

**KOMBINASI *CONTRAST STRETCHING* DAN *MEDIAN FILTER* UNTUK
PERBAIKAN KUALITAS CITRA SEL NUKLEUS *PAP SMEAR*
DENGAN SEGMENTASI *OTSU THRESHOLDING***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

Oleh :

Wahyu Tananda

NIM 08011381823066



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**KOMBINASI *CONTRAST STRETCHING* DAN *MEDIAN FILTER* UNTUK
PERBAIKAN KUALITAS CITRA SEL NUKLEUS *PAP SMEAR* DENGAN
SEGMENTASI *OTSU THRESHOLDING***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

Oleh :

**Wahyu Tananda
NIM. 08011381823066**

Pembimbing Kedua

**Dr.Ir.Herlina Hanum, M.Si
NIP. 19650108 199003 2 007**

**Indralaya, 3 Agustus 2022
Pembimbing Utama**

**Dr.Bambang Suprihatin, M.Si
NIP. 19710126 199002 1 002**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika**

**Dr. Sugandi Yaludin, M.M
NIP. 19580727 198603 1 003**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Wahyu Tananda

NIM : 08011381823066

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya ilmiah saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 03 Agustus 2022

Penulis



Wahyu Tananda
NIM. 08011381823066

HALAMAN PERSEMBAHAN

Motto

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(QS. Al Insyirah: 6-7)

Skripsi ini Kupersembahkan Kepada :

- Allah SWT
- Kedua Orangtuaku
- Saudaraku
- Seluruh Keluargaku
- Teman-teman seperjuanganku
- Almamaterku

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia, rahmat, dan kasih sayang-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Kombinasi *Contrast Stretching* dan *Median Filter* untuk Perbaikan Kualitas Citra Sel Nukleus *Pap Smear* dengan Segmentasi *Otsu Thresholding*” dengan baik. Shalawat serta salam penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan semua pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini bukanlah akhir dari proses pembelajaran, melainkan awal dari proses belajar selanjutnya.**

Selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dorongan dari beberapa pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan kepada:

1. Keluarga besar yang telah memberikan dukungan berharga berupa cinta, kasih sayang, didikan, nasihat, motivasi, do'a, serta material yang tidak pernah hentinya kepada penulis.
2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika atas ilmu dan bantuan yang diberikan di Jurusan Matematika.
3. Bapak **Dr. Bambang Suprihatin, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu **Dr.Ir. Herlina Hanum, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang

telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran, saran, kesabaran, dan motivasi yang sangat berarti dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

4. Ibu **Anita Desiani, M.Kom** selaku Dosen Pembahas I dan Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Dosen Pembahas II yang telah memberikan tanggapan, saran, serta masukan kepada penulis agar skripsi ini dapat diselesaikan lebih baik.
5. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya** atas ilmu yang telah diberikan.
6. Pak **Irwansyah** selaku admin dan Ibu **Hamidah** selaku Pegawai tata usaha Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
7. Teman-teman satu angkatan 2018, kakak-kakak tingkat angkatan 2017, dan adik-adik tingkat angkatan 2019.
8. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, serta Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas bantuan biaya selama penulis melakukan penelitian.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkan dan berguna dalam menambah pengetahuan dan wawasan.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Indralaya, 3 Agustus 2022



Penulis

**COMBINATION OF CONTRAST STRETCHING AND MEDIAN FILTER
FOR IMAGE QUALITY IMPROVEMENT OF PAP SMEAR CELLS
WITH OTSU THRESHOLDING SEGMENTATION**

By :

**Wahyu Tananda
08011381823066**

ABSTRACT

Pap smear is one of the method for early detection of cervical cancer. The pap smear image in this study comes from the Zenodo dataset which consists of nuclear and plasma cells. Early detection of nuclear cell abnormalities can prevent cervical cancer. One of the method is by performing a segmentation process to distinguish the nucleus and non-nucleus in the image. This study aims to improve the quality of the pap smear image and separate the nuclear cell image from the image background so that it can be easily processed further. The pap smear image quality was performed using a combination of contrast stretching and median filters which resulted in MSE, PSNR, and SSIM of 2.47, 44.27, and 0.95, respectively. The segmentation process using the Otsu thresholding method after which the opening morphology process was carried out resulted in an accuracy, sensitivity, and specificity of 98.08%, 98.48%, and 97.17%, respectively. Based on these results, it can be seen that the combination of contrast stretching and median filter is good in improving the quality of the original image. The results obtained by using Otsu thresholding in detecting nuclear cell features and detecting the background of the given image are very good.

