

Analisis Komparatif Metode Peningkatan Kualitas Citra Digital untuk Deteksi Area Tuberculoma pada Citra MRI

Kanita Salsabila Dwi Irmanti¹, Desi Masdin Dama², Taopik Hidayat³

¹²³ Universitas Nusa Mandiri

Jl. Margonda No.545, Kota Depok, Jawa Barat 16424

¹15210006@nusamandiri.ac.id, ²15210007@nusamandiri.ac.id, ³taopik.toi@nusamandiri.ac.id

ABSTRACT

Digital imaging is essential in medical analysis, particularly in detecting tuberculoma, a serious complication of tuberculosis with high mortality. This study aims to improve T1-weighted MRI image quality to assist in identifying tuberculoma regions by evaluating four image processing techniques: segmentation, thresholding, negation, and embossing. The dataset consists of T1-weighted brain MRI images captured in superior and inferior positions, with preprocessing steps to reduce noise using Gaussian blurring, median blurring, and sharpening. The results show that the embossing method produces images with higher contrast and more prominent structural details, facilitating better tuberculoma identification. Quantitative analysis using the Structural Similarity Index Measure (SSIM) demonstrates that embossing achieves the highest scores, with 0.9283 for superior images and 0.9345 for inferior images, compared to segmentation (0.1384 and 0.1017), thresholding (0.4936 and 0.2574), and negation (-0.2417 and -0.2155). The embossing technique enhances contrast, highlights edges and structures, and preserves crucial details, improving lesion localization accuracy. This study concludes that embossing significantly contributes to medical image analysis, particularly in tuberculoma detection, and opens avenues for further research through the integration of deep learning and the use of varied MRI modalities.

Keywords: Embossed, Medical image analysis, MRI, Tuberculoma

ABSTRAK

Citra digital memiliki peran signifikan dalam analisis medis, khususnya pada deteksi tuberculoma, komplikasi serius tuberkulosis dengan tingkat kematian tinggi. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kualitas citra MRI T1 untuk mendukung identifikasi area tuberculoma melalui evaluasi empat metode pemrosesan citra, yaitu segmentasi, *thresholding*, negasi, dan *embossed*. Dataset yang digunakan berupa citra MRI T1 otak pada posisi atas dan bawah, yang dilengkapi tahap pra-pemrosesan untuk mengurangi *noise* dengan teknik *gaussian blurring*, *median blurring*, dan *sharpening*. Hasil menunjukkan bahwa metode *embossed* menghasilkan citra dengan kontras tinggi dan detail struktural yang menonjol, mempermudah identifikasi tuberculoma. Analisis kuantitatif menggunakan SSIM menunjukkan bahwa metode *embossed* memberikan nilai tertinggi, yaitu 0.9283 untuk citra posisi atas dan 0.9345 untuk citra posisi bawah, dibandingkan metode *segmented* (0.1384 dan 0.1017), *thresholded* (0.4936 dan 0.2574), serta *negated* (-0.2417 dan -0.2155). Metode *embossed* terbukti meningkatkan kontras, menonjolkan tepi dan struktur, serta mempertahankan detail penting, sehingga mempermudah identifikasi letak lesi dengan lebih akurat. Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode *embossed* memberikan kontribusi signifikan dalam analisis citra medis, khususnya pada deteksi *tuberculoma*, serta membuka peluang pengembangan lebih lanjut melalui integrasi teknik *deep learning* dan penggunaan modalitas MRI yang lebih beragam.

Kata kunci: Analisis Citra Medis, Embossed, MRI, Tuberculoma.

I. PENDAHULUAN

Citra merupakan representasi visual (foto atau gambar) yang digunakan sebagai kumpulan data dalam pemrosesan citra digital; objek-objek ini dapat dihasilkan oleh kamera telepon seluler, kamera analog, dan beberapa alat diagnostik seperti sinar-X dan MRI. Citra merupakan representasi visual (foto atau gambar) yang digunakan sebagai kumpulan data dalam pemrosesan citra digital, objek-objek ini dapat dihasilkan oleh kamera telepon seluler, kamera analog, dan beberapa alat diagnostik seperti sinar-X dan MRI (Magnetic Resonance Imaging) [1].

