

IMPLEMENTASI FILTER SKETSA CITRA DIGITAL MELALUI OPERASI KONVOLUSI DENGAN MATRIK KERNEL *LAPLACE OF GAUSS*

Bunbun Muhammad¹, Tedjo Darmanto^{2*}, Ryan Gustira Haryanto Putra³

^{1,2,3} Universitas Islam Nusantara, Indonesia

e-mail: tedjodarmanto@uninus.ac.id*

Abstract: Sketch filter is used usually as a preliminary process of the images due to further processing such as in pattern recognition of a certain object by deep learning method. Several types of sketch filter can be used to detect the edge of object. In this paper the implementation of convolution operation by the Laplace of Gauss kernel matrix is explored to be used as a sketch filter to detect the edge of object.

Keywords: Sketch Filter, Convolution Operation, Kernel Matrix, Edge Detection, Laplace of Gauss.

Abstrak: Filter sketsa banyak digunakan untuk pengolahan citra fase awal sebelum kemudian digunakan untuk beberapa kebutuhan, seperti untuk pengenalan pola obyek tertentu yang diolah melalui metoda deep learning. Beberapa tipe filter sketsa dapat digunakan untuk deteksi tepi obyek. Pada penelitian ini dilakukan eksplorasi implementasi operasi konvolusi jenis matrik kernel *Laplace of Gauss* untuk dijadikan filter sketsa deteksi tepi.

Kata kunci: Filter Sketsa, Operasi Konvolusi, Matrik Kernel, Deteksi Tepi, *Laplace of Gauss*.

Copyright (c) 2024 The Authors. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Beberapa peneliti melakukan penelitian terkait pengolahan citra tentang pemanfaatan filter sketsa. Membangun kerangka kerja pengolahan sketsa citra dengan menggunakan algoritma dengan langkah-langkah *two-layer*, ekstraksi sketsa dan *rendering* (Jiang, B. dan Liu, S. 2013). Menggunakan algoritma filter sketsa *two-layer* untuk melakukan estimasi entropi pada *data plane* (Lu, J. dkk. 2022). Menggunakan lanskap sketsa pensil secara otomatis untuk membangkitkan citra dari fotograf (Khayan, A dan Khoenkaw, P. 2021). Deteksi tepi pada citra menggunakan operasi non-linier dispersif fase yang mengungkapkan transisi intensitas citra dapat digunakan untuk deteksi tepi dan fitur ekstraksi yang diimplementasikan untuk deteksi tepi pada citra biomedik (Asghari, M.H. & Jalali, B. 2015). Rekognisi wajah berdasarkan filter sketsa untuk perbandingan secara forensik dan komposisi sketsa dalam investigasi kegiatan kriminal tersangka (Klum, S. dkk. 2013). Mempresentasikan sketsa wajah berdasarkan banyak representasi dari sintesis foto yang bermanfaat dalam penegakan hukum dan *digital entertainment* (Peng, C. dkk. 2015). Aplikasi filter preservasi tepi pada proses sketsa deretan citra untuk mengubah posisi hasil deteksi deretan citra yang