Keywords : *Pap smear, Segmentation, Nuclear Cells, Otsu Thresholding, Median Filter, Contrast Stretching*

**KOMBINASI *CONTRAST STRETCHING* DAN *MEDIAN FILTER* UNTUK
PERBAIKAN KUALITAS CITRA SEL NUKLEUS *PAP SMEAR*
DENGAN SEGMENTASI *OTSU THRESHOLDING***

Oleh :

**Wahyu Tananda
08011381823066**

ABSTRAK

Pap smear merupakan salah satu metode untuk melakukan deteksi dini penyakit kanker serviks. Citra *pap smear* dalam penelitian ini berasal dari dataset Zenodo yang terdiri dari sel nukleus dan sel sitoplasma. Mendeteksi secara dini kelainan sel nukleus dapat mencegah penyakit kanker serviks. Salah satunya adalah dengan melakukan proses segmentasi untuk membedakan nukleus dan bukan nukleus pada citra. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra *pap smear* dan memisahkan antara citra sel nukleus dan *background* citra sel nukleus agar mudah diolah lebih lanjut. Adapun perbaikan kualitas citra *pap smear* yang dilakukan dengan menggunakan kombinasi *contrast stretching* dan *median filter* yang menghasilkan MSE, PSNR, dan SSIM berturut-turut sebesar 2,47, 44,27, dan 0,95. Proses segmentasi menggunakan metode *otsu thresholding* yang setelahnya dilakukan proses morfologi *opening* menghasilkan akurasi, sensitivitas, dan spesifitas berturut-turut sebesar 98,08%, 98,48%, dan 97,17%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kombinasi dari *contrast stretching* dan *median filter* sudah cukup baik dalam memperbaiki kualitas citra asli. Untuk hasil yang diperoleh dengan menggunakan *otsu thresholding* dalam melakukan deteksi fitur sel nukleus dan deteksi *background* dari citra yang diberikan sudah sangat baik.

Kata Kunci : *Pap smear*, Segmentasi, Sel Nukleus, *Otsu Thresholding*, *Median Filter*, *Contrast Stretching*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
Latar Belakang	13
Perumusan Masalah.....	17
Tujuan Penelitian.....	17
Pembatasan Masalah	17
Manfaat Penelitian.....	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Nukleus Kanker Serviks	7
2.2 Pengolahan Citra	7
2.3 Perbaikan Citra	8
2.4 Segmentasi.....	11
2.5 Parameter Pengukuran Kualitas Citra	14
2.6 Confusion Matrix	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat.....	19
3.2 Waktu	19
3.3 Alat	19
3.4 Metode Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Deskripsi Data	22
4.2 Preprocessing Data	23
4.3 Segmentasi Citra.....	30
4.4 Post Processing.....	34

4.5	Hasil Akhir Segmentasi.....	38
4.6	Pengukuran Parameter.....	39
4.7	Analisa dan Interpretasi Hasil	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		19

