# Optimalisasi Kualitas ROI (*Region of Interest*) Citra Kontur Kulit Pasien Kanker Payudara Menggunakan Kombinasi Metode Penguatan Kontras Berdasarkan Data LiDAR

# Optimizing the ROI (Region of Interest) Quality of Breast Cancer Skin Contour Images Using a Combination of Contrast Enhancement Methods Based on LiDAR Data

**Vanis Aisyatul Ayu Sugiarti[1]; Muktamar Cholifah Aisiyah[1*]; Aris Widodo[1]; Asmaul Lutfi Marufah[1]**

[1]Jurusan Fisika, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Lamongan, Kampus 1 Lamongan, Lamongan, Jawa Timur, Indonesia 62218

*Email*: vanisaisyah02@gmail.com; *ifaaisiyah4@gmail.com; aris.prof22@gmail.com; asmaullutfimarufah@umla.ac.id

***Received: 28th June 2025; Revised: 3rd August 2025; Accepted: 8th August 2025***

**Abstrak –** *Kanker payudara merupakan jenis kanker dengan tingkat prevalensi dan mortalitas tertinggi di Indonesia, yang sebagian besar disebabkan oleh keterlambatan diagnosis. Kurangnya kualitas citra medis menjadi salah satu kendala dalam mendeteksi kanker secara dini. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kualitas citra pada area Region of Interest (ROI) kontur kulit pasien kanker payudara berbasis data Light Detection and Ranging (LiDAR) melalui kombinasi metode penguatan kontras dan pengurangan noise. Penelitian menggunakan 80 data citra (40 anomali kanker dan 40 normal tanpa kanker) dan memanfaatkan perangkat lunak MATLAB versi 24.1.0.2537033 (R2024a) untuk pengolahan citra, mulai dari peningkatan CNR, peningkatan SNR, hingga masking ROI secara semi-otomatis. Hasil menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan terhadap nilai CNR (rata-rata 38%) dan SNR (rata-rata 42%). Hasil ini diperkuat oleh uji T berpasangan yang menunjukkan perbedaan signifikan antara citra sebelum dan sesudah pengolahan, baik pada parameter CNR $\alpha < 0{,}0001$ maupun SNR $\alpha < 0{,}0001$. Hasil ini mendukung pernyataan bahwa peningkatan kualitas citra tidak hanya terjadi secara visual, tetapi juga terbukti secara statistik. Penelitian ini membuktikan bahwa metode yang digunakan efektif dalam meningkatkan kualitas citra, serta menunjukkan bahwa data LiDAR memiliki potensi besar dalam sistem pencitraan medis.*

**Kata kunci:** *Kanker payudara; penguatan kontras; LiDAR; MATLAB; ROI.*

**Abstract –** *Breast cancer has the highest prevalence and mortality rates among cancers in Indonesia, largely due to delayed diagnosis. One of the major challenges is the poor quality of medical images used for early detection. This study aims to improve the quality of images in the important area of the skin around breast cancer patients using Light Detection and Ranging (LiDAR) data by combining methods to enhance contrast and reduce noise. A total of 80 image data (40 cancer anomalies and 40 normal without cancer) and utilized MATLAB software version 24.1.0.2537033 (R2024a) for image processing, starting from increasing CNR and increasing SNR to semi-automatic ROI masking. The results showed that there was a significant increase in CNR values (an average of 38%) and SNR (an average of 42%). These results are supported by a paired T-test, which shows a significant difference between pre- and post-processed images, both in CNR $\alpha < 0.0001$ and SNR $\alpha < 0.0001$ parameters. These findings support the claim that image quality improvement is not only visually evident but also statistically evident. This study proves that the method used is effective in improving image quality and shows that LiDAR data has great potential in medical imaging systems.*