multitemporal (Stephane, M. & Charlotte, P. 2015). Membuat sintesis sketsa wajah dengan model *joint training* untuk meningkatkan hasil sintesis sketsa dengan konkatenasi informasi *high-pass* dari *patch* sketsa *training* dengan *patch* foto secara bersamaan dalam menghitung bobot rekonstruksi wajah (Wan, W. & Lee, H.J. 2017). Menyelesaikan masalah pembangkitan sketsa untuk pengisian celah antara dua domen berbeda (Zhang, X. dkk. 2017). Galea, C. dan Farrugia, R. mengusulkan metoda untuk ekstraksi deskriptor pola lokal dalam banyak skala dari *patch* yang tumpang tindih pada citra yang terfilter Log-Gabor untuk memperoleh *template* modalitas silang (*cross modality*) pada setiap foto dan sketsanya (Galea, C. & Farrugia, R. 2016). Chang, Q. dkk. melakukan penelitian tentang kernel GPU untuk empat arah operator Sobel 5 x 5 dengan menggunakan *warp-level primitive* dan mekanisme *prefetch* untuk meningkatkan performansi (Chang, Q. dkk. 2023). Xu, X., dkk. melakukan penelitian terhadap fitur terstruktur dengan pemodelan struktur untuk mendapatkan hasil yang tajam dan realistis sebagai deteksi tepi pada citra dengan kecerahan yang rendah (Xu, X., dkk. 2023). Lin, X. dkk. melakukan penelitian tentang deteksi tepi obyek melalui metoda deteksi segmen garis dengan panduan menggambar tepi pada level garis atau *guided edge drawing for robust line segment detection* GEDRLSD (Lin, X. dkk. 2023). Zangpo, J. dkk. melakukan penelitian secara eksperimen dalam bentuk analisis numerik dan simulasi tentang perbedaan fungsi antara skalar dan *vortex* vektor menggunakan sel dengan dinding sel sebagai amplituda obyek dan inti sel sebagai fase obyek dengan isolasi tepi fase obyek dari tepi amplituda obyek untuk meningkatkan kualitas tepi (Zangpo, J. dkk. 2023). Seo, J. dkk. membangun dua metoda *vision* untuk pemungut kantong plastik transparan berdasarkan pengolahan citra klasik dan heuristik yaitu melalui metoda deteksi tepi *canny* dan pelatihan data melalui model *deep learning* (Seo, J. dkk. 2023). Pengenalan penyakit *late blight* pada daun tomat dengan pengolahan citra dengan pemisahan bagian citra daun yang terkena penyakit dari yang normal melalui pemisahan segmen dan metoda *multi-class* SVM untuk kategorisasinya (Farooq, M.S. dkk. 2023).

Dapat disimpulkan penerapan filter sketsa gambar digital melalui operasi konvolusi dengan matriks perkalian Laplace Gauss membuka peluang baru untuk mengeksplorasi keindahan visual dalam pemrosesan gambar (Setyawan & Nawansari, 2022). Teknik ini tidak hanya menciptakan tampilan yang menarik, tetapi juga

membantu penonton melihat detail dan kontur yang mungkin hilang pada gambar aslinya. Dengan mengintegrasikan teknologi dan seni, penggunaan filter sketsa gambar digital membawa dimensi baru pada pemrosesan gambar yang realistis.

METODE

Pada penelitian ini metoda yang digunakan adalah metode yang digunakan pada pengolahan citra untuk tujuan deteksi tepi. Secara umum langkah-langkah dilakukan dalam empat langkah. Pertama, konversi citra asli menjadi citra dalam skala keabuan (*gray-scale*); Kedua, pada citra *gray-scale* dilakukan operasi konvolusi dengan filter *Laplace of Gauss* (LoG); Ketiga, untuk memperlebar jarak warna gelap dan terang dilakukan operasi *contrast* dengan menambah kecerahan warna yang cerah dan mengurangi kecerahan warna yang gelap; Keempat, untuk mempertajam hasil deteksi tepi dilakukan filter *sharp*. Langkah keempat ini bersifat opsional. Operasi konvolusi dilakukan dengan dua alternatif matrik kernel, yaitu berukuran 5 x 5 dan 7 x 7 untuk diperbandingkan hasilnya. Implementasi dengan bahasa pemrograman Java memerlukan modifikasi nilai koefisien matrik yang berada di tengah dibandingkan dengan teori, yaitu ditambah satu, agar jika dijumlahkan semua koefisien total nilainya selalu satu. Untuk mendapatkan tepi obyek yang relatif menonjol digunakan matrik kernel LoG. Nilai koefisien matrik kernel LoG 5 x 5 dapat dilihat pada Tabel 1. dan matrik kernel LoG 7 x 7 dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk mendapatkan hasil akhir tepi obyek yang moderat cukup dilakukan operasi konvolusi dengan matrik kernel LoG, tetapi jika ingin mendapatkan deteksi tepi yang lebih tegas, maka digunakan filter *sharp*. Pada penelitian ini digunakan filter *sharp*, dengan matrik 3 x 3. Terdapat empat variasi filter *sharp* yang digunakan, yaitu *sharp* horizontal, vertikal, normal dan diagonal, seperti yang ditampilkan pada Tabel 3. dan 4 (untuk matrik 3 x 3 horizontal dan vertikal) dan Tabel 5. dan 6 (untuk matrik 3 x 3 normal dan diagonal dengan nilai tengah 5). Seperti halnya matrik kernel, matrik filter *sharp* implementasinya pada pemrograman Java, nilai koefisien yang di tengah ditambah satu, sehingga jika semua nilai koefisien matrik dijumlahkan nilai totalnya selalu satu.