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Confusion Matriks	17
Tabel 2. 2. Kategori Evaluasi Kinerja Model	18
Tabel 4. 1. Data Sampel Citra Sel Nukleus pada Dataset Zenodo.....	22
Tabel 4. 2. Komponen citra RGB	23
Tabel 4. 3. Operasi Erosi saat Proses Morfologi Opening	36
Tabel 4.4. Operasi Dilasi saat Operasi Morfologi Opening	37
Tabel 4. 5. Perbandingan ground truth dengan hasil uji dataset Zenodo	38
Tabel 4.6. Nilai Perbandingan Parameter Hasil Perbaikan Citra	44
Tabel 4. 7. Nilai Perbandingan Parameter Hasil Segmentasi.....	46
Tabel 4. 8. Perbandingan Hasil Evaluasi Kinerja	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 2. 1. Contoh citra <i>pap smear</i>	7
Gambar 2. 2. Transformasi <i>Contrast Stretching</i>	9
Gambar 3. 1. Diagram Alir Proses Kinerja Penelitian	21
Gambar 4. 1. Hasil Konversi Citra RGB ke Citra Grayscale	25
Gambar 4. 2. Histogram Hasil Konversi Citra RGB ke Citra Grayscale	25
Gambar 4. 3. Hasil proses <i>Contrast Stretching</i>	27
Gambar 4. 4. Histogram Hasil <i>Contrast Stretching</i>	28
Gambar 4. 5. Hasil Proses Median Filter pada file 557_CAPO91868.tif	30
Gambar 4. 6. Histogram Hasil Proses Median Filter	30
Gambar 4. 7. Histogram Citra Piksel pada Matriks V	31
Gambar 4. 8. Hasil Segmentasi pada File “439_CAPO91868.tif	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi, peran ilmu matematika sangat penting sebagai buah kontribusi kemajuan teknologi. Salah satu manfaat dari pengembangan ilmu matematika yaitu pada bidang kesehatan (Najar *et al.*, 2022). Dengan menggunakan pendekatan ilmu matematika pada bidang kesehatan dapat membantu dalam upaya untuk mendeteksi kelainan kanker serviks (Wiastini *et al.*, 2019). Menurut data WHO (*World Health Organization*) tercatat sebanyak 36.633 kasus kanker serviks dengan angka kematian sebesar 21.003 yang terjadi di Indonesia. Dari tingginya kasus tersebut menempatkan kanker serviks sebagai penyakit mematikan peringkat kedua setelah kanker payudara. Salah satu metode yang digunakan dalam pemeriksaan dini kanker serviks adalah dengan tes *pap smear*.

Metode *pap smear* merupakan langkah awal dalam pengambilan dan pemeriksaan sampel sel leher rahim yang bertujuan untuk melihat kelainan yang dapat mengarah pada kanker serviks (Devi *et al.*, 2021). Setelah dilakukan pengambilan sampel, selanjutnya ahli patologi akan melakukan analisa penyakit kanker serviks secara visual. Sehingga, diperlukan keakuratan dan ketepatan dalam analisa objek atau gambar yang bergantung pada kondisi petugas medis (Devi *et al.*, 2021). Namun, terkadang citra yang dihasilkan menyulitkan ahli patologi dalam menganalisa secara visual. Hal tersebut dapat terjadi disebabkan oleh berbagai kemungkinan. Misalnya intensitas cahaya yang rendah, mengalami kekaburan,

memiliki *noise*, dan bagian-bagian detilnya tidak tergambar jelas karena sering terdapat gangguan pada proses pengambilannya (Kusuma & Kusumadewi, 2020). Sehingga proses identifikasi sel nukleus pada citra *pap smear* membutuhkan proses perbaikan kualitas citra agar mendapatkan kualitas citra yang lebih baik (Devi *et al.*, 2021).

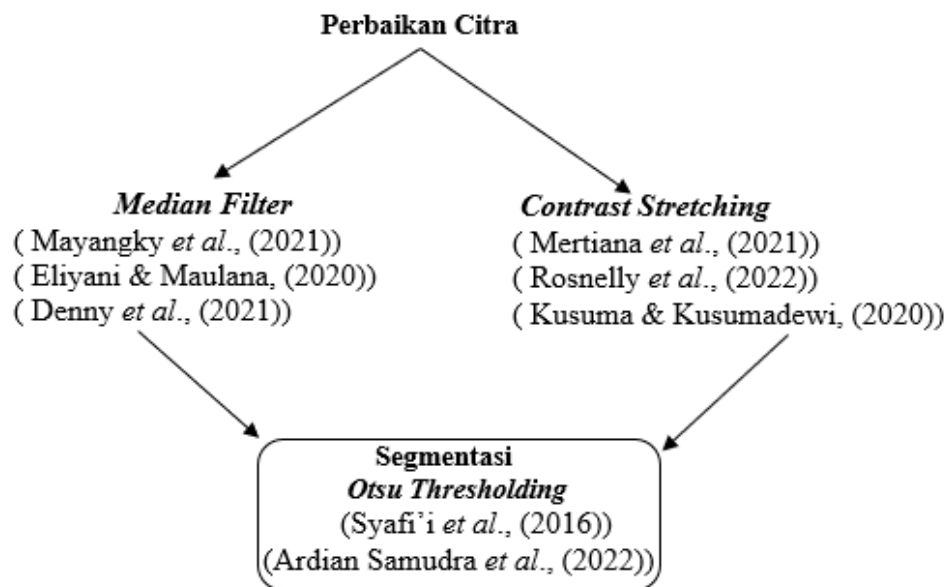
Salah satu metode perbaikan kualitas citra yang digunakan untuk mendapatkan hasil kontras yang lebih baik dari pada citra asalnya dengan menggunakan *contrast stretching*. Pemanfaatan metode *contrast stretching* dapat memperbaiki kualitas citra yang kurang baik dengan memperbaiki nilai intensitas kontras citra salah satunya melalui proses perbaikan kontras *gray level*. Proses *contrast stretching* hanya bergantung dari nilai intensitas (*gray level*) satu piksel, tidak bergantung dari piksel lain yang ada disekitarnya (Nurliadi *et al.*, 2016). Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *contrast stretching* untuk memperbaiki kualitas kontras diantaranya penelitian pada citra kanker payudara yang dilakukan oleh Mertiana *et al.*, (2021) menghasilkan nilai PSNR (*Peak Signal to Noise ratio*) sebesar 32,12 dB. Penelitian yang telah dilakukan oleh Kusuma & Kusumadewi, (2020) pada citra MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) kanker otak menghasilkan MSE (*Mean Square Error*) sebesar 3,46 dB. Dan penelitian yang dilakukan oleh Rosnelly *et al.*, (2022) yang menggunakan citra parasit pada penyakit malaria menghasilkan nilai MSE (*Mean Square Error*) sebesar 3,61 dB dan nilai PSNR (*Peak Signal to Noise ratio*) sebesar 30,68 dB.

