



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**REDUKSI GANGGUAN *IMPULSE* PADA CITRA SATELIT
BERBASIS ALJABAR *MANY-VALUES* GUNA
MENINGKATKAN RESILIENSI
INFORMASI VISUAL**

WAHYU NURMEDICA SUGIARTO 320210302025

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI MATEMATIKA MILITER
BOGOR 2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Wahyu Nurmedica Sugiarto
NIM : 320210302025
Program Studi : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Reduksi Gangguan *Impulse* Pada Citra Satelit
Berbasis Aljabar *Many-Values* Guna
Meningkatkan Resiliensi Informasi Visual

Dosen Pembimbing I,



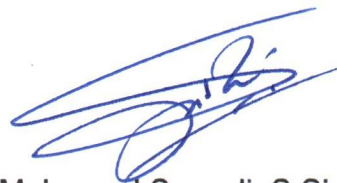
Achmad Abdurrazzaq, Ph.D.

Penda Tk. I III/b

NIP. 199304032022031003

Tanggal: 1 Juli 2025

Dosen Pembimbing II,



Muhamad Syazali, S.Si., M.Si.

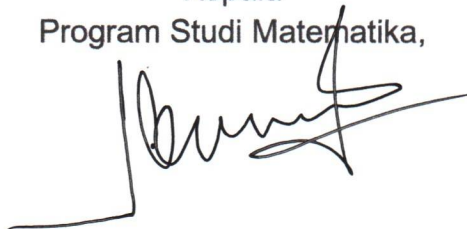
Penda Tk. I III/b

NIP. 198611212022031001

Tanggal: 1 Juli 2025

Mengetahui,

Kepala
Program Studi Matematika,



Djoko Heksa Purnomo, S.Si., M.Si.

Kolonel Laut (KH) NRP. 14628/P

Tanggal: 2 Juli 2025

Dekan
Fakultas MIPA Militer,



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si

Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal: 12/8-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Wahyu Nurmedica Sugiarto
NIM : 320210302025
Program Studi : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Reduksi Gangguan *Impulse* Pada Citra Satelit
Berbasis Aljabar *Many-Values* Guna
Meningkatkan Resiliensi Informasi Visual

No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I: Achmad Abdurrazzaq, Ph.D. Penda Tk. I III/b NIP. 199304032022031003		1 Juli 2025
2	Dosen Pembimbing II: Muhamad Syazali, S.Si., M.Si. Penda Tk. I III/b NIP. 198611212022031001		1 Juli 2025
3	Dosen Penguji I: Dr. Ro'fah Nur Rachmawati, S.Si., M.Si Penda Tk. I III/b NIP. 198612152022032002		1 Juli 2025
4	Dosen Penguji II: Vina Lusiana, S.Pd., M.Si PPPK Dosen NIP.198301302024212005		1 Juli 2025.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/Undang-Undang yang berlaku.

Bogor, 11 Agustus 2025



Wahyu Nurmedica Sugiarto

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Nurmedica Sugiarto

NIM : 320210302025

Program Studi : Sarjana Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

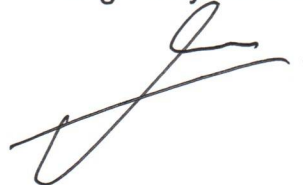
Reduksi Gangguan *Impulse* pada Citra Satelit Berbasis Aljabar Many-Values Guna Meningkatkan Resiliensi Informasi Visual

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada Tanggal : 11 Agustus 2025

Yang menyatakan



Wahyu Nurmedica Sugiarto

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Reduksi Gangguan *Impulse* pada Citra Satelit Berbasis Aljabar *Many-Values* Guna Meningkatkan Resiliensi Informasi Visual" ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah menerima banyak bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak Kolonel Laut (KH) Djoko Heksa Purnomo, S.Si., M.Si, selaku Kepala Program Studi Matematika, Universitas Pertahanan Republik Indonesia, atas segala dukungan, arahan, serta fasilitas yang diberikan selama masa studi penulis.
2. Bapak Achmad Abdurrazzaq, Ph.D. dan Bapak Muhamad Syazali selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi yang sangat berarti dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ro'fah Nur Rachawati, S.Si., M.si dan Ibu Vina Lusiana, S.Pd., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan kritik konstruktif yang sangat berharga dalam penyempurnaan penelitian ini
4. Seluruh dosen dan civitas akademik Program Studi Matematika, Universitas Pertahanan Republik Indonesia yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang berharga selama masa studi penulis.

