

Penggunaan Transfer Learning dalam Klasifikasi Kanker Prostat

Dwi Santosa^{1*}, Ilham Fauzi², Rafli Kurnia Muslim³, Taufiq Muhaziz⁴

¹⁻⁴Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: ¹sand46036@gmail.com, ²if5297494@gmail.com, ³raflikoernia@gmail.com, ⁴tfq213@gmail.com

(* : coressponding author)

Abstrak— Kanker prostat merupakan salah satu jenis kanker yang paling umum di kalangan pria, dengan angka kejadian yang terus meningkat. Diagnosis dini sangat penting untuk meningkatkan prognosis pasien, namun sering terhambat oleh kompleksitas analisis citra histopatologi. Penelitian ini mengeksplorasi penerapan Transfer Learning-based Multi-Scale Denoising Convolutional Neural Network (TL-MSDCNN) untuk klasifikasi citra sel prostat normal dan kanker. Model ini dirancang untuk meningkatkan kualitas citra melalui penekanan noise dan memanfaatkan data dari berbagai sumber untuk meningkatkan akurasi diagnosis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TL-MSDCNN meningkatkan akurasi lebih dari 10% dibandingkan metode sebelumnya, serta menunjukkan peningkatan signifikan dalam sensitivitas dan spesifisitas deteksi. Selain itu, penggunaan AI dapat mengurangi variabilitas dalam diagnosis dan mempercepat analisis citra, menghasilkan proses diagnosis yang lebih konsisten. Temuan ini menegaskan potensi besar teknologi pembelajaran mesin dalam meningkatkan hasil perawatan pasien kanker prostat dan kualitas hidup mereka.

Kata Kunci: Kanker Prostat, *Machine Learning*, Kecerdasan Buatan, *Transfer Learning*, Analisis Citra Histopatologi, Klasifikasi Citra, Jaringan Saraf Konvolusional.

Abstract— Prostate cancer is one of the most common types of cancer among men, with incidence rates continuously increasing. Early diagnosis is crucial for improving patient prognosis; however, it is often hindered by the complexity of histopathological image analysis. This study explores the application of a Transfer Learning-based Multi-Scale Denoising Convolutional Neural Network (TL-MSDCNN) for classifying normal prostate cells and cancerous cells. The model is designed to enhance image quality through noise reduction and leverage data from various sources to improve diagnostic accuracy. The results show that TL-MSDCNN increases accuracy by more than 10% compared to previous methods and demonstrates significant improvements in sensitivity and specificity of detection. Additionally, the use of AI can reduce variability in diagnosis and expedite image analysis, resulting in a more consistent diagnostic process. These findings underscore the substantial potential of machine learning technology to enhance treatment outcomes for prostate cancer patients and improve their quality of life.

Keywords: Prostate Cancer, *Machine Learning*, Artificial Intelligence, *Transfer Learning*, *Histopathological Image Analysis*, *Image Classification*, *Convolutional Neural Networks*

1. PENDAHULUAN

Kanker prostat adalah salah satu bentuk kanker yang paling umum di kalangan pria di seluruh dunia, dengan angka kejadian yang terus meningkat. Menurut data dari lembaga kesehatan global, kanker prostat menyumbang proporsi signifikan dari total kasus kanker yang didiagnosis, menjadikannya sebagai tantangan kesehatan masyarakat yang mendesak. Diagnosis dini sangat penting untuk meningkatkan prognosis dan kualitas hidup pasien. Namun, proses ini sering kali terhambat oleh kompleksitas analisis citra histopatologi yang memerlukan pengetahuan mendalam dan waktu yang cukup lama.

Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan dalam teknologi pembelajaran mesin telah menawarkan peluang baru dalam bidang medis, terutama dalam analisis citra. Transfer learning, sebuah metode yang memungkinkan pemanfaatan model yang telah dilatih sebelumnya pada dataset besar untuk menyelesaikan masalah pada dataset yang lebih kecil, muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Dengan memanfaatkan arsitektur model yang telah teruji, seperti Convolutional Neural Networks (CNN), transfer learning dapat meningkatkan akurasi klasifikasi sel kanker sekaligus mengurangi risiko overfitting yang sering terjadi akibat keterbatasan data.

