

Studi Literatur Penerapan Deep Learning dalam Analisis Citra Medis di Indonesia

Minhajul Yusri Khairi¹, Eliyah Acantha Manapa Sampetoding^{2*}, Yulita Sirinti Pongtaming³^{1,2*} Sistem Informasi, Universitas Hasanuddin
³ Administrasi Kesehatan, Universitas Negeri Makassar¹minhajulkhairi@gmail.com, ^{2*}elijahacantha@unhas.ac.id, ³yulita.sirinti@unm.ac.id

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Artificial Intelligence Deep Learning Analisis Citra Medis Tinjauan Pustaka Sistematis	Artificial Intelligence (AI) telah berkembang pesat, termasuk di bidang kesehatan, khususnya dalam analisis citra medis. Salah satu cabangnya, Deep Learning (DL), menunjukkan kemampuan luar biasa dalam mengidentifikasi pola dan mengolah data citra medis. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan pustaka sistematis mengenai penerapan deep learning dalam analisis citra medis di Indonesia, menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) berbasis model Kitchenham. Dari 45 artikel yang diidentifikasi, 12 artikel dipilih berdasarkan kriteria inklusi, eksklusi, dan relevansi untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil studi menunjukkan bahwa metode deep learning seperti Fourier Adaptive Recognition System (FARS) dan Residual Neural Network (ResNet50) telah berhasil meningkatkan akurasi diagnosa penyakit. Namun, tantangan yang dihadapi meliputi keterbatasan infrastruktur medis, kurangnya data berkualitas, serta perlunya penerapan yang lebih luas di fasilitas kesehatan. Temuan ini menunjukkan potensi besar deep learning untuk meningkatkan pelayanan kesehatan di Indonesia, asalkan tantangan-tantangan tersebut dapat diatasi.
Keywords: Artificial Intelligence Deep Learning Medical Image Analysis Systematic Literature Review	ABSTRACT <i>Artificial Intelligence (AI) has experienced rapid growth, including in healthcare, particularly in medical image analysis. One of its branches, Deep Learning (DL), has demonstrated remarkable capabilities in pattern recognition and processing medical image data. This study aims to conduct a systematic literature review on the application of deep learning in medical image analysis in Indonesia, using the Systematic Literature Review (SLR) method based on the Kitchenham model. Out of 45 identified articles, 12 were selected based on inclusion and exclusion criteria, as well as relevance, for further analysis. The results show that deep learning methods such as the Fourier Adaptive Recognition System (FARS) and Residual Neural Network (ResNet50) have successfully improved diagnostic accuracy for diseases. However, challenges remain, including limited medical infrastructure, insufficient high-quality data, and the need for broader implementation in healthcare facilities. These findings highlight the significant potential of deep learning to enhance healthcare services in Indonesia, provided that these challenges can be addressed.</i>

I. Pendahuluan

Artificial Intelligence (AI) sedang mengalami pertumbuhan yang sangat pesat akhir-akhir ini. Dampaknya tidak hanya terbatas pada bidang-bidang tertentu, tetapi juga telah mulai memberikan kontribusi dalam dunia kesehatan [1]. Salah satu cabang AI yang paling berkembang pesat adalah *Deep Learning* (DL) yang memiliki kemampuan luar biasa dalam mengenali pola dan melakukan analisis terhadap data berukuran besar dan kompleks. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan model *deep learning* telah membawa perubahan besar dalam dunia medis, mulai dari deteksi penyakit hingga analisis citra medis.

Dalam konteks kesehatan, analisis citra medis memegang peranan penting dalam diagnosis penyakit dan pengambilan keputusan klinis. Ada banyak citra medis yang dapat dimanfaatkan dalam bidang medis, seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), *Computer Tomography* (CT), *ultrasounds*, *X-Rays*, *histology*, dan *positron emission tomography* (PET) yang masing-masing memiliki kegunaannya

tersendiri [2]. Potensi ini menunjukkan bahwa teknologi berbasis AI seperti *deep learning* dapat menjadi solusi untuk meningkatkan sistem pelayanan kesehatan di Indonesia.