Tabel 1. Implementasi matrik Kernel 5 x 5 pada pemrograman Java.

0	0	-1	0	0
0	-1	-2	-1	0
-1	-2	17	-2	-1
0	-1	-2	-1	0
0	0	-1	0	0

Tabel 2. Implementasi matrik Kernel 7 x 7 pada pemrograman Java.

0	0	0	-1	0	0	0
0	0	-1	-2	-1	0	0
0	-1	-2	-3	-2	-1	0
-1	-2	-3	41	-3	-2	-1
0	-1	-2	-3	-2	-1	0
0	0	-1	-2	-1	0	0
0	0	0	-1	0	0	0

Tabel 3. Filter *sharp* horizontal 3x3.

0	0	0
-1	3	-1
0	0	0

Tabel 4. Filter *sharp* vertikal 3x3.

0	-1	0
0	3	0
0	-1	0

Tabel 5. Filter *sharp* normal 3x3.

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

Tabel 6. Filter *sharp* diagonal 3x3.

-1	0	-1
0	5	0
-1	0	-1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari hasil operasi konvolusi dengan matrik kernel LoG 5 x 5 dan 7 x 7 yang dapat diperbandingkan, menunjukkan matrik kernel LoG 7 x 7 lebih jelas menampilkan tepi obyek dibandingkan matrik kernel LoG 5 x 5, seperti dapat dilihat pada Gambar 1. (LoG 5 x 5) dibandingkan pada Gambar 2. (LoG 7 x 7), setelah menggunakan filter *sharp* horizontal, vertikal, normal dan diagonal.



Gray-scale->LoG5x5-> Contrast->Sharp

Gray-scale->LoG5x5->Contrast-> Sharp

Horizontal



Gray-scale-> LoG5x5-> Contrast->Sharp normal

vertikal



Gray-scale-> LoG5x5-> Contrast->Sharp diagonal

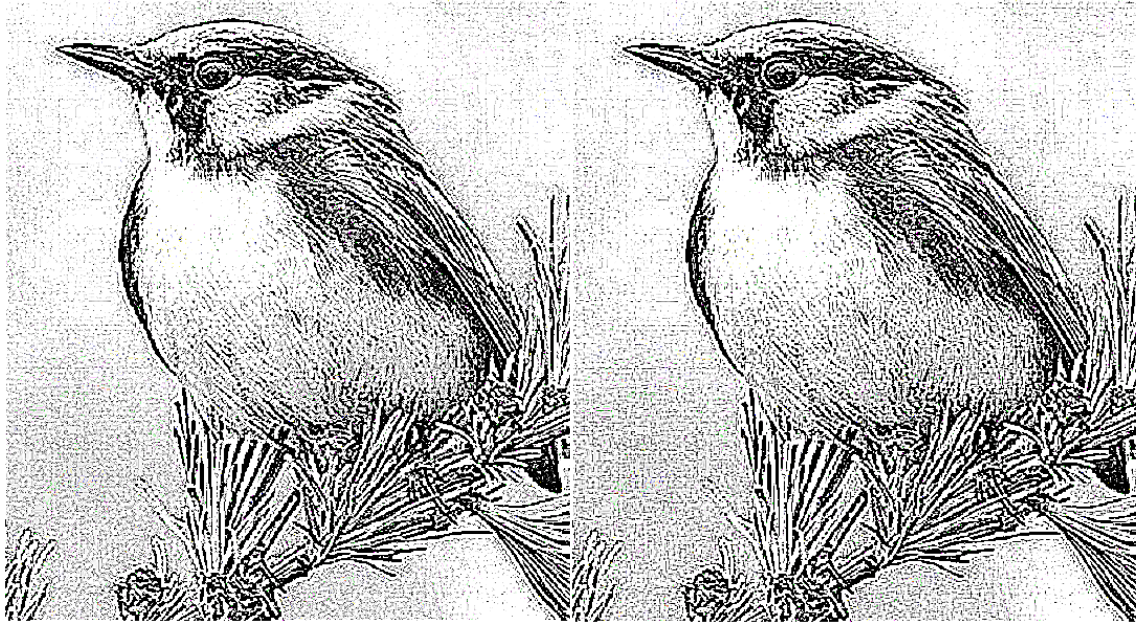
Gambar 1. Perbandingan hasil filter sharp setelah operasi konvolusi dengan matrik kernel *Laplace of Gauss* (LoG) 5 x 5. Kiri atas dengan filter sharp 3 x 3 horizontal. Kanan atas dengan filter sharp 3 x 3 vertikal. Kiri bawah dengan filter sharp 5 x 5 horizontal. Kanan atas dengan filter sharp 5 x 5 vertikal.