Tubercoluma adalah salah satu komplikasi serius dari penyakit tuberkulosis yang memiliki tingkat kematian tinggi [2]. Salah satu metode untuk mendeteksi *tubercoluma* adalah melalui pemeriksaan MRI, yang mampu memberikan informasi rinci mengenai lokasi spesifik area yang terkena. MRI sering digunakan untuk mendeteksi tumor otak karena kemampuannya menghasilkan citra dengan kualitas tinggi. Namun, citra MRI yang dihasilkan sering kali masih mengandung *noise*, yaitu gangguan pada citra yang dapat memengaruhi akurasi proses deteksi penyakit [3]. *Noise* ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti debu pada alat deteksi, yang mengakibatkan penurunan kualitas citra. Oleh karena itu, peningkatan kualitas citra melalui teknik segmentasi menjadi langkah penting untuk mengidentifikasi lesi secara lebih akurat dengan memisahkan jaringan normal dari jaringan abnormal [4].

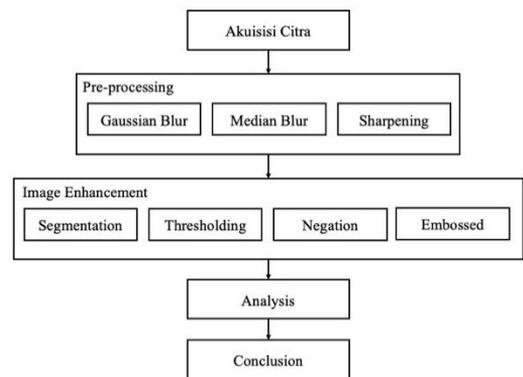
Pada kasus tumor otak, penggunaan MRI T1 saja seringkali kurang memadai karena gambar yang dihasilkan menunjukkan warna yang hampir serupa dengan jaringan otak lainnya, sehingga tampak kurang kontras [5]. Oleh karena itu, dalam dunia medis, biasanya dilakukan pemeriksaan lanjutan menggunakan teknik seperti MRI T1+ atau MRI T2. Meskipun MRI T1 dapat membantu mendeteksi tumor otak, diperlukan tahap kontras tambahan agar tumor dapat terlihat dengan lebih jelas dan akurat [6].

Pada kasus tumor otak, kombinasi citra

MRI T1, T1+, dan T2 diperlukan untuk memberikan informasi yang lebih lengkap dalam mengidentifikasi karakteristik kelainan. Namun, penelitian ini berfokus pada penggunaan satu jenis citra MRI, yaitu MRI T1, untuk mendeteksi keberadaan tumor otak. Pemilihan MRI T1 didasarkan pada keterbatasannya dalam menghasilkan kontras yang memadai dibandingkan dengan jenis MRI lainnya, sehingga kurang efektif dalam mengidentifikasi area *tubercoluma* secara rinci [7]. Oleh karena itu, diperlukan proses peningkatan kualitas citra untuk mendeteksi area tumor otak secara spesifik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi area spesifik *tubercoluma* dengan membandingkan lima metode peningkatan kualitas citra, yaitu *segmentation*, *thresholding*, *negation*, dan *embossed*.

II. METODE PENELITIAN

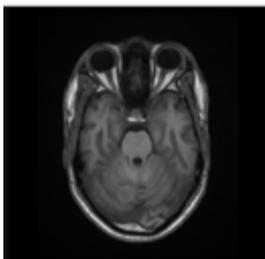
Penelitian ini menggunakan metode perbaikan kualitas citra, diantaranya *segmentation*, *thresholding*, *negation*, dan *embossed*. Sebelum melakukan analisis perbandingan metode perbaikan citra, dilakukan terlebih dahulu tahapan *pre-processing* guna mengurangi *noise* pada citra. Teknik yang digunakan dalam pengurangan *noise* ini diantaranya *gaussian blurring*, *median blurring*, dan *sharpening*. Semua proses penelitian diilustrasikan pada Gambar 1.