Namun dari banyaknya kelebihan *deep learning* ternyata juga memiliki keterbatasan seperti *deep learning* membutuhkan data dalam jumlah besar untuk pelatihan, yang mungkin tidak selalu tersedia. Kemudian performa *deep learning* sangat bergantung pada kualitas data pelatihan. Data yang bias atau bising dapat menghasilkan model yang tidak akurat. Model *deep learning* seringkali dianggap sebagai "kotak hitam" karena sulit untuk memahami bagaimana mereka membuat keputusan. Hal ini dapat menimbulkan masalah interpretasi dan kepercayaan. Pelatihan model *deep learning* seringkali membutuhkan sumber daya komputasi yang signifikan, membuatnya tidak dapat diakses bagi semua orang [3].

Penerapan *deep learning* pada analisis citra medis di Indonesia dapat memberikan solusi terhadap keterbatasan tersebut, khususnya dalam mendukung daerah-daerah yang mengalami keterbatasan tenaga ahli medis. Namun, masih ada tantangan besar yang harus diatasi, termasuk infrastruktur medis yang memadai, dan peraturan yang mengatur penggunaan teknologi ini.

Makalah ini bertujuan untuk melakukan tinjauan pustaka sistematis (*Systematic Literature Review*) terkait penerapan *Deep Learning* dalam analisis citra medis di Indonesia. Makalah ini menyajikan gambaran mengenai hasil analisis dan sintesis literatur terkait. Dengan demikian, makalah ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tantangan, manfaat, dan kemungkinan pengembangan teknologi *deep learning* dalam sistem pelayanan kesehatan di Indonesia.

II. Metode

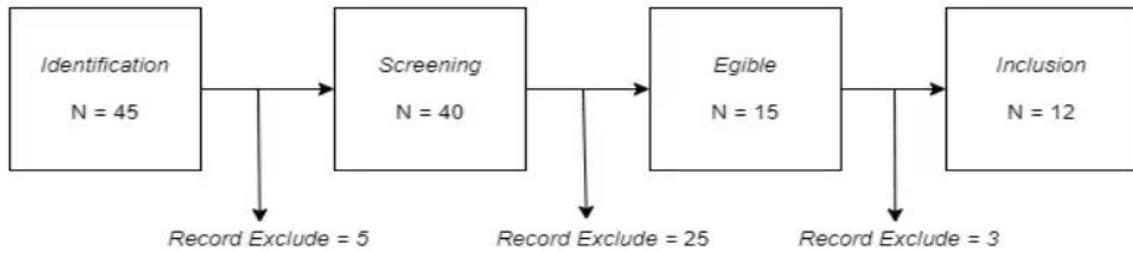
Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pendekatan model Kitchenham untuk mengidentifikasi penelitian yang relevan mengenai penerapan *Deep Learning* dalam menganalisis citra medis di Indonesia. Tahapan metode SLR dalam penelitian ini terdiri dari dua langkah utama yaitu sebagai berikut.

2.1 Perencanaan

Langkah pertama dalam SLR ini adalah menentukan kata kunci spesifik pada Science Direct, yaitu "Deep Learning" AND "Medical Image Analysis" AND "Indonesia". Studi yang dipilih adalah publikasi dengan rentang waktu antara tahun 2020 hingga 2024, yang ditulis dalam bahasa Inggris. Untuk mempersempit ruang lingkup studi, penulis juga menerapkan filter terhadap jenis artikel, dengan hanya memilih *Research Articles*, *Review Articles*, dan *Conference Papers*. Selain itu, penulis juga memastikan bahwa hanya artikel yang memiliki akses gratis (*free access*) yang dipertimbangkan dalam proses seleksi.