Gray-scale->LoG7x7-> Contrast->Sharp Horizontal



Gray-scale->LoG7x7->Contrast-> Sharp vertikal



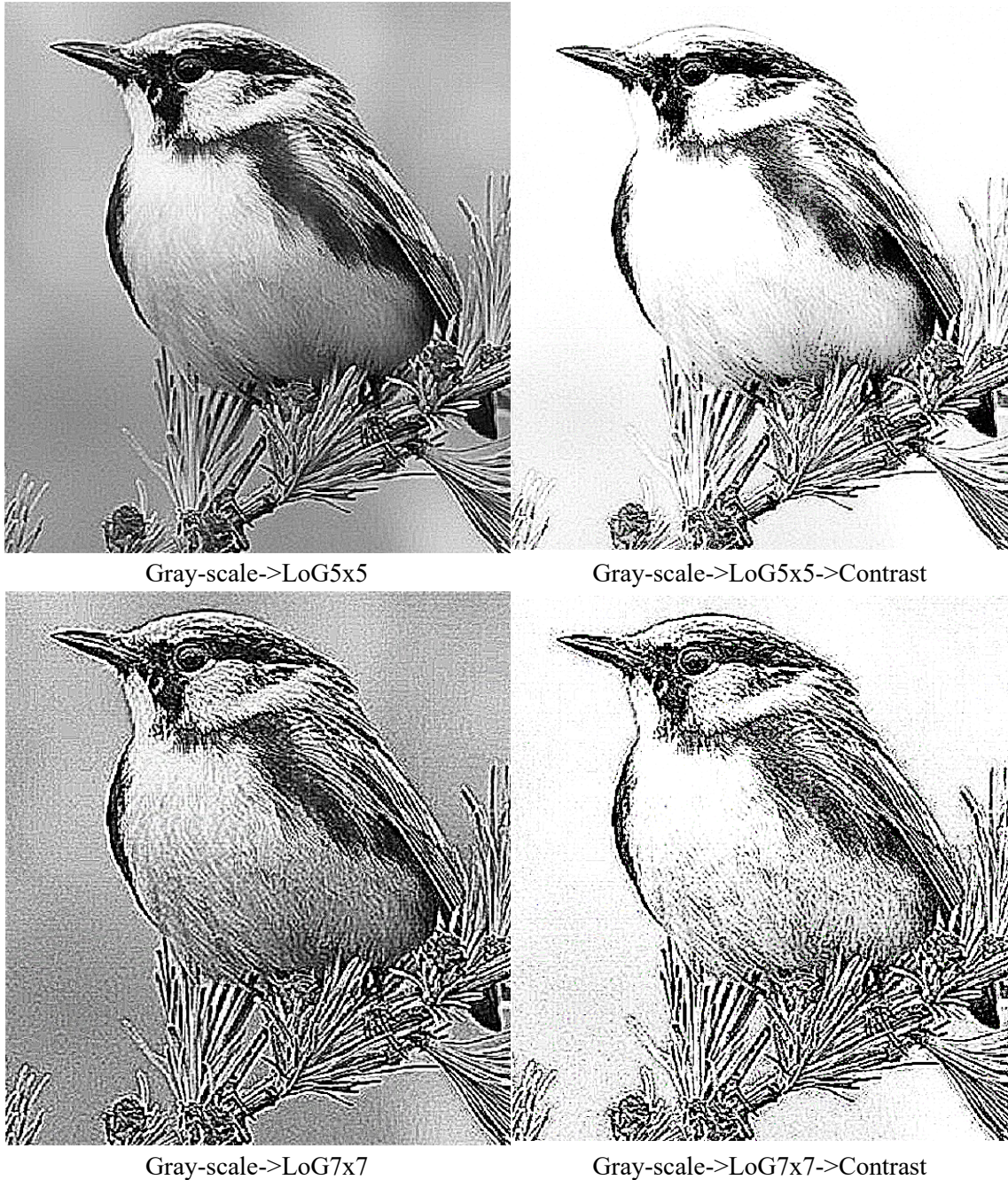
Gray-scale-> LoG7x7-> Contrast->Sharp
normal