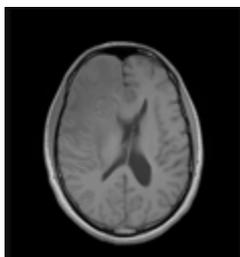
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian dimulai

dengan tahap penentuan dataset. Dataset yang digunakan adalah dataset publik yang berisi hasil pemindaian MRI otak dengan berbagai klasifikasi tumor, yang memberikan gambaran berbeda tentang struktur dan kondisi jaringan dalam tubuh. Dalam penelitian yang dilakukan terfokus pada gambar MRI T1, jenis pencitraan MRI yang menampilkan cairan serebrospinal berwarna gelap, sementara jaringan otak terlihat lebih terang. Dataset yang digunakan adalah hasil MRI T1 pada kasus tumor otak dengan jenis *tuberculoma*, terdiri dari dua citra dengan posisi yang berbeda, yaitu pada posisi bawah (Gambar 2) dan posisi atas (Gambar 3).



Gambar 2. Citra MRI T1 *Tuberculoma* Posisi Bawah



Gambar 3. Citra MRI T1 *Tuberculoma* Posisi Atas

Tahap berikutnya adalah *pre-processing* data, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra dan mengurangi noise menggunakan tiga teknik utama, yaitu *gaussian blurring*, *median blurring*, dan *sharpening*.

1. *Gaussian Blurring*

Teknik ini digunakan untuk mengurangi noise pada data citra dengan memfokuskan citra pada titik tertentu. *Gaussian blurring* mengaplikasikan filter *gaussian* yang menghasilkan efek kabur (blur) dengan cara menyebarkan intensitas *pixel* secara

merata [8]. Hal ini membantu menekan gangguan yang tidak diinginkan dan membuat struktur utama dalam gambar lebih jelas untuk analisis lebih lanjut [9].

2. *Median Blurring*

Teknik ini digunakan untuk mengurangi noise, khususnya noise jenis *salt-and-pepper*. *Median blurring* bekerja dengan mengganti setiap *pixel* dalam gambar dengan nilai median dari *pixel* tetangganya [8]. Hal ini efektif dalam menghilangkan noise tetapi tetap mempertahankan tepi-tepi tajam dalam gambar [10].

3. *Sharpening*

Teknik penajaman atau *sharpening* juga digunakan untuk mengurangi noise. Proses ini bertujuan untuk menonjolkan tepi-tepi dan detail dalam gambar. *Sharpening* menambahkan kecerahan antara *pixel* yang berdekatan untuk membuat batas objek lebih jelas dan gambar tampak lebih tajam. Teknik ini berguna untuk memusatkan fitur penting yang mungkin kurang terlihat dalam gambar asli [11].

Setelah citra bebas dari noise, analisis data dilakukan untuk membandingkan metode perbaikan kualitas citra, yang terdiri dari *segmentation*, *thresholding*, *negation*, dan *embossed*. Proses ini dirancang untuk mengidentifikasi metode paling efektif dalam mendeteksi area spesifik *tuberculoma*.

1. *Segmentation*

Metode segmentasi digunakan sebagai metode perbaikan kualitas citra untuk memisahkan area yang mencurigakan atau abnormal yang mungkin merupakan *tuberculoma* dari bagian lain dalam gambar MRI otak. Metode ini memfokuskan pada suatu area tertentu dengan mengelompokkan *pixel* dengan karakteristik yang sama [12].

2. *Thresholding*

Metode *thresholding* dapat mengubah gambar MRI ke dalam format biner dengan menetapkan ambang tertentu yang memisahkan area yang mencurigakan

sebagai tuberculoma dari latar belakang atau jaringan normal. Metode ini menghasilkan citra berwarna putih yang nilai pikselnya di atas ambang dan warna hitam yang nilai *pixel* yang dimiliki di bawah ambang batas [13].

3. *Negation*

Metode ini memiliki proses *negated* (pembalikan warna dari citra asli) yang dapat membantu dalam menyoroti area tuberculoma yang mungkin tersembunyi dalam intensitas gelap pada gambar MRI, sehingga memudahkan identifikasi [14].

4. *Embossed*

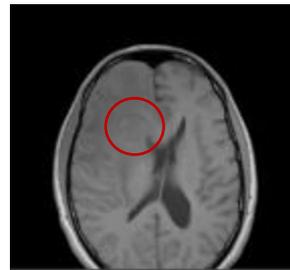
Metode *embossed* merupakan metode pemrosesan citra yang digunakan untuk memberikan efek tiga dimensi pada citra dengan menyoroti perbedaan intensitas di antara tetangga-tetangga *pixel*. Dengan mengaplikasikan efek *embossed* pada citra, dapat menekankan tepi dan detail struktural dari tuberculoma serta membantu dalam pengidentifikasian yang lebih tepat [15].