Selain melakukan perbaikan kontras, penelitian ini juga akan melakukan perbaikan kualitas citra dengan cara mereduksi *noise* dengan menggunakan metode

operasi *median filter*. Metode *median filter* merupakan metode yang menghilangkan noise pada citra dengan cara mengurutkan citra kernel dari paling kecil hingga terbesar, kemudian mengambil nilai tengah citra hasil pengurutan yang kemudian ditukar pada citra kernel. Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *median filter* untuk mengurangi *noise* pada citra diantaranya. Penelitian yang dilakukan oleh Mayangky *et al.*, (2021) menggunakan citra mata dengan menghasilkan MSE (*Mean Square Error*) sebesar 13,14 dB dan PSNR (*Peak Signal to Noise ratio*) sebesar 37,03 dB, Penelitian yang dilakukan oleh Eliyani & Maulana, (2020) menggunakan citra *ultrasonografi* ovarium yang menghasilkan nilai PSNR (*Peak Signal to Noise ratio*) sebesar 54,67 dB, dan Penelitian yang telah dilakukan oleh Denny *et al.*, (2021) juga menggunakan citra *ultrasonografi* ovarium dengan menghasilkan nilai PSNR (*Peak Signal to Noise ratio*) sebesar 37,30 dB. Pada prinsipnya metode *contrast stretching* dan *median filter* dapat digunakan untuk perbaikan kualitas citra sel nukleus *pap smear* akan tetapi, tidak dapat melakukan segmentasi citra. Untuk mengidentifikasi kelainan sel nukleus pada citra *pap smear* kanker serviks diperlukan proses segmentasi citra.

Salah satu metode segmentasi yang sering digunakan dalam segmentasi citra yaitu metode *otsu thresholding* (Devi *et al.*, 2021). Metode *otsu thresholding* merupakan metode untuk segmentasi citra digital dengan menggunakan nilai ambang dengan cara mengubah warna digital warna abu-abu menjadi hitam putih berdasarkan perbandingan nilai ambang dengan nilai warna piksel citra digital (Razabni *et al.*, 2020). Beberapa penelitian yang telah menggunakan metode *otsu thresholding* pada proses segmentasi diantaranya. Penelitian yang telah dilakukan

oleh Syafi'i *et al.*, (2016) melakukan segmentasi citra dengan menggunakan *otsu thresholding* menghasilkan tingkat akurasi rata-rata maksimum sebesar 93,34%. Dan penelitian yang telah dilakukan oleh Ardian Samudra *et al.*, (2022) melakukan segmentasi citra dengan menggunakan metode *otsu thresholding* pada citra fundus retina dengan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 76%, sensitivitas sebesar 80% dan spesifisitas sebesar 76%. Sehingga untuk mengetahui alur dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1. 1. Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dijelaskan bahwa dalam tugas akhir akan melakukan kombinasi antara *contrast stretching* dan *median filter* pada proses perbaikan kualitas citra *pap smear* kanker serviks. Dan untuk proses segmentasi citra sel nukleus akan menerapkan metode *otsu thresholding*. Untuk evaluasi kinerja pengukuran perbaikan kualitas citra menggunakan parameter kinerja MSE (*Mean Square Error*), PSNR (*Peak Signal to Noise ratio*), dan SSIM (*Structural*