2.2 Pelaksanaan

Dari hasil pencarian awal, ditemukan 45 artikel. Selanjutnya dilakukan *screening* untuk mengevaluasi abstrak dan relevansi artikel dengan topik penelitian dan juga memilih publikasi 5 tahun terakhir, sehingga jumlah artikel yang lolos ke tahap berikutnya berkurang menjadi 40 artikel. Langkah selanjutnya, yaitu *egible*, dilakukan seleksi berdasarkan akses penuh teks serta penerapan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil dari proses ini menunjukkan bahwa hanya 15 artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut. Tahap akhir, yaitu *inclusion*, adalah tahap dimana artikel yang paling relevan dipilih untuk dianalisis secara mendalam. Setelah melalui proses seleksi, sebanyak 12 artikel diputuskan untuk dimasukkan dalam analisis akhir tinjauan pustaka ini. Proses SLR ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Pemilihan Artikel

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang didapatkan pada penelitian ini terdapat sebanyak 12 artikel terpilih melalui model Kitchenham yang telah dilakukan (Gambar 1). Hasil review dapat dibuktikan dengan dituliskan dalam bentuk tabel yang mencakup judul artikel, teknologi, klasifikasi, dan hasil pada artikel.

Tabel 1. Hasil Review Artikel

Judul	Teknologi	Klasifikasi	Hasil
Enhancing medical image analysis with unsupervised domain adaptation approach across microscopes and magnifications	Fourier Adaptive Recognition System (FARS)	Digital	Penelitian ini memperkenalkan FARS sebagai model yang dirancang untuk pengenalan adaptif parasit malaria, namun juga memiliki potensi dalam diagnostik tumor dan kanker. Dengan memanfaatkan pelabelan segmentasi semantik, pelatihan adversarial, dan Color Domain Aware Fourier Domain Adaptation (F2DA), FARS meningkatkan ekstraksi fitur lintas domain dan magnifikasi. Hasilnya menunjukkan peningkatan kinerja signifikan pada adaptasi lintas domain dan magnifikasi, menjadikannya langkah maju dalam pengenalan parasit dan citra medis lainnya.
A combination of optimized threshold and deep learning-based approach to improve malaria detection and segmentation on PlasmoID dataset	Hybrid Automated Detection System	Digital	Penelitian ini mengusulkan metode hibrida untuk deteksi dan segmentasi parasit malaria menggunakan teknik pemrosesan citra dan deep learning. Metode ini diujikan pada dataset PlasmoID yang terdiri dari 468 citra mikroskopis terinfeksi malaria

			dari Indonesia. Hasilnya menunjukkan metode ini mencapai F1-score 0.91 dalam deteksi parasit, serta kinerja yang lebih baik dalam hal sensitivitas, spesifisitas, dan F1-score dibandingkan metode segmentasi semantik asli. Temuan ini menunjukkan potensi besar untuk diterapkan dalam sistem CAD deteksi malaria di daerah dengan sumber daya terbatas.
Simply Fine-Tuned Deep Learning-Based Classification for Breast Cancer with Mammograms	Convolutional Neural Network (ResNet50)	Digital	Penelitian ini mengimplementasikan model Residual Neural Network 50 (ResNet50) bersama dengan algoritma gradient adaptif, adaptive moment estimation, stochastic gradient descent, serta teknik augmentasi data dan fine-tuning untuk mengklasifikasikan massa payudara dari gambar mammogram. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model ini mampu mengklasifikasikan kanker payudara ke dalam kategori jinak dan ganas dengan hasil yang memuaskan dalam hal akurasi, nilai-p, AUC, sensitivitas, presisi, F1-score, spesifisitas, dan kappa. Model ini menunjukkan kelayakan dalam membantu diagnosis kanker payudara dari gambar mammogram.
Diabetic Retinopathy Grading From Color Fundus Images: An Autotuned Deep Learning Approach	ResNet50, VGG16, MobileNetv2, Inceptionv3, InceptionResnetv2	Digital	Penelitian ini mengembangkan metode otomatis untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan retinopati diabetik (DR) menggunakan berbagai model deep learning. Algoritma yang diusulkan menggunakan teknik pengolahan gambar yang diperkaya dan penyesuaian hyperparameter otomatis. ResNet50 menunjukkan kinerja terbaik, dengan akurasi klasifikasi sebesar 94.7% dan akurasi deteksi sebesar 99.8%, dibandingkan dengan model lain seperti VGG16, MobileNetv2, Inceptionv3, dan