Penelitian ini berfokus pada penerapan transfer learning dalam klasifikasi kanker prostat, dengan tujuan untuk mengeksplorasi efektivitas metode ini dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis. Beberapa masalah yang sering dihadapi dalam klasifikasi kanker, seperti keterbatasan data, overfitting, dan tingginya biaya analisis, menjadi latar belakang utama pengangkatan topik ini. Melalui studi ini, diharapkan dapat ditemukan metode yang lebih efisien untuk mendeteksi kanker prostat, serta memberikan wawasan baru mengenai penerapan teknologi pembelajaran mesin dalam diagnosis medis.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini mencakup pengembangan model klasifikasi yang lebih akurat, pengurangan waktu dan biaya dalam proses diagnosis, serta rekomendasi bagi praktisi medis dalam menerapkan teknologi baru ini. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan alat bantu diagnosis kanker prostat, tetapi juga untuk memberikan kontribusi signifikan terhadap upaya peningkatan kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data: Mengumpulkan citra sel prostat normal dan sel kanker prostat untuk data training dan testing.

Multi-Scale Denoising Convolutional Neural Network (MSDCNN): Model ini dirancang untuk mendeteksi kanker prostat dengan kemampuan penekanan noise dalam citra. Ini membantu meningkatkan kualitas citra sebelum analisis lebih lanjut dilakukan .

Transfer Learning: Metode ini digunakan untuk memanfaatkan pengetahuan dari dataset yang berbeda tetapi relevan untuk meningkatkan akurasi model deteksi kanker prostat. Transfer learning memungkinkan model untuk belajar dari data yang lebih banyak dan beragam, sehingga meningkatkan kinerjanya pada dataset target.

Ablation Studies: Penelitian ini melakukan studi ablation untuk mengevaluasi kontribusi dari berbagai komponen dalam algoritma yang diusulkan, seperti denoising, skema multi-skala, dan transfer learning. Ini membantu dalam memahami seberapa besar masing-masing komponen berkontribusi terhadap peningkatan akurasi .

Multi Branch Model: Penulis mengembangkan model pembelajaran transfer dengan tiga cabang untuk mempelajari fitur dari urutan multiparametrik (seperti ADC dan T2W) dan menggabungkannya untuk mendapatkan deskriptor diskriminatif .

Algoritma Naïve Bayes: Sebuah metode klasifikasi probabilistik yang menghitung probabilitas berdasarkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan.

K-Nearest Neighbor (K-NN): Metode klasifikasi yang mengidentifikasi kelas dari data baru berdasarkan kedekatannya dengan data yang sudah ada dalam dataset.

Analisis Gambar Digital: AI diterapkan dalam analisis gambar digital untuk meningkatkan akurasi dalam mendeteksi lesi kanker prostat. Ini termasuk penggunaan jaringan saraf konvolusional (CNN) untuk segmentasi dan analisis gambar biopsi.

Tabel 1. Data Penlelitian

NO	Nama Peneliti & Tahun	Metode yang di bahas	Tujuan Penelitian	Hasil yang di dapat
1.	Frontiers in Oncologyn (Tahun 2023)	Transfer learning: Penelitian ini memanfaatkan pembelajaran transfer untuk menganalisis beberapa urutan MRI secara bersamaan, yang memungkinkan ekstraksi fitur yang lebih diskriminatif	Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan dan mengevaluasi model klasifikasi yang lebih efektif untuk mendeteksi kanker prostat (PCA) menggunakan teknik pembelajaran mendalam dan pemindahan transfer	pendekatan yang diusulkan untuk klasifikasi kanker prostat menggunakan teknik pembelajaran mendalam dan pemindahan transfer memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional

