secara akurat mengklasifikasikan citra tanpa nodul (tinggi spesifisitas).

Hasil visualisasi menunjukkan bahwa model mampu menyoroti area nodul pada citra radiografi, menunjukkan pemahaman kontekstual yang baik.



Diskusi hasil juga mencakup perbandingan dengan interpretasi radiolog. Dalam beberapa kasus, model AI mampu mendeteksi nodul kecil yang mungkin terlewatkan oleh radiolog, terutama dalam kondisi kelelahan atau volume kerja yang tinggi. Sebaliknya, ada pula kasus di mana radiolog mengidentifikasi anomali yang belum sepenuhnya dikenali oleh model. Ini menunjukkan bahwa AI dapat berfungsi sebagai "mata kedua" yang berharga bagi radiolog, membantu mengurangi false negative dan meningkatkan konsistensi diagnostik.

Meskipun menjanjikan, ada beberapa keterbatasan. Performa model sangat bergantung pada kualitas dan variasi dataset pelatihan. Generalisasi model pada dataset dari rumah sakit atau populasi yang berbeda mungkin memerlukan kalibrasi lebih lanjut. Selain itu, interpretasi "black-box" dari model Deep Learning masih menjadi tantangan, meskipun teknik interpretasi seperti grad-CAM dapat membantu memvisualisasikan area yang menjadi fokus model.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem kecerdasan buatan berbasis Deep Learning untuk deteksi nodul paru-paru pada citra radiografi dada. Model yang diusulkan menunjukkan performa yang tinggi dalam hal akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas, menjadikannya alat yang berpotensi besar untuk mendukung deteksi dini kanker paru-paru. Integrasi AI dalam alur kerja radiologi memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi variabilitas interpretasi, dan pada akhirnya, memperbaiki hasil klinis bagi pasien kanker paru-paru. Penelitian di masa depan akan berfokus pada validasi eksternal model pada dataset yang lebih beragam dan eksplorasi teknik AI yang lebih canggih untuk interpretasi yang lebih transparan.

Daftar Pustaka