**Keywords:** *Breast cancer; contrast enhancement; LiDAR; MATLAB; ROI.*

## 1. Pendahuluan

Kanker payudara adalah masalah kesehatan masyarakat yang semakin mengkhawatirkan, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Berdasarkan data *Global Cancer Observatory* (Globocon) tahun 2020, kanker payudara menempati urutan pertama jenis kanker dengan prevalensi tertinggi, yakni 16,6% dari total kasus kanker di Indonesia, disertai dengan angka kematian yang tinggi akibat keterlambatan diagnosis [1]. Sementara itu jumlah kematian akibat kanker payudara mencapai hingga 22.000 lebih jiwa. Sekitar 70% kasus kanker payudara dideteksi saat sudah memasuki tahap lanjut. Padahal 43% kematian dapat dihindarkan dengan melakukan deteksi secara dini dan penanganan klinis lebih awal [2]. Salah satu tantangan terbesar dalam upaya deteksi dini adalah rendahnya kualitas citra medis, khususnya pada area yang menjadi fokus analisis atau disebut sebagai *Region of Interest* (ROI). Citra dengan kontras rendah atau dipenuhi *noise* dapat menyebabkan diagnosis yang keliru, baik berupa *false negative* maupun *false positive*, yang sama-sama berdampak serius [3].

Seiring dengan berkembangnya teknologi pengolahan citra digital, metode pemrosesan citra berbasis MATLAB mampu memperkuat fitur penting dalam citra medis dan meningkatkan keterbacaan ROI secara signifikan. MATLAB menyediakan berbagai fungsi pemrosesan seperti histogram equalization dan filtering yang sangat berguna dalam dunia medis [4]. Selain itu, penggunaan teknologi *Light Detection and Ranging (*LiDAR) sebagai sumber data permukaan tiga dimensi mulai menarik perhatian dalam bidang biomedis karena ketepatannya dalam menangkap kontur permukaan secara spasial. LiDAR mampu menghasilkan data topografi permukaan tubuh dengan akurasi tinggi melalui pengukuran pantulan pulsa cahaya [5]. LiDAR adalah teknologi yang memanfaatkan prinsip fisika optik untuk mengukur jarak dan memetakan informasi spasial suatu objek atau permukaan dengan presisi tinggi. Teknologi ini bekerja dengan memancarkan pulsa cahaya laser yang diarahkan ke target tertentu. Setelah mencapai target, pulsa cahaya tersebut memantul kembali dan dideteksi oleh sensor dalam sistem LiDAR. Prinsip utama yang digunakan adalah penghitungan waktu tempuh cahaya (*time of flight*), yaitu selang waktu antara pengiriman pulsa laser dan penerimaan pantulannya. Data ini kemudian diolah untuk menghitung jarak dengan akurat serta menghasilkan representasi spasial yang detail dari lingkungan sekitar menggunakan Persamaan (1) [6].

$$d = \frac{c.t}{2} \tag{1}$$

dengan keterangan d adalah jarak, c adalah kecepatan cahaya, t adalah waktu tempuh pulsa cahaya dan ½ adalah faktor yang digunakan karena cahaya menempuh perjalanan pulang-pergi [6].

Namun demikian, data mentah dari sensor LiDAR perlu diproses ulang agar dapat menampilkan kontur ROI dengan lebih tajam dan sesuai dengan kebutuhan analisis visual medis [7]. Penggabungan antara teknologi LiDAR dan pemrosesan citra digital menjadi peluang besar dalam penyempurnaan deteksi kontur kulit yang selama ini masih belum optimal. Pendekatan ini membuka ruang untuk penelitian inovatif yang berfokus pada kualitas citra sebagai basis peningkatan diagnosis kanker berbasis permukaan kulit [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji metode peningkatan kualitas ROI citra kontur kulit pasien kanker payudara berbasis data LiDAR menggunakan kombinasi teknik penguatan kontras dan pereduksi noise. Metode ini diimplementasikan menggunakan MATLAB melalui tahapan peningkatan kontras dan pengurangan noise tanpa menghilangkan detail ROI [9]. Evaluasi keberhasilan metode dilakukan dengan membandingkan nilai *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) dan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) sebelum dan sesudah pengolahan. CNR mengukur perbedaan kontras relatif terhadap noise, sementara SNR menunjukkan kekuatan sinyal terhadap latar noise. Kedua parameter ini penting untuk menilai kualitas dan kejelasan citra [10].

Pengaturan kontras dapat diatur menggunakan persamaan *Contrast-to-Noise Ratio*, seperti pada Persamaan (2).

$$CNR = \frac{\bar{X}_s - \bar{X}_{bg}}{\sigma_{bg}} \tag{2}$$

dimana $\bar{X}_s$ adalah rata-rata nilai intensitas piksel pada area target (sinyal), $\bar{X}_{bg}$adalah rata-rata nilai intensitas piksel pada area latar belakang (background) dan $\sigma_{bg}$ adalah deviasi standar nilai intensitas piksel pada area latar belakang [11].