			InceptionResnetv2. Penelitian ini memberikan solusi yang lebih baik dalam mendeteksi fitur-fitur kecil pada gambar fundus untuk diagnosis DR pada tahap awal.
Deer Hunting Optimization with Deep Learning Model for Lung Cancer Classification	DHODCNN-LCC, RefineDet, DSAE, DHOA	Digital	Penelitian ini memperkenalkan teknik DHODCNN-LCC untuk deteksi dan klasifikasi kanker paru-paru. Proses melibatkan dua tahap pra-pemrosesan (peningkatan kontras dan penghapusan noise), serta ekstraksi fitur menggunakan model RefineDet dengan Nadam optimizer. Model DSAE digunakan untuk klasifikasi nodul paru-paru, sementara algoritma optimasi deer hunting (DHOA) diterapkan untuk tuning hyperparameter. Eksperimen menunjukkan bahwa DHODCNN-LCC memberikan performa yang unggul dalam berbagai aspek dibandingkan pendekatan terbaru, dengan hasil yang lebih baik dalam klasifikasi kanker paru-paru berdasarkan dataset acuan.
Analysis on Improved Gaussian-Wiener filtering technique and GLCM based Feature Extraction for Breast Cancer Diagnosis	Gaussian-Wiener Filter, GLCM-based Feature Extraction	Digital	Penelitian ini menggunakan kombinasi filter Gaussian-Wiener untuk mengurangi noise pada gambar MRI, sehingga menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik untuk deteksi tumor. Dari hasil pra-pemrosesan, fitur penting diekstraksi untuk menganalisis tekstur tumor melalui metode GLCM. Analisis dilakukan pada database ISPY-2 MRI payudara, dengan hasil menunjukkan bahwa metode ini memberikan kinerja yang lebih baik dalam kualitas gambar dan deteksi kanker payudara dengan akurasi mendekati 100%.
Deep neural network incorporating domain and resolution	Multistage Transfer Learning, CNN, Vision Transformer	Digital	Penelitian ini menggunakan pembelajaran transfer multi-tahap berbasis CNN dan Vision

transformations model for histopathological image classification			Transformer untuk mengklasifikasikan gambar histopatologi kanker payudara sebagai jinak atau ganas. Menggunakan dataset BreakHis, penelitian ini memodifikasi dan menyempurnakan arsitektur terkenal seperti VGG19, ResNet, InceptionV3, Xception, Inception-ResNetV2, dan NASNet-Large. Model ini menghasilkan akurasi uji 93,97% hingga 100% dengan F1-score 0,91 hingga 1,00, menunjukkan peningkatan kinerja klasifikasi menggunakan pembelajaran transfer multi-tahap. Pendekatan ini berpotensi diterapkan dalam diagnosis kanker payudara di klinik.
Diagnosing Pneumonia Symptoms Using Chest X-ray (CXR) Images	MobileNetV2 Model, White Balance, CLAHE	Digital	Penelitian ini menggunakan model MobileNetV2 dengan teknik peningkatan gambar seperti white balance dan CLAHE untuk mendiagnosis pneumonia dari gambar CXR. MobileNetV2 dikenal efisien dalam pengenalan gambar. White balance digunakan untuk memperbaiki ketidakseimbangan warna, sedangkan CLAHE meningkatkan kontras dan detail gambar. Hasil menunjukkan akurasi tinggi untuk klasifikasi tiga kelas (91,17%) dan dua kelas (99,76%) dengan kehilangan rendah, terutama setelah 50 epoch. Namun, penelitian ini menyoroti pentingnya keseimbangan antara waktu komputasi dan risiko overfitting saat menambah epoch.
Modified Histogram Equalization for Improved CNN Medical Image Segmentation	CNN, Histogram Equalization (HE), Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), Hybrid Approaches (HE-CLAHE, CLAHE-HE)	Digital	Penelitian ini menggunakan CNN dengan peningkatan gambar melalui HE, CLAHE, dan pendekatan hibrid (HE-CLAHE dan CLAHE-HE) untuk segmentasi gambar medis pada dataset Lung CT-Scan dan Chest X-ray. Hasil