Sebagai langkah awal pemrosesan citra, sejumlah *library* Python diinstal untuk mendukung analisis citra menggunakan *Google Colaboratory* sebagai tools pendukung dalam penelitian. Proses ini mencakup berbagai tahapan teknis untuk menganalisis data dan menentukan metode yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas citra serta mendeteksi area tuberculoma secara spesifik. Dalam evaluasi kualitas citra, digunakan metrik *Structural Similarity Index Measure* (SSIM), yang berfungsi untuk mengukur kesamaan struktural antara citra hasil pemrosesan dan citra referensi. SSIM mempertimbangkan tiga komponen utama yaitu *luminance*, kontras, dan struktur, memberikan nilai antara -1 hingga 1, dengan nilai 1 menunjukkan kesamaan sempurna [16]. Metrik ini digunakan untuk menilai perbaikan kualitas citra setelah pemrosesan dan memilih metode yang paling optimal dalam meningkatkan kualitas citra medis, khususnya dalam mendeteksi *tuberculoma*. Dengan menggunakan SSIM, penelitian ini dapat menilai sejauh mana metode *embossing*

meningkatkan kontras dan detail citra dibandingkan dengan metode lainnya, sehingga memberikan hasil yang lebih tepat dalam identifikasi lesi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode deteksi tumor otak yang lebih akurat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dataset citra yang digunakan dalam penelitian (Gambar 2 dan Gambar 3), selanjutnya citra dilakukan analisis menggunakan *Python* pada *Google Colaboratory*.



Gambar 4. Penampakan Citra MRI T1 *Tuberculoma* Posisi Atas

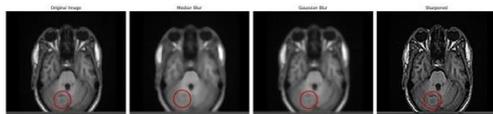
Pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa *tuberculoma* terdapat pada bagian kiri atas objek citra yang ditunjukkan dengan lingkaran merah. Sedangkan pada citra MRI posisi bawah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penampakan Citra MRI T1 *Tuberculoma* Posisi Bawah



Gambar 6. Citra MRI (a) Hasil *Median Blurring* (b), *Gaussian Blurring* (c) dan *Sharpened* (d) Posisi Atas

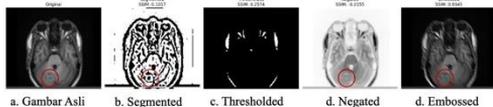


Gambar 7. Citra MRI (a) Hasil Median Blurring (b), Gaussian Blurring (c) dan Sharpened (d) Posisi Bawah

Setelah dilakukan tahapan *pre-processing* pada citra yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa semua metode *pre-processing* yang dilakukan menghasilkan citra yang baik, sehingga *tuberculoma* pada citra masih dapat terlihat dengan jelas, ditandai dengan lingkaran warna merah. Maka selanjutnya dilakukan perbaikan citra dengan hasil pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Hasil Perbaikan Citra MRI T1 Posisi Atas



Gambar 9. Hasil Perbaikan Citra MRI T2 Posisi Bawah

Berdasarkan hasil pemrosesan citra yang ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9, metode *embossed* memberikan hasil paling jelas dan terperinci dalam mendeteksi *tuberculoma* pada citra MRI T1. Pada Gambar 8, area *tuberculoma*, yang terlihat sebagai lingkaran seperti cincin di sebelah kiri atas, menjadi lebih kontras dan mudah diidentifikasi dibandingkan jaringan sekitarnya. Hasil ini didukung oleh nilai SSIM (*Structural Similarity Index*) yang mencapai 0.9283, jauh lebih tinggi dibandingkan metode lain seperti *segmented* (0.1384), *thresholded* (0.4936), dan *negated* (-0.2417). Hal serupa juga terlihat pada Gambar 9, di mana metode *embossed* kembali menunjukkan keunggulannya dengan SSIM tertinggi sebesar 0.9345, sementara metode *segmented* (0.1017), *thresholded* (0.2574), dan *negated* (-0.2155) memberikan hasil yang jauh lebih rendah, dapat dilihat pada Tabel 1. Metode

embossed tidak hanya meningkatkan kontras dan memperjelas struktur *tuberculoma*, tetapi juga mempertahankan detail penting dari citra asli, sehingga mempermudah identifikasi letak lesi secara akurat dan mendukung diagnosis yang lebih tepat.