Pengaturan SNR dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (3).

$$SNR = \frac{\sum_i (x_i - \bar{X}_{bg})}{\sigma_{bg}} \quad (3)$$

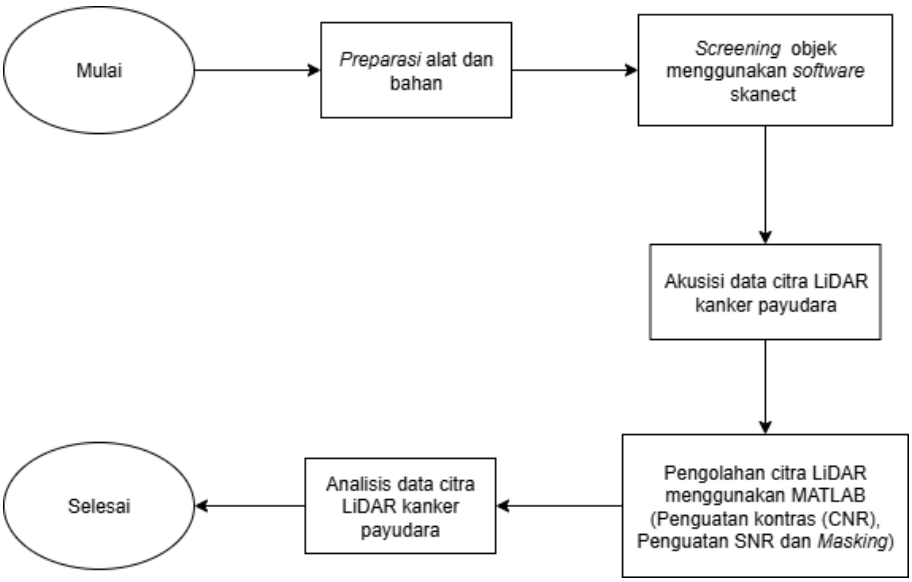
dimana $x_i$ adalah nilai intensitas piksel ke-i dalam area target atau ROI, $\bar{X}_{bg}$ adalah rata-rata nilai intensitas piksel pada latar belakang (background) dan $\sigma_{bg}$ adalah deviasi standar nilai intensitas piksel pada latar belakang [11].

Dengan pendekatan kuantitatif, penelitian ini diharapkan memberikan hasil yang lebih komprehensif dari sisi numerik. Tujuan akhirnya adalah untuk menghasilkan citra ROI dengan kualitas tinggi yang dapat membantu tenaga medis dalam mendeteksi potensi kelainan dengan lebih jelas dan cepat. Penelitian ini sekaligus memperluas pemanfaatan teknologi LiDAR dalam pengembangan sistem pencitraan medis berbasis kulit.

## 2. Material Dan Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan data primer berupa citra kontur kulit dari maneken pasien kanker payudara yang diperoleh melalui sensor LiDAR. Total data terdiri dari 80 citra LiDAR, yaitu 40 citra anomali yang mengandung benjolan/tumor dan 40 citra normal. Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan yakni bulan Maret hingga April 2025.

Akuisisi data pada penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat LiDAR yang dikombinasikan dengan aplikasi Skanect untuk menghasilkan file citra berformat JPEG. Selanjutnya, pengolahan data dilakukan secara kuantitatif menggunakan perangkat lunak MATLAB, dengan tahapan mencakup pengaturan ukuran citra, penguatan kontras, pengaturan rasio sinyal terhadap *noise* (SNR), dan *masking*. Proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