Gray-scale-> LoG7x7-> Contrast->Sharp
diagonal

Gambar 2. Perbandingan hasil filter sharp setelah operasi konvolusi dengan matrik kernel *Laplace of Gauss* (LoG) 7 x 7. Kiri atas dengan filter sharp 3 x 3 horizontal. Kanan atas dengan filter sharp 3 x 3 vertikal. Kiri bawah dengan filter sharp 3 x 3 normal (nilai tengah=5). Kanan bawah dengan filter sharp 3 x 3 diagonal (nilai tengah=5).

Pembahasan

Untuk memperoleh tepi obyek yang lebih kontras diperlukan operasi pengolahan citra kontras dengan memperlebar jarak nilai *gray-scale* warna terang dengan warna gelap. Hasil perbandingan operasi pengolahan citra kontras dari hasil konvolusi dengan matrik kernel LoG 5 x 5 dan 7 x 7 dapat dilihat pada Gambar 3. Dari pengamatan khususnya tepian obyek menunjukkan operasi konvolusi matrik kernel 5 x 5 dan 7 x 7 yang dilanjutkan dengan filter kontras, matrik kernel 7 x 7 lebih memperlihatkan ketegasan tepian obyek dibandingkan matrik kernel 5 x 5 walaupun tanpa filter *sharp* (seperti yang dilakukan pada Gambar 2) dengan hasil yang moderat.



Gambar 3. Perbandingan hasil operasi pengolahan citra kontras terhadap hasil konvolusi dengan matrik kernel LoG 5 x 5 dan 7 x 7 tanpa filter *sharp*.

Dalam dunia yang semakin terhubung dengan teknologi, citra digital telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan kita. Dari momen yang berharga hingga pencapaian ilmiah, citra digital membawa pesan-pesan penting. Salah satu aspek menarik dari citra digital adalah kemampuan kita untuk mengubahnya menjadi representasi yang lebih sederhana, seperti sketsa. Di dalam proses tersebut, filter sketsa citra digital muncul sebagai alat penting yang memungkinkan kita untuk mengungkap makna yang lebih mendalam (Purwandari et al., 2019).

Filter sketsa citra digital adalah teknik yang digunakan untuk mengubah citra berwarna menjadi representasi sketsa hitam putih. Salah satu metode yang umum digunakan adalah operasi konvolusi dengan matriks kernel Laplace of Gauss. Kernel ini adalah suatu matriks yang diterapkan pada citra melalui operasi konvolusi untuk menghasilkan efek visual tertentu (Yusuf, 2017).