Tabel 1. Hasil SSIM untuk Setiap Metode Pemrosesan Citra pada Gambar 8 dan Gambar 9

Metode Pemrosesan Citra	Gambar 8 (SSIM)	Gambar 9 (SSIM)
<i>Segmented</i>	0.1384	0.1017
<i>Thresholded</i>	0.4936	0.2574
<i>Negated</i>	-0.2417	-0.2155
<i>Embossed</i>	0.9283	0.9345

Tabel 1 menampilkan hasil SSIM dari empat metode pemrosesan citra, yaitu *segmented*, *thresholded*, *negated*, dan *embossed*, untuk Gambar 8 dan Gambar 9. Metode *embossed* secara konsisten menghasilkan nilai SSIM tertinggi, menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan kualitas citra dan mendukung identifikasi area *tuberculoma* secara lebih akurat.

Pada umumnya, metode *embossed* biasanya digunakan dalam desain grafis, seperti pada logo atau kemasan produk. Namun, ternyata metode tersebut ditemukan paling berhasil mencapai tujuan penelitian di gambar kedua ini. Hasil penerapannya pada gambar kedua menunjukkan gambar yang tampak bertekstur dan menonjol, khususnya di sekitar tepi-tepi lesi. Tepi *tuberculoma* menjadi lebih tajam dan terdefinisi dengan jelas, memungkinkan para ahli untuk dengan lebih mudah mengidentifikasi lokasi dan batas lesi tersebut. Dengan kata lain, metode *embossed* menciptakan perbedaan intensitas yang kuat antara *tuberculoma* dan latar belakang, yang memudahkan dalam proses identifikasi dan analisis. Oleh karena itu, dalam kasus ini, metode *embossed* berperan penting dalam meningkatkan kejelasan dan akurasi identifikasi *tuberculoma* dalam gambar MRI T1.

Pemrosesan citra MRI T1 *tuberculoma* sudah berhasil dilakukan dengan melakukan perbandingan metode perbaikan citra. Diharapkan bahwa metode *embossed* efektif

dalam mendeteksi area spesifik *tuberculoma*. Meskipun teknik analisis yang digunakan sama, namun terdapat perbedaan hasil pemrosesan citra. Pada citra posisi atas menghasilkan citra dengan kontras berbeda dengan citra posisi bawah, citra MRI T1 posisi atas memiliki kontras yang tinggi sehingga informasi mengenai area spesifik *tuberculoma* karena area dari *tuberculoma* tersebut terlihat samar atau buram.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa metode *embossed* adalah metode yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas citra MRI T1 untuk mendeteksi *tuberculoma* dibandingkan dengan metode *segmented*, *thresholded*, dan *negated*. Dengan nilai SSIM yang mencapai 0.9283 pada Gambar 8 dan 0.9345 pada Gambar 9, metode *embossed* berhasil meningkatkan kontras, memperjelas struktur *tuberculoma*, dan mempertahankan detail penting dari citra asli. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya menonjolkan tepi dan detail struktural, sehingga mempermudah identifikasi letak dan batas lesi secara lebih akurat. Dengan demikian, metode ini tidak hanya relevan untuk keperluan analisis citra medis, tetapi juga berkontribusi signifikan dalam mendukung proses diagnostik yang lebih presisi.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengintegrasikan evaluasi dengan metrik tambahan seperti *Mean Squared Error* (MSE) atau *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) guna memperkuat validitas hasil serta menyediakan pengukuran kualitas citra yang lebih komprehensif. Selain itu, penggunaan kombinasi berbagai modalitas pencitraan, seperti MRI T1, MRI T2, dan FLAIR, dinilai penting untuk memperkaya informasi diagnostik terkait karakteristik *tuberculoma* dan jaringan sekitarnya. Pendekatan berbasis *deep learning*, khususnya melalui implementasi *Convolutional Neural Networks* (CNN), juga direkomendasikan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi segmentasi serta deteksi *tuberculoma* secara otomatis. Evaluasi terhadap dataset yang lebih besar dan bervariasi, disertai validasi bersama pakar radiologi melalui studi klinis,