			menunjukkan bahwa pendekatan CLAHE-HE meningkatkan akurasi segmentasi hingga 1,23% pada data pelatihan dan 3,22% pada data pengujian untuk gambar Lung CT-Scan. Pada gambar Chest X-ray, peningkatan akurasi mencapai 1,58% pada data pelatihan dan 0,96% pada data pengujian. Nilai DSC dan SSIM masing-masing mencapai 0,92 dan 0,97, menunjukkan kualitas segmentasi yang tinggi.
Learning to segment complex vessel-like structures with spectral transformer	Spectral Transformer (SpecFormer), Sparse Spectral Neural Operator (SSNO), Dual Attention Block (DAB)	Digital	Penelitian ini memperkenalkan SpecFormer, sebuah Transformer yang dibangun dari domain frekuensi untuk segmentasi struktur gambar yang memanjang dan linear, seperti pembuluh retina, retakan permukaan, dan peta jalan. SSNO digunakan untuk memodulasi spektrum frekuensi yang terfokus pada frekuensi rendah, menangkap pola dan variasi struktur global. SpecFormer, dengan blok DAB yang dirancang untuk menangkap ketergantungan jarak jauh dan informasi kontekstual, menunjukkan peningkatan konsisten dibandingkan metode terbaru (SOTA) dalam berbagai dataset publik.
A new family of instance-level loss functions for improving instance-level segmentation and detection of white matter hyperintensities in routine clinical brain MRI	Instance Loss Functions (Segmentation Loss, Center Loss, False Instance Rate Loss, Proximity Loss), Ensemble Inference Models	Digital	Penelitian ini memperkenalkan keluarga baru fungsi loss instance-level untuk meningkatkan pelatihan neural network dalam segmentasi dan deteksi objek pada citra biomedis. Fungsi-fungsi ini memperbaiki kualitas segmentasi berdasarkan instansi objek, terutama pada objek berukuran kecil. Hasil evaluasi pada data ADNI dan WMH Segmentation Challenge menunjukkan bahwa kombinasi fungsi loss instance-level mengungguli fungsi loss

			pixel-level tradisional dalam deteksi dan segmentasi WMH. Fungsi-fungsi ini juga terbukti efektif dan generalizable saat diterapkan pada segmentasi nuklei pada citra histopatologi.
Efficient multi-stage feedback attention for diverse lesion in cancer image segmentation	Iterative Feedback Mechanism, Encoder-Decoder Architecture, Multi-Scale Feedback Attention Mechanism, Weighted Feedback Loss Function	Digital	Penelitian ini memperkenalkan mekanisme feedback iteratif yang inovatif untuk deteksi lesi kanker dalam berbagai modalitas pencitraan medis. Mekanisme ini tidak memerlukan masker segmentasi awal dan menggunakan arsitektur encoder-decoder dengan mekanisme feedback multi-skala untuk meningkatkan akurasi prediksi mask. Sistem ini juga menerapkan fungsi weighted feedback loss untuk menggabungkan perhitungan loss secara global dan spesifik iterasi. Hasil eksperimen pada gambar kolonoskopi, ultrasonografi, dan dermoskopi menunjukkan bahwa metode ini melebihi metode state-of-the-art saat ini, membuktikan kehandalan dan fleksibilitasnya dalam mendeteksi lesi kanker di berbagai konteks pencitraan medis.