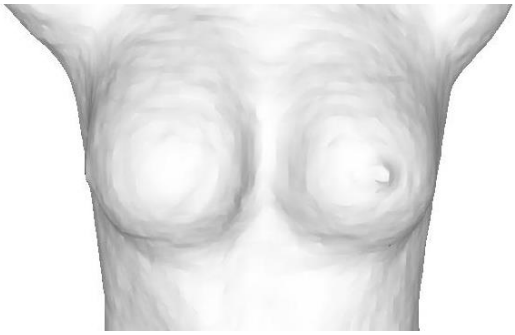



**Gambar 1.** Alur penelitian.

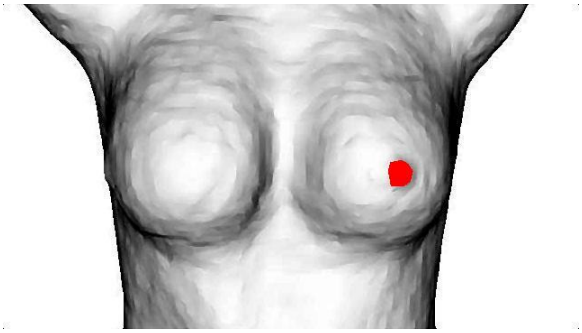
## 3. Hasil Dan Pembahasan

Dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, masing-masing menunjukkan kondisi citra sebelum dan sesudah pengolahan. Secara visual, Gambar 2 memperlihatkan bahwa tekstur kulit pada ROI belum cukup dikenali dengan jelas, dan indikasi adanya anomali pun masih terlihat samar. Hal ini menunjukkan pentingnya pengolahan lanjutan untuk memperjelas fitur-fitur kunci dalam citra. Setelah dilakukan pengolahan, Gambar 3 menampilkan hasil dari pengolahan citra yakni peningkatan CNR dan SNR, yang berdampak langsung pada keterbacaan tekstur kulit serta deteksi awal anomali. Peningkatan ini secara visual menghasilkan perbedaan yang jelas antara citra sebelum dan sesudah, terutama pada bagian kontur ROI yang menjadi lebih kontras terhadap latar belakangnya. Pada tahap ini citra mengalami pereduksian *noise* dengan dilakukan penguatan SNR. Nilai SNR yang meningkat menandakan bahwa gangguan *noise* akibat fluktuasi pengolahan sebelumnya telah berhasil dikurangi, sehingga menghasilkan citra yang lebih bersih

secara statistik yang signifikan. Peningkatan SNR lebih berfokus pada peningkatan kualitas numerik citra daripada efek visual langsung. Perbedaan signifikan antara citra sebelum dan sesudah pengolahan dapat ditinjau secara kuantitatif melalui nilai SNR sebelum dan sesudah pereduksian, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1.



**Gambar 2.** Citra sebelum diolah.



**Gambar 3.** Citra setelah proses masking.

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan peningkatan nilai CNR dari 8,3 menjadi 11,4 (naik 37,35%) dan nilai SNR dari 5,6 menjadi 7,9 (naik 41,07%) menunjukkan bahwa metode pengolahan mampu memperjelas kontras ROI dari latar belakangnya serta mengurangi gangguan *noise*. Proses peningkatan ini dilakukan melalui teknik histogram equalization lokal (CLAHE) dan filtering kombinasi Gaussian-median. Hasil ini menunjukkan bahwa penelitian berhasil meningkatkan kualitas citra secara kuantitatif, pada indikator CNR dan SNR, yang mana keduanya menjadi parameter penting dalam menilai kelayakan diagnostik pada citra medis. Hal ini diperkuat oleh hasil uji t-berpasangan yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan antara nilai sebelum dan sesudah pengolahan, baik pada data CNR ($\alpha < 0{,}0001$) maupun data SNR ($\alpha < 0{,}0001$), yang secara statistik mengonfirmasi efektivitas metode yang diterapkan dalam meningkatkan kualitas citra medis.

**Table 1.** Nilai CNR & SNR sebelum dan sesudah proses masking.

| Parameter | Nilai Sebelum | Nilai Sesudah | Peningkatan (%) |
|---|---|---|---|
| CNR | 8,3 | 11,4 | 37,35% |
| SNR | 5,6 | 7,9 | 41,07% |