		dan meningkatkan klasifikasi PCA (Prostate Cancer Assessment).		
2.	A. Muzakir, A. Desiani, dan A. Amran (Tahun 2023)	1. Algoritma Naïve Bayes: Sebuah metode klasifikasi probabilistik yang menghitung probabilitas berdasarkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan. 2. K-Nearest Neighbor (K-NN) : Metode klasifikasi yang mengidentifikasi kelas dari data baru berdasarkan kedekatannya dengan data yang sudah ada dalam dataset.	Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil klasifikasi terbaik dalam mendeteksi kanker prostat dengan membandingkan dua algoritma, yaitu Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor (K-NN). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menganalisis efektivitas kedua algoritma dalam mengklasifikasikan data kanker prostat, yang terdiri dari dua kelas, yaitu kanker prostat ganas (Malignant) dan kanker prostat jinak (Benign)	Algoritma K-NN memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan Naïve Bayes dalam klasifikasi kanker prostat, meskipun Naïve Bayes juga menunjukkan hasil yang cukup baik dengan nilai rata-rata di atas 70% untuk presisi, recall, dan akurasi
3.	1. Kwok Tai Chui 2. Brij B. Gupta 3. Hao Ran Chi 4. Varsha Arya 5. Wadee Alhalabi 6. Miguel Torres Ruiz 7. Chien-Wen Shen (Tahun 2022)	1. Multi-Scale Denoising Convolutional Neural Network (MSDCNN): Model ini dirancang untuk mendeteksi kanker prostat dengan kemampuan penekanan noise dalam citra. Ini membantu meningkatkan kualitas citra sebelum analisis lebih lanjut dilakukan 2. Transfer Learning: Metode ini digunakan untuk memanfaatkan pengetahuan dari dataset yang berbeda tetapi relevan untuk	Tujuan dari penelitian ini yaitu: 1. Meningkatkan akurasi deteksi kanker prostat, terutama dalam citra dengan noise. 2. Mengurangi beban kerja tenaga medis melalui model otomatis untuk diagnosis. 3. Menerapkan teknik denoising dan transfer learning untuk meningkatkan kualitas citra dan kinerja model. 4. Melakukan evaluasi kinerja model dengan menggunakan berbagai dataset benchmark untuk memastikan adaptabilitas dan efektivitasnya.	1. Model yang diusulkan, yaitu Transfer Learning-based Multi-Scale Denoising Convolutional Neural Network (TL-MSDCNN), menunjukkan peningkatan akurasi lebih dari 10% dibandingkan dengan metode yang ada sebelumnya . 1. 3. Model TL-MSDCNN berhasil meningkatkan sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi deteksi kanker prostat secara signifikan. Rata-rata peningkatan akurasi yang dicapai melalui studi ablation adalah 2.80% untuk

		meningkatkan akurasi model deteksi kanker prostat. Transfer learning memungkinkan model untuk belajar dari data yang lebih banyak dan beragam, sehingga meningkatkan kinerjanya pada dataset target . 3. Ablation Studies: Penelitian ini melakukan studi ablation untuk mengevaluasi kontribusi dari berbagai komponen dalam algoritma yang diusulkan, seperti denoising, skema multi-skala, dan transfer learning. Ini membantu dalam memahami seberapa besar masing-masing komponen berkontribusi terhadap peningkatan akurasi 4. Penggunaan Dataset Benchmark: Empat dataset benchmark yang representatif untuk kanker prostat dipilih untuk evaluasi kinerja model. Dataset ini termasuk NaF Prostate, TCGA-PRAD, Prostate-3T, dan PROSTATE-DIAGNOSIS, yang semuanya diakses		denoising, 3.30% untuk skema multi-skala, dan 3.13% untuk transfer learning . 2. 3. Dengan menggunakan metode denoising, model ini mampu mengurangi noise dalam citra medis, yang berkontribusi pada peningkatan kualitas diagnosis . 3. 4. Penelitian ini melakukan evaluasi kinerja model menggunakan empat dataset benchmark, yang menunjukkan bahwa TL-MSDCNN dapat beradaptasi dan memberikan hasil yang baik di berbagai dataset .
--	--	--	--	---