Kernel Laplace of Gauss adalah komponen kunci dalam menghasilkan efek sketsa pada citra. Matriks kernel ini memadukan kedua filter Laplace dan Gauss, menghasilkan efek yang menonjolkan detail penting dalam citra sambil menghilangkan detail yang kurang penting (Prasetyo, 2020). Hasilnya adalah citra yang lebih sederhana namun mempertahankan inti informasi.

Implikasi pendidikan dari filter sketsa citra digital antara lain dalam (Gulo, 2020) yaitu: 1) Mengembangkan Kreativitas Visual: Penerapan filter sketsa citra digital melalui operasi konvolusi dengan matriks kernel Laplace of Gauss dapat membantu siswa mengembangkan kreativitas visual. Mereka dapat melihat citra dalam dimensi yang berbeda, mendorong pemikiran kreatif dalam interpretasi dan transformasi. 2) Pengenalan Konsep Teknikal: Filter sketsa citra digital memperkenalkan siswa pada konsep teknis dalam pengolahan citra. Mereka dapat memahami bagaimana operasi konvolusi memengaruhi representasi visual suatu objek dan mengaitkannya dengan konsep matematika seperti matriks dan perhitungan numerik. 3) Memahami Representasi Data: Filter sketsa citra digital membantu siswa untuk lebih mendalam memahami representasi data dalam citra. Mereka dapat membandingkan informasi yang diwakili oleh citra asli dan citra sketsa, serta mengenali bagaimana detail tertentu dapat ditingkatkan atau dihilangkan dalam proses tersebut. 4) Penerapan dalam Desain dan Seni: Pengetahuan tentang filter sketsa citra digital dapat bermanfaat dalam bidang desain dan seni. Siswa dapat mengaplikasikan konsep ini dalam karya seni digital, manipulasi citra, atau desain grafis, membuka peluang baru untuk berkreasi. 5) Mendorong Keterampilan Problem Solving: Proses menerapkan filter sketsa citra digital melalui operasi konvolusi memerlukan pemahaman mendalam tentang algoritma dan konsep matematika. Ini dapat mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan problem solving dan pemecahan masalah yang abstrak (Sinurat & Siagian, 2021).

Dalam artian Dalam akhirnya, filter sketsa citra digital melalui operasi konvolusi dengan matriks kernel Laplace of Gauss bukan hanya tentang transformasi visual

semata. Ini membawa implikasi mendalam dalam pendidikan, mendorong pemahaman konsep teknis, kreativitas, dan penerapan praktis dalam berbagai bidang (Marpaung et al., 2022). Dengan memahami dan menguasai konsep ini, siswa dapat melihat dunia visual dengan pandangan yang lebih luas dan mengintegrasikannya ke dalam perkembangan pribadi dan profesional mereka.

SIMPULAN

Dari hasil implementasi operasi konvolusi dengan matrik kernel LoG terhadap obyek citra yang telah dikonversi ke *gray-scale* memperlihatkan hasil dengan tampilan tepi obyek yang cukup kontras dibandingkan dengan obyeknya, sehingga operasi konvolusi tersebut dapat berfungsi sebagai filter sketsa yang menonjolkan tepian obyek dan dapat digunakan untuk keperluan lebih lanjut seperti pengenalan pola melalui metoda *deep learning*.

DAFTAR RUJUKAN

- Asghari, M.H. & Jalali, B. 2015. "Edge Detection in Digital Images using Dispersive Phase Stretch Transform". *International Journal of Biomedical Imaging*, Vol-15, Id 687819. Doi: 10.1155/2015/687819
- Chang, Q., Li, X., Li, Y. & Miyazaki, J. 2023. "Multi-directional Sobel operator kernel on GPUs". *Journal of Parallel and Distributed Computing*. Preprint
- Farooq, M.S., Arif, T. & Riaz, S. 2023. "Detection of Late Blight Disease in Tomato leaf Using Image Processing Techniques". <https://arxiv.org/pdf/2306.06080.pdf>
- Galea, C. and Farrugia, R.A. 2016. "Face Photo-Sketch Recognition using Local and Global Texture Descriptors". 24th European Signal Processing Conference. Doi: 10.1109/eusipco.2016.7760647
- Gulo, H. (2020). Penerapan Laplacian of Gaussian Dalam Mendeteksi Tepi Luka Bakar Pada Manusia. *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, 1(7), 339–349.
- Jiang, B. and Liu, S. 2013. "Expressive Image Sketching with Two-Layer Image Features", Seventh International Conference on Image and Graphics, Doi: 10.1100/icig.2013.187
- Khayan, A. and Khoenkaw, P. 2021. "Automatic Pencil Sketch Landscape Image Generation from Photograph", Sixth International Conference on Digital Arts, Media and Technology