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan dalam tabel, terlihat adanya perkembangan signifikan dalam teknologi analisis gambar medis menggunakan berbagai pendekatan *deep learning*, transformasi domain, serta algoritma optimasi. Misalnya, penelitian menggunakan *Fourier Adaptive Recognition System* (FARS) menunjukkan peningkatan ekstraksi fitur dalam pengenalan parasit lintas domain dan magnifikasi, yang juga dapat diterapkan untuk diagnosa tumor dan kanker. Metode hibrida yang diusulkan dalam deteksi malaria pada dataset Plasmoid berhasil mencapai kinerja tinggi dalam deteksi dan segmentasi parasit, dengan *F1-score* sebesar 0.91, yang menunjukkan efektivitas metode ini dalam sistem CAD deteksi malaria, khususnya di daerah dengan sumber daya terbatas [6].

Selanjutnya, dalam klasifikasi kanker payudara, model *Residual Neural Network* (ResNet50) yang diterapkan menunjukkan hasil klasifikasi yang memuaskan dengan akurasi tinggi dan nilai AUC yang baik. Ini menunjukkan bahwa metode *deep learning* berbasis CNN memiliki potensi besar dalam membantu diagnosis kanker payudara. Selain itu, teknik *Deep Neural Network* dengan transfer pembelajaran yang diterapkan pada citra histopatologi juga menghasilkan akurasi tinggi, menunjukkan efektivitas teknik pembelajaran multi-tahap untuk meningkatkan kinerja klasifikasi kanker payudara [7].

Tidak hanya terbatas pada diagnosa kanker, pendekatan dalam mendiagnosa *pneumonia* menggunakan MobileNetV2 dengan teknik peningkatan gambar juga menghasilkan akurasi yang sangat

baik, baik dalam klasifikasi dua kelas maupun tiga kelas, menunjukkan kemampuan *deep learning* dalam mendeteksi penyakit paru-paru dengan efisiensi yang tinggi. Sementara itu, penelitian yang menggunakan pendekatan hybrid untuk peningkatan citra medis pada segmentasi paru-paru dan X-ray dada, menunjukkan bahwa teknik *CLAHE-HE* meningkatkan akurasi segmentasi hingga lebih dari 3% [8].

Secara keseluruhan, tabel ini mencerminkan kemajuan dalam pemanfaatan teknologi *deep learning* dan domain transformasi untuk meningkatkan akurasi dan efektivitas dalam berbagai aplikasi pencitraan medis. Metode-metode seperti *Spectral Transformer* (SpecFormer) menunjukkan kemampuan dalam menangani struktur gambar kompleks seperti pembuluh darah retina, sementara pendekatan *instance-level loss* dalam segmentasi citra biomedis terbukti meningkatkan kualitas deteksi pada objek berukuran kecil seperti *White Matter Hyperintensities* (WMH). Penelitian-penelitian ini tidak hanya mengungguli metode *state-of-the-art* yang ada, tetapi juga menawarkan solusi baru yang lebih *robust* dan dapat diadaptasi ke berbagai konteks pencitraan medis [9].

IV. Kesimpulan

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *deep learning* yang dipadukan dengan teknik peningkatan citra dan *domain adaptation* mampu membawa peningkatan signifikan dalam analisis citra medis. Dengan kemampuan yang semakin canggih, teknologi-teknologi ini memiliki potensi untuk menjadi alat diagnostik yang andal, khususnya dalam lingkungan klinis dengan sumber daya terbatas. Tantangan ke depan adalah mengoptimalkan penerapan metode ini dalam skala yang lebih luas dan memastikan ketersediaannya di berbagai fasilitas kesehatan untuk meningkatkan kualitas perawatan pasien.