Similarity Index Metrics). Dan untuk evaluasi kinerja pengukuran hasil segmentasi akan menggunakan parameter kinerja akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana mendapatkan hasil perbaikan citra sel nukleus *pap smear* yang baik berdasarkan kinerja MSE, PSNR, dan SSIM dengan menggunakan kombinasi *contrast stretching* dan *median filter*.
- b. Bagaimana hasil segmentasi berdasarkan kinerja akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dengan menggunakan metode segmentasi *otsu thresholding*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mendapatkan hasil perbaikan citra yang baik dengan parameter kinerja MSE, PSNR, dan SSIM dengan menggunakan kombinasi *contrast stretching* dan *median filter*.
- b. Mendapatkan hasil segmentasi citra sel nukleus yang baik berdasarkan hasil kinerja akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dengan menggunakan metode *otsu thresholding*.

1.4 Pembatasan Masalah

Beberapa pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Penelitian ini hanya dilakukan untuk kasus sel nukleus pada citra *pap smear* kanker serviks dengan menggunakan dataset Zenodo.
- b. Ukuran evaluasi pengukuran perbaikan kualitas citra hanya menggunakan parameter kinerja MSE, PSNR, dan SSIM.
- c. Ukuran evaluasi kinerja pada segmentasi ini hanya menggunakan nilai akurasi, spesifisitas, dan sensitivitas.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

- a. Mendapatkan citra hasil perbaikan kualitas yang lebih baik dari citra asli berdasarkan kinerja MSE, PSNR, dan SSIM dengan menggunakan kombinasi *contrast stretching* dan *median filter*.
- b. Mendapatkan citra hasil segmentasi citra sel nukleus yang baik berdasarkan hasil kinerja akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dengan menggunakan metode *otsu thresholding*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardian Samudra, T., Nugraha, G. S., & Bimantoro, F. (2022). *Klasifikasi Citra Glaukoma dengan ANN Berdasarkan Pembuluh Darah pada Citra Fundus Retina Menggunakan Perbandingan Metode Otsu- Thresholding dan Deteksi Tepi Canny*. 6(1), 81–90.
- Denny, A., Malik, A., Damayanti, F., Tahun, S. K., Malik, D. A., & Damayanti, F. (2021). *Penerapan Operasi Morfologi Untuk Perbandingan Metode Gaussian Filter , Median dan Mean Dalam Reduksi Noise Citra Ultrasonografi Penerapan Operasi Morfologi Untuk Perbandingan Metode Gaussian Filter , Median Dan Mean Dalam Reduksi Noise Citra Ultrasonogra*.
- Desiani, A., Zayanti, D. A., Primartha, R., Efriliyanti, F., & Andriani, N. A. C. (2021). Variasi Thresholding untuk Segmentasi Pembuluh Darah Citra Retina. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 7(2), 255. <https://doi.org/10.26418/jp.v7i2.47205>
- Devi, Y., Nurhasanah, & Arman, Y. (2021). *Segmentasi Citra Cel Darah Serviks*. 9(1), 3–5.
- Eliyani, E., & Maulana, A. R. (2020). Pemilihan Metode Pengurangan Noise Pada Citra Ultrasonografi Ovarium. *E-Link : Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 15(1), 13. <https://doi.org/10.30587/e-link.v15i1.1605>
- Hairani, Setiawan, N. A., & Adji, T. B. (2016). Metode Klasifikasi Data Mining dan Teknik Sampling SMOTE Menangani Class Imbalance untuk Segmentasi Customer pada Industri Perbankan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 168–172. https://www.publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/view/1528
- Kusuma, I. W. A. W., & Kusumadewi, A. (2020). Penerapan Metode Contrast Stretching, Histogram Equalization Dan Adaptive Histogram Equalization Untuk Meningkatkan Kualitas Citra Medis Mri. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.3153>
- Mayangky, N. A., Rousyati, R., Riana, D., Hadiani, S., Nurfalah, R., & Kusumayudha, M. R. (2021). Analisa Perbandingan Metode Histogram Dan Median Filtering Pada Citra Mata. *Jurnal Responsif: Riset Sains Dan Informatika*, 3(2), 161–165. <https://doi.org/10.51977/jti.v3i2.505>
- Mertiana, W. D., Sardjono, T. A., & Hikmah, N. F. (2021). Peningkatan Kontras Citra Mamografi Digital dengan Menggunakan CLAHE dan Contrast Stretching. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.56306>
- Mishra, S., Vanli, O. A., Huffer, F. W., & Jung, S. (2016). Regularized discriminant