- Klum, S., Han, H., Jain, A.K. and Klare, B. 2013. "Sketch based Face Recognition: Forensic vs. Composite Sketches", International Conference on Biometrics. Doi: 10.1109/icb.2013.6612993
- Lin, X., Zhou, Y., Liu, Y. & Zhu, C. 2023. "Level-Line Guided Edge Drawing for Robust Line Segment Detection". <https://arxiv.org/pdf/2305.05883.pdf>
- Lu, J., Zhang, Z. and Chen, H. 2022. "A Two-Layer Sketch for Entropy Estimation in Data Plane", Seventh International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics, Doi: 10.1109/icccbda55098.2022.9778903
- Marpaung, F., Aulia, F., & Nabila, R. C. (2022). *COMPUTER VISION DAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL*. PUSTAKA AKSARA.
- Peng, C., Gao, X., Wang, N., Tao, D, Li, X. and Li, J. 2015. "Multiple representations-based Face Sketch-Photo Synthesis", *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol.27(11), 2201-2215, doi:10.1109/tnnls.2015.2464681
- Prasetyo, E. D. (2020). Deteksi Tepi Menggunakan Metode Laplacian of Gaussian Pada Citra Bola Futsal. *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, 1(6), 309–316.
- Purwandari, E. P., Vatesia, A., & Siburian, S. (2019). Deteksi Image Splicing Pada Citra dengan Metode Discrete Cosine Transform (DCT) dan Scale Invariant Feature Transform (SIFT). *Pseudocode*, 6(2), 138–148.
- Setyawan, G. C., & Nawansari, M. P. (2022). Kinerja Penapisan Gaussian dan Median Dalam Pelembutan Citra. *Journal of Information Technology*, 2(2), 1–4.
- Seo, J., Wagner, J., Raicura, A. & Kim, J. 2023. "Vision and Control for Grasping Clear Plastic Bags". <https://arxiv.org/pdf/2305.07631.pdf>
- Sinurat, S., & Siagian, E. R. (2021). Peningkatan Kualitas Citra Dengan Gaussian Filter Terhadap Citra Hasil Deteksi Robert. *Pelita Informatika: Informasi Dan Informatika*, 9(3), 225–231.
- Stephane, M., Charlotte, P. 2015. "Primal Sketch of Image Series with Edge Preserving Filtering Application to Change Detection", Eight International Workshop on the Analysis of Multitemporal Remote Sensing Images. Doi: 10.1109/multi.temp.2015.7245785
- Wan, W., and Lee, H.J. 2017. "Face Sketch Synthesis with Joint Training Model", International Conference on Computer Theory and Applications. Doi: 10.1109/iccta43079.2017.94972

- Xu, X., Wang, R. & Lu, J. 2023. "Low-Light Image Enhancement via Structure Modeling and Guidance". <https://arxiv.org/pdf/2305.05839.pdf>
- Yusuf, F. (2017). Pendeteksian Nomor Polisi Kendaraan Bermotor Berbasis Citra Digital Menggunakan Metode Binerisasi Dan Tempale Matching. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 11(1).
- Zangpo, P., Kawabe, T. & Kobayashi, H. 2023. "Edge-Enhanced Microscopy of Complex Object using Scalar and Vectorial Vortex Filtering". <https://arxiv.org/pdf/2305.07225.pdf>
- Zhang, X., Li, X., Ouyang, S. and Liu, Y. 2017. "Photo-to-Sketch Transformation in a Complex background", *IEEE Access*, 5, 8727-8735