diperlukan untuk memastikan generalisasi metode pada populasi pasien yang lebih luas. Optimalisasi parameter pada metode *embossed* juga perlu dilakukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemrosesan citra, sehingga dapat mendukung implementasi klinis yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Hidayat, D. U. E. Saputri, and F. Aziz, "MEAT IMAGE CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING WITH RESNET152V2 ARCHITECTURE," *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, vol. 19, no. 2, pp. 131–140, Sep. 2022, doi: 10.33480/techno.v19i2.3932.
- [2] Y. Zhou, Y. Qin, T. Mu, H. Zheng, and J. Cai, "Magnetic resonance imaging findings of intraspinal tuberculoma in children," *Front Neurol*, vol. 13, p. 936837, 2022.
- [3] M. A. Armansyah, "Aplikasi Pengolahan Citra Mri Untuk Deteksi Area Kanker Otak Dengan Menggunakan Metode Robinson," *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, vol. 1, no. 3, pp. 91–96, 2022.
- [4] D. Iskandar and others, "Digital Image Processing Untuk Grading Citra Buah Manggis menggunakan Metode K-NN," *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 116–123, 2022.
- [5] A. W. Jatmiko, C. A. Wandani, and L. W. Istigfarisky, "Efek Pemakaian Kontras Untuk Optimalisasi Citra Pada Pemeriksaan Diagnostik Magnetic Resonance Imaging (MRI)," *Jurnal Biosains Pascasarjana*, vol. 23, no. 1, p. 28, 2021.
- [6] Y. Wang, P. van Gelderen, J. A. de Zwart, and J. H. Duyn, "B0-field dependence of MRI T1 relaxation in human brain," *Neuroimage*, vol. 213, p. 116700, 2020.
- [7] D. J. West *et al.*, "An MR fingerprinting approach for quantitative inhomogeneous magnetization transfer imaging," *Magn Reson Med*, vol. 87, no. 1, pp. 220–235, 2022.

- [8] G. S. Nugroho and G. Hazmin, "Perbandingan Algoritma untuk Mereduksi Noise pada Citra Digital," *Journal of Information Technology Ampera*, vol. 3, no. 2, pp. 159–174, 2022.
- [9] S. Y. Nainggolan, U. Khair, and others, "PENINGKATAN KUALITAS CITRA MRI SCAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN FILTER," in *SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI*, 2020, pp. 348–355.
- [10] W. Wirdawati, S. Yulihartati, and A. Ramadhanu, "Identifikasi Citra Jeruk Nipis dengan Contrast Stretching dan Median Filter," *Journal of Education Research*, vol. 5, no. 4, pp. 6605–6613, 2024.
- [11] M. A. Saefuddin, I. Robiyansyah, A. Fauzi, S. Wardi, and I. H. Ikasari, "Implementasi Metode Sharpening Untuk Memperbaiki Kualitas Citra," *Buletin Ilmiah Ilmu Komputer dan Multimedia (BIKMA)*, vol. 1, no. 4, pp. 656–659, 2023.
- [12] M. Mellyadi and P. Harliana, "Segmentasi citra satelit dalam observasi dan konservasi hutan lindung taman nasional gunung lauser menggunakan algoritma fuzzy c-means," *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 90–96, 2022.
- [13] M. F. Cahyadi, S. Syahputra, and M. A. Syari, "Penerapan Metode Thresholding Pada Proses Transformasi Citra Digital," *Educate: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pengajaran*, vol. 1, no. 3, pp. 319–346, 2022.
- [14] E. Renaldo, M. F. R. Pratama, M. Y. Setiawan, and F. P. Putra, "OPERASI TITIK PADA PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK PENINGKATAN KUALITAS GAMBAR MENGGUNAKAN MATLAB," in *MDP Student Conference*, 2022, pp. 200–205.
- [15] M. Hanum, "Implementasi Teknik Embossing pada Pengenalan Plat Kendaraan untuk Identifikasi Otomatis Berbasis OpenCV," *JoMMiT: Jurnal Multi Media dan IT*, vol. 8, no. 1, 2024.
- [16] T. Hidayat, "IDENTIFIKASI MORFOLOGI CITRA DAGING MENGGUNAKAN TEKNIK PENGOLAHAN CITRA DIGITAL," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 1, pp. 1580–1586, 2025.