analysis for multi-sensor decision fusion and damage detection with Lamb waves. *Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems* 2016, 9803(850), 98032H. <https://doi.org/10.1117/12.2217959>

Najar, A. M., Sudarsana, I. W., Albab, M. U., & Andhika, S. (2022). Machine Learning untuk Identifikasi Jenis Kanker Darah (Leukemia). *Vygotsky*, 4(1), 47. <https://doi.org/10.30736/voj.v4i1.493>

Nita, S. P. (2020). Identifikasi Penyakit Fatty Liver Dengan Menggunakan Algoritma Median Filter Pada Citra CT-Scan. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 1(3), 207–211.

Nugroho, E., Zhuo, M., & Ananda. (2012). Segmentasi Tepi Citra CT Scan Paru-paru Menggunakan Metode Chain Code dan Operasi Morfologi. *Teknologi Informasi*, 1(September), 1–7.

Nurliadi, Sihombing, P., & Ramli, M. (2016). Analisis Contrast Stretching Menggunakan Algoritma Euclidean untuk Meningkatkan Kontras pada Citra Berwarna. *Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik Dan Inovasi*, 03(2013), 26–38.

Razabni, D., Medinah, E., & Sinurat, S. (2020). Analisa dan Perbandingan Algoritma Otsu Thresholding dengan Algoritma Region Growing Pada Segmentasi Citra Digital. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 2(1), 9–16.

Rosnelly, R., Riza, B. S., Wahyuni, L., Suparni, S., Prasetio, A., & Rahim, R. (2022). *Improvement of Hybrid Image Enhancement for Detection and Classification of Malaria Disease Types and Stages with Artificial Intelligence*. 11. <https://doi.org/DOI: 10.18421/TEM112-06>

Setiawan, R., Priyawati, D., Komunikasi, F., Surakarta, U. M., Yani, J. A., & Pos, T. (2017). *Implementasi Teknik Thresholding Dan Median Filter Untuk Segmentasi Citra Magnetic Resonance Imaging (Mri) Berderau*. 101–105. <http://hdl.handle.net/11617/9088>

Sukmana, S. E., & Oktaviani, D. N. (2017). Inkonsistensi Antara Hasil Pengukuran SSIM Dengan Kondisi Visual Citra Hasil Metode Denoising Berbasis Ant Colony Optimization. *Techno.Com*, 16(3), 315–324. <https://doi.org/10.33633/tc.v16i3.1453>

Syafi'i, S. I., Wahyuningrum, R. T., & Muntasa, A. (2016). Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding. *Jurnal Informatika*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.9744/informatika.13.1.1-8>

Taufik, M. A., Arini, Fahrianto, F., & Agusta, A. (2015). Pendeteksian Posisi Plat Nomor Mobil Menggunakan Metode Morfologi Dengan Operasi Dilasi, Filling Holes, Dan Opening. *Jurnal Teknik Informatika*, 8(1), 10–15. <https://doi.org/10.15408/jti.v8i1.1941>

- Tri Utami, A. (2017). Implementasi Metode Otsu Thresholding untuk Segmentasi Citra Daun. *Fakultas Komunikasi Dan Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Wiasitini, N. P. A. O., Putra, I. K. G. D., & Wibawa, K. S. (2019). Klasifikasi Sel Nukleus Pap Smear Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 7(3), 224. <https://doi.org/10.24843/jim.2019.v07.i03.p06>
- Wijaya, R. S. D., Adiwijaya, Andriyan B Suksmono, & Tati LR Mengko. (2021). Segmentasi Citra Kanker Serviks Menggunakan Markov Random Field dan Algoritma K-Means. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(1), 139–147. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2816>
- Zenodo. (2018). *No Title*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281./zenodo.1409790>