Daftar Pustaka

- [1] Averil, T. K. (2024). Teknologi Medis Canggih. *Artificial Intelligence (AI)*.
- [2] Gunawan, D., & Setiawan, H. (2022). Convolutional Neural Network dalam Citra Medis. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 2(2), 376-390.
- [3] Bintang, Y. K., & Imaduddin, H. (2024). PENGEMBANGAN MODEL DEEP LEARNING UNTUK DETEKSI RETINOPATI DIABETIK MENGGUNAKAN METODE TRANSFER LEARNING. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 9(3), 1442-1455.
- [4] Pitrianti, S., Sampetoding, E. A., Purba, A. A., & Pongtambing, Y. S. (2023, November). Literasi digital pada masyarakat desa. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sistem Informasi* (Vol. 3, No. 1, pp. 43-49).
- [5] Najira, N., Riandi, R., & Surtikanti, H. K. (2024). Kajian Literatur: Penggunaan Teknologi Pembelajaran untuk Pengajaran Bioteknologi. *Jurnal Jeumpa*, 11(1), 75-83.
- [6] Ilyas, T., Ahmad, K., Arsa, D. M. S., Jeong, Y. C., & Kim, H. (2024). Enhancing medical image analysis with unsupervised domain adaptation approach across microscopes and magnifications. *Computers in Biology and Medicine*, 170, 108055.
- [7] Mudeng, V., Jeong, J. W., & Choe, S. W. (2022). Simply Fine-Tuned Deep Learning-Based Classification for Breast Cancer with Mammograms. *Computers, Materials & Continua*, 73(3).
- [8] Rifai, A. M., Raharjo, S., Utami, E., & Ariatmanto, D. (2024). Analysis for diagnosis of pneumonia symptoms using chest X-ray based on MobileNetV2 models with image enhancement using white balance and contrast limited adaptive histogram equalization (CLAHE). *Biomedical Signal Processing and Control*, 90, 105857.
- [9] Liu, H., Yang, J., Wang, S., Kong, H., Chen, Q., & Zhang, H. (2024). Learning to segment complex vessel-like structures with spectral transformer. *Expert Systems with Applications*, 243, 122851.

-
- [10] Arsa, D. M. S., Ilyas, T., Park, S. H., Chua, L., & Kim, H. (2024). Efficient multi-stage feedback attention for diverse lesion in cancer image segmentation. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 116, 102417.
- [11] Rachmadi, M. F., Byra, M., & Skibbe, H. (2024). A new family of instance-level loss functions for improving instance-level segmentation and detection of white matter hyperintensities in routine clinical brain MRI. *Computers in Biology and Medicine*, 174, 108414.
- [12] Nugroho, H. A., & Nurfauzi, R. (2023). A combination of optimized threshold and deep learning-based approach to improve malaria detection and segmentation on PlasmoID dataset., 1-12.
- [13] Athira, T. R., & Nair, J. J. (2023). Diabetic retinopathy grading from color fundus images: an autotuned deep learning approach. *Procedia Computer Science*, 218, 1055-1066.
- [14] Ranjitha, K. V., & Pushphavathi, T. P. (2024). Analysis on Improved Gaussian-Wiener filtering technique and GLCM based Feature Extraction for Breast Cancer Diagnosis. *Procedia Computer Science*, 235, 2857-2866.
- [15] Mudeng, V., & Choe, S. W. (2022). Deep neural network incorporating domain and resolution transformations model for histopathological image classification. *Computers and Electrical Engineering*, 104, 108468.
- [16] Saifullah, S., & Drezewski, R. (2023). Modified histogram equalization for improved CNN medical image segmentation. *Procedia Computer Science*, 225, 3021-3030.