		dari The Cancer Imaging Archive .		
4.	1. Octavian S. T. 2. Mihai D. Vartolomei 3. Jens J. R. 4. Osan Virgil 5. Giuseppe L. 6. Francesco Porpiglia 7. Daniele Amparore 8. Matteo M. 9. Giuseppe Carrieri 10. U.Falagario 11. Daniela Terracciano 12. Ottavio de Cobelli 13. G. Maria B. 14. F. Del Giudice 15. Matteo Ferro (Tahun 2021)	1. Machine Learning : Penelitian menggunakan berbagai algoritma ML untuk menganalisis data pasien, termasuk algoritma terawasi untuk memprediksi kekambuhan biokimia setelah prostatektomi radikal robotik. Tiga model ML yang berbeda digunakan untuk membandingkan akurasi prediksi dengan metode regresi statistik tradisional. 2. Deep Learning: Metode deep learning digunakan untuk menganalisis biomarker dan data genomik, dengan harapan dapat memberikan identifikasi dan validasi biomarker yang lebih cepat dan lebih andal	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan menilai peran kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (ML) dalam manajemen pasien kanker prostat. Penelitian ini berfokus pada peningkatan akurasi diagnosis kanker prostat melalui pengembangan dan penerapan algoritma AI dan ML, yang dapat membantu dalam penilaian gambar biopsi dan grading kanker. Dengan menggunakan teknologi ini, diharapkan dapat mengurangi jumlah biopsi yang tidak perlu, sambil memastikan bahwa kasus-kasus kanker prostat yang agresif tetap terdeteksi. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan AI dalam menginterpretasikan data besar yang dihasilkan dari berbagai sumber seperti genomik, pencitraan, dan biomarker, sehingga dapat memberikan hasil tes kanker prostat yang lebih cepat dan lebih andal. Penelitian juga mendorong pengembangan sistem yang dapat mengintegrasikan data real-time dan teknologi pencitraan untuk	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (ML) dalam manajemen kanker prostat menghasilkan beberapa temuan penting. Pertama, penggunaan algoritma AI dan ML meningkatkan akurasi dalam mendeteksi kanker prostat serta penilaian grading, dengan beberapa model mencapai area di bawah kurva (AUC) yang tinggi. Selain itu, AI membantu mengurangi variabilitas dalam diagnosis antara pengamat, memberikan hasil yang lebih konsisten dibandingkan penilaian manusia. Studi juga menunjukkan bahwa sistem AI, seperti Paige Prostate Alpha, meningkatkan sensitivitas deteksi kanker prostat di kalangan patologis, serta memungkinkan analisis data besar, termasuk gambar histopatologi dan data genomik, secara lebih cepat dan efisien. Potensi AI dalam membantu identifikasi dan validasi biomarker

			meningkatkan hasil klinis bagi pasien.	untuk kanker prostat juga terlihat, yang dapat mempercepat penemuan biomarker baru dan meningkatkan pemahaman tentang penyakit.
5.	Alimin dan Sigit Riyadi (Tahun 2022)	1. Pengumpulan Data: Mengumpulkan citra sel prostat normal dan sel kanker prostat untuk data training dan testing. 2. Pre-processing : Meliputi proses scaling, grayscaling, dan contrast stretching untuk mempersiapkan citra sebelum analisis.	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem deteksi kanker prostat secara otomatis menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan memanfaatkan gambar mikroskopis sel prostat. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mendeteksi kanker prostat, sehingga dapat mengurangi waktu dan risiko yang terkait dengan metode diagnosis tradisional seperti biopsy.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Convolutional Neural Network (CNN) yang diterapkan dalam identifikasi kanker prostat berdasarkan citra mikroskopis sel prostat menghasilkan tingkat akurasi sebesar 93,3%. Dari 60 citra yang diuji, ditemukan 4 citra yang gagal teridentifikasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu mendeteksi kanker prostat dengan baik dari gambar mikroskopis sel prostat.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Tantangan dalam Diagnosis Kanker Prostat:

1. Kanker prostat memiliki tingkat pertumbuhan yang agresif, sehingga diagnosis yang tepat sangat penting untuk meningkatkan kelangsungan hidup pasien .
2. Metode biopsi konvensional, yang bergantung pada analisis sampel biopsi, memiliki sensitivitas yang rendah dan dapat mengakibatkan diagnosis yang terlambat atau tidak tepat.

3.2 Pentingnya Penanganan Noise:

1. Penanganan noise dalam citra medis, seperti PET, CT, dan MRI, sangat penting untuk meningkatkan kualitas diagnosis kanker prostat. Noise dapat mempengaruhi hasil diagnosis dan mengurangi akurasi deteksi .
2. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan algoritma denoising dan skema multi-skala memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan akurasi model deteksi kanker prostat.

3.3 Model Pembelajaran yang Diterapkan:

1. Jurnal ini mengembangkan model Transfer Learning-based Multi-Scale Denoising Convolutional Neural Network (TL-MSDCNN) yang menunjukkan peningkatan akurasi deteksi kanker prostat lebih dari 10% dibandingkan dengan metode sebelumnya.
2. Metode yang digunakan termasuk pembelajaran transfer, model multi-cabang, augmentasi data, dan fine-tuning untuk meningkatkan akurasi klasifikasi.