Dari hasil peningkatan CNR dan SNR dilakukan proses *masking* yang menunjukkan peran krusial tahap pengolahan citra sebelumnya, khususnya peningkatan kontras dan SNR, dalam memastikan keberhasilan segmentasi area ROI. Proses ini bergantung pada kejelasan anomali yang telah ditingkatkan pada tahap sebelumnya jika anomali seperti benjolan pada citra payudara mudah dikenali akibat peningkatan kontras dan pengurangan *noise* melalui SNR, maka proses *masking* dapat dilakukan dengan tepat, dan menghasilkan isolasi ROI. Dalam konteks ini, proses *masking* dilakukan dengan memberikan *mask* secara selektif ke bagian citra yang menunjukkan indikasi adanya benjolan yang dicurigai sebagai anomali kanker payudara. *Masking* ini bertujuan untuk menandai area dengan intensitas atau tekstur yang berbeda dari jaringan sehat, sehingga dapat difokuskan untuk analisis lebih lanjut.Proses *masking* ini menjadi titik awal yang esensial untuk analisis anomali lebih lanjut, memungkinkan tenaga medis untuk memberikan diagnosis yang lebih terinformasi dan efisien [12]. Metode *masking* semi-otomatis yang diterapkan dalam penelitian ini menonjolkan kemampuan untuk mengisolasi ROI dengan kejelasan kontur yang tinggi, mengingat kontur ROI sering kali memiliki intensitas piksel yang mirip dengan jaringan sekitarnya, sehingga memerlukan pemisahan yang presisi. Segmentasi berbasis MATLAB versi 24.1.0.2537033 (R2024a) yang digunakan dalam penelitian ini memastikan pemisahan yang optimal dengan minim kehilangan data relevan, berkat algoritma yang mampu menyesuaikan dengan variasi intensitas lokal, yang sejalan dengan pendekatan Liu et al. (2023) yang menerapkan segmentasi otomatis berbasis LiDAR untuk identifikasi luka [13]. Penelitian ini merupakan tahap analisis awal, yang tujuan utamanya bukanlah mencapai akurasi absolut seperti pada diagnosis akhir, melainkan mengidentifikasi kandidat anomali dengan sensitivitas tinggi untuk meminimalkan *False Negative* (FN), meskipun *False Positive* (FP) yang mungkin akan meningkat sementara waktu. Dalam penelitian ini lebih mengutamakan

*inclusively* ROI daripada *ekslusivitas* sempurna. Data visual dari Gambar 3 menunjukkan bahwa ROI yang dihasilkan memiliki batas yang jelas dan konsisten, mengindikasikan bahwa meskipun FP mungkin terjadi akibat kesamaan intensitas dengan jaringan sekitar, hal ini dapat diterima pada tahap awal karena memastikan tidak ada anomali potensial yang terlewat (FN rendah). Berbeda dengan pendekatan Liu et al. (2023) yang fokus pada akurasi akhir pada kasus luka tekanan, penelitian ini lebih berorientasi pada skrining awal, di mana prioritasnya adalah mendeteksi semua kemungkinan anomali untuk analisis lanjutan oleh tenaga medis. FP yang lebih tinggi pada tahap ini dapat dikoreksi pada tahap analisis mendalam, sehingga metrik FN yang rendah menjadi lebih relevan daripada minimalisasi FP pada konteks awal. Dengan demikian, akurasi *masking* dalam penelitian ini tidak dapat dinilai semata-mata berdasarkan FN dan FP seperti pada analisis akhir, melainkan harus dilihat sebagai alat skrining yang efektif dengan sensitivitas tinggi, yang didukung oleh keberhasilan visual ROI pada Gambar 3 dan konsistensinya dengan kebutuhan klinis awal [13].

Perbedaan citra sebelum dan sesudah pengolahan dapat dipengaruhi oleh nilai matriks pada citra. Yang mana pada setiap pengolahan, nilai matriks akan berubah. Peningkatan kontras meningkatkan visibilitas ROI dengan perubahan intensitas moderat, sedangkan peningkatan SNR hampir tidak berpengaruh karena fokusnya pada pengurangan *noise* tanpa mengubah struktur utama, sehingga fungsi SNR pada penelitian ini adalah untuk men-stabilkan citra [14]. Jika semakin tinggi nilai peningkatan kontras dan peningkatan SNR, maka kualitas citra akan semakin optimal, sehingga detail struktur seperti lekukan atau kontur pada citra dapat terlihat dengan lebih jelas dan tajam. Peningkatan ini memungkinkan identifikasi anomali, seperti benjolan atau area abnormal lainnya, menjadi lebih akurat, yang pada gilirannya mempermudah proses *masking* untuk mengisolasi daerah yang relevan. Dengan *masking* yang dilakukan secara tepat, ROI dapat diobservasi secara lebih mendalam, memungkinkan analisis yang lebih rinci terhadap karakteristik anomali tersebut. Dari sudut pandang praktis, integrasi antara peningkatan numerik (CNR dan SNR) menunjukkan efektivitas metode. [15].