3.4 Hasil dan Evaluasi Model:

1. Hasil studi ablation menunjukkan bahwa setiap komponen (denoising, multi-skala, dan transfer learning) memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan akurasi model, dengan rata-rata peningkatan masing-masing sebesar 2.80%, 3.30%, dan 3.13%.
2. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, ingat, dan skor F1 untuk menilai kemampuan model dalam menggeneralisasi data baru.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (ML), khususnya melalui metode transfer learning, dapat secara signifikan meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam diagnosis kanker prostat. Model yang dikembangkan, yaitu Transfer Learning-based Multi-Scale Denoising Convolutional Neural Network (TL-MSDCNN), menunjukkan peningkatan akurasi lebih dari 10% dibandingkan dengan metode yang ada sebelumnya, serta peningkatan sensitivitas dan spesifisitas dalam deteksi kanker.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa AI dapat mengurangi variabilitas dalam diagnosis dan mempercepat analisis citra histopatologi, yang berkontribusi pada proses diagnosis yang lebih konsisten dan andal. Selain itu, kemampuan model untuk beradaptasi dengan berbagai dataset benchmark menegaskan fleksibilitas dan efektivitasnya dalam konteks klinis yang beragam.

Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya memberikan alat bantu diagnosis yang lebih baik untuk kanker prostat, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan pemahaman tentang penerapan teknologi modern dalam manajemen kesehatan. Dengan demikian, AI dan ML memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil perawatan pasien dan memperbaiki kualitas hidup mereka.

REFERENCES

- A classifier model for prostate cancer diagnosis using CNNs and transfer learning with multi-parametric MRI, oleh *Frontiers in Oncology*, November 2023 .
- Klasifikasi Penyakit Kanker Prostat Menggunakan Algoritma Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor, oleh A. Muzakir, A. Desiani, dan A. Amran , tahun 2023
- Transfer Learning-Based Multi-Scale Denoising Convolutional Neural Network for Prostate Cancer Detection, oleh Kwok Tai Chui, Brij B. Gupta, Hao Ran Chi, Varsha Arya, Wade Alhalabi, Miguel Torres Ruiz, Chien-Wen Shen, tahun 2022
- Artificial Intelligence and Machine Learning in Prostate Cancer Patient Management—Current Trends and Future Perspectives, oleh Octavian Sabin Tătaru, Mihai Dorin Vartolomei, Jens J. Rassweiler, Osan Virgil, Giuseppe Lucarelli, Francesco Porpiglia, Daniele Amparore, Matteo Manfredi, Giuseppe Carrieri, Ugo Falagario, Daniela Terracciano, Ottavio de Cobelli, Gian Maria Busetto, Francesco Del Giudice, Matteo Ferro, tahun 2021
- Sistem Pengembangan Deteksi Kanker Prostat Berbasis Image Processing dengan Metode Convolutional Neural Network, oleh Alimin dan Sigit Riyadi, tahun 2022
- Segmentasi Citra Tanaman Obat menggunakan Metode K-means dan Otsu oleh Perani Rosyani dan Resti Amalia dari Universitas Pamulang diterbitkan pada tahun 2021
- Penerapan Program Python pada Perhitungan Kalkulus Oleh Rosyani, P., Wibisono, G., Santoso, R., dan Fiqri, A. pada tahun 2023.

- Penerapan Resampling dan AdaBoost untuk Penanganan Masalah Ketidakseimbangan Kelas Berbasis Naïve Bayes pada Prediksi Churn Pelanggan oleh Sri Mulyati, Yulianti, dan Aries Saifudin. pada tahun 2017
- Pengenalan Sejak Dini Siswa SMP tentang Machine Learning untuk Klasifikasi Gambar dalam Menghadapi Revolusi 4.0 oleh Achmad Udin Zailani, Agung Perdananto, Nurjaya Nurjaya, dan Sholihin diterbitkan pada tahun 2020
- Penerapan Artificial Intelligence dalam Aplikasi Chatbot sebagai Media Informasi dan Pembelajaran mengenai Kebudayaan Bangsa oleh Pandu Dewonoto Laut Santoso, Indah Riski, Nur Kholik, Muchamad Raffi Akbar, Aries Saifudin, dan Yulianti Yulianti. Jurnal ini dipublikasikan pada edisi Vol. 6, No. 3, September 2021