## 4. Kesimpulan

Metode pengolahan citra berbasis MATLAB yang menggabungkan penguatan kontras dan pereduksi *noise* terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas ROI citra kontur kulit berbasis LiDAR. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan nilai CNR dari 8,3 menjadi 11,4 (naik 37,35%) dan nilai SNR dari 5,6 menjadi 7,9 (naik 41,07%). Peningkatan CNR dan SNR, mempermudah tahap *masking* sehingga hal ini memperkuat potensi teknologi ini dalam mendukung deteksi dini kanker payudara.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, kepala program studi S1-Fisika, serta Universitas Muhammadiyah Lamongan.

## Pustaka

[1] Kementrian Kesehatan RI, “Kanker Payudara,” *Kementrian Kesehat. RI*, 2020, [Online]. Available: https://ayosehat.kemkes.go.id/topik-penyakit/neoplasma/kanker-payudara.

[2] Kementrian kesehatan RI, “Kanker Payudara Paling Banyak di Indonesia, Kemenkes Targetkan Pemerataan Layanan Kesehatan,” *Kementrian Kesehat. RI*, 2022, [Online]. Available: https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20220202/1639254/kanker-payudaya-paling-banyak-di-indonesia-kemenkes-targetkan-pemerataan-layanan-kesehatan/.

[3] A. Abbas, “Advances in Medical Imaging: Revolutionizing Diagnosis and Treatment,” May 30, 2023. doi: 10.31219/osf.io/ydgx9.

[4] Mathworks, “Medical Imaging Toolbox.” Accessed: Nov. 13, 2024. [Online]. Available: https://www.mathworks.com/products/medical-imaging.html

[5] Z. M. Firdaus, H. H. Handayani, and H. Hidayat, “Pemanfaatan Data LiDAR dan Foto Udara untuk Pemodelan Kota Tiga Dimensi (Studi Kasus: Wilayah Surabaya Barat),” *Geoid*, vol. 16, no. 1, p. 80, Jan. 2021, doi: 10.12962/j24423998.v16i1.8563.

[6] A. Y. Piggott, “Understanding the physics of coherent LiDAR,” Jan. 22, 2022, *arXiv*: arXiv:2011.05313. doi: 10.48550/arXiv.2011.05313.

[7] M. M. Alsahafi *et al.*, "Recent Advances In Radiology Imaging Techniques And Applications: A Review Article," *Migr. Lett.*, vol. 20, pp. 256–266, 2023.
[8] A. Irwansyah, M. I. Zazuli, and R. Akbar, "Pemetaan Area Berbasis LiDAR Menggunakan Metode KPFCNN," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 2, pp. 793–807, Apr. 2023, doi: 10.33022/ijcs.v12i2.3194.
[9] M. P. Coleman and V. Bukshtynov, *An Introduction to Partial Differential Equations with MATLAB*. CRC Press, 2024.
[10] Sumijan and Purnama, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Penerapan dalam Bidang Citra Medis*, 1st ed. Insan Cendekia Mandiri, 2021. [Online]. Available: http://repository.upiyptk.ac.id/3712/1/Dr.%20Ir.%20Sumijan%2C%20M.Sc.%20-Teori%20dan%20aplikasi%20pengolahan%20citra%20digital.pdf
[11] J. T. Bushberg, Ed., *The essential physics of medical imaging*, 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
[12] S.-C. Huang, A. Pareek, M. Jensen, M. P. Lungren, S. Yeung, and A. S. Chaudhari, "Self-supervised learning for medical image classification: a systematic review and implementation guidelines," *Npj Digit. Med.*, vol. 6, no. 1, p. 74, Apr. 2023, doi: 10.1038/s41746-023-00811-0.
[13] T. J. Liu, H. Wang, M. Christian, C.-W. Chang, F. Lai, and H.-C. Tai, "Automatic segmentation and measurement of pressure injuries using deep learning models and a LiDAR camera," *Sci. Rep.*, vol. 13, no. 1, p. 680, Jan. 2023, doi: 10.1038/s41598-022-26812-9.
[14] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and B. R. Masters, "Digital Image Processing, Third Edition," *J. Biomed. Opt.*, vol. 14, no. 2, p. 029901, 2009, doi: 10.1117/1.3115362.
[15] V. Stadnytskyi and B. Ghammraoui, "Experimental Setup for Evaluating Depth Sensors in Augmented Reality Technologies Used in Medical Devices," *Sensors*, vol. 24, no. 12, p. 3916, Jun. 2024, doi: 10.3390/s24123916.