5. Keluarga tercinta, terutama Ayah, Ibu, serta adik-adik penulis, yang telah memberikan doa, dukungan moral, serta semangat yang tiada henti dalam menyelesaikan studi ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan, baik secara umum maupun khususnya para *awardee student exchange* Rabdan CO-2 serta kawan-kawan Program Studi Matematika yang telah menjadi teman berbagi ilmu, motivasi, dan kebersamaan sepanjang perjalanan akademik ini.
7. Keluarga asuh prodi "*Euclide*" dan resimen "*Nala*" yang telah memberikan bantuan, dukungan dan inspirasi serta motivasi selama masa studi penulis termasuk mewarnai kehidupan penulis.
8. Seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam masa studi penulis serta penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun tetap memiliki peran yang sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan pengembangan keilmuan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi dunia akademik serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pemrosesan citra.

Akhir kata, penulis berharap semoga segala bentuk dukungan dan bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Terima kasih.

Bogor, 11 Agustus 2025

Wahyu Nurmedica Sugiarto

ABSTRAK

REDUKSI GANGGUAN IMPULSE PADA CITRA SATELIT BERBASIS ALJABAR MANY-VALUES GUNA MENINGKATKAN RESILIENSI INFORMASI VISUAL

Citra satelit Synthetic Aperture Radar (SAR) dan optik memiliki peran penting dalam bidang pertahanan, namun rentan terhadap gangguan impulsif *salt and pepper* akibat malfungsi elektronik. Salah satu metode yang telah dikembangkan untuk mengatasi gangguan ini adalah *Lukasiewicz Algebra with Square Root Noise-removal Method* (LASRNM), berbasis aljabar *many-values*. Meskipun efektif pada kepadatan gangguan rendah, metode ini memiliki keterbatasan dalam merestorasi citra pada kepadatan gangguan tinggi, ditandai dengan munculnya blok-blok *residual noise*. Guna mengatasi kelemahan tersebut, penelitian ini mengusulkan dua metode baru berbasis aljabar *many-values*, yaitu *Adaptive Many-Values Fuzzy Filtering* (AMVFF) dengan pendekatan *kernel* adaptif tertarget dan *Randomized Iterative Many-Values Fuzzy Filtering* (RIMVFF) dengan pendekatan pengacakan iteratif pada *kernel* tetap. Pengujian menggunakan citra benchmark dan citra satelit menunjukkan bahwa kedua metode yang diusulkan mampu meningkatkan kualitas restorasi citra berdasarkan metrik PSNR dan SSIM. AMVFF menunjukkan performa optimal pada kepadatan gangguan rendah, sementara RIMVFF unggul secara konsisten di seluruh tingkat kepadatan gangguan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi konsep aljabar *many-values* dengan pendekatan adaptif dan iteratif mampu meningkatkan efektivitas restorasi citra dan memperkuat ketahanan informasi visual pada skenario gangguan berat, yang relevan untuk aplikasi pertahanan dan pemantauan strategis.

Kata kunci: aljabar *many-values*, citra satelit, *filtering*, gangguan impulsif, *kernel* adaptif, pengacakan iteratif

ABSTRACT

IMPULSE NOISE REDUCTION IN SATELLITE IMAGES BASED ON MANY-VALUES ALGEBRA TO ENHANCE VISUAL INFORMATION RESILIENCE

Synthetic Aperture Radar (SAR) and optical satellite imagery play a crucial role in defence applications but are vulnerable to impulsive salt and pepper noise caused by electronic malfunctions. One existing solution to mitigate this problem is Lukasiewicz Algebra with Square Root Noise-removal Method (LASRNM), a filtering method based on many-valued algebra. While effective under low-noise conditions, LASRNM shows limitations at high noise densities, leading to the appearance of residual noise blocks. To address this issue, this study proposes two novel many-valued algebra-based methods: Adaptive Many-Valued Fuzzy Filtering (AMVFF) using a targeted adaptive kernel, and Randomized Iterative Many-Valued Fuzzy Filtering (RIMVFF) employing iterative randomization on a fixed kernel size. Experimental results using benchmark and satellite images demonstrate that both proposed methods improve image restoration quality in terms of PSNR and SSIM. AMVFF performs well under low-density noise, whereas RIMVFF consistently outperforms across all noise levels. These findings indicate that integrating many-valued algebra with adaptive and iterative approaches enhances restoration performance and strengthens visual information resilience, especially in high-noise conditions relevant to defence and strategic monitoring.

Keywords: adaptive kernel, filtering, iterative randomization, impulse noise, many-values algebra, satellite images

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR ALGORITMA	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Pengolahan Citra	7
2.1.2 Aljabar Logika Banyak Nilai (<i>Many-Values Algebra Logic</i>) ..	17
2.1.3 Properti Partisi <i>Unity</i>	21
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	22
2.3 Kerangka Berpikir	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Metode dan Desain Penelitian	27
3.1.1 <i>Define</i> (Pendefinisian)	29
3.1.2 <i>Design</i> (Perancangan)	29

3.1.3	<i>Develop</i> (Pengembangan)	31
3.1.4	<i>Disseminate</i> (Penyebaran)	31
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.3	Data dan Teknik Pengolahan	33
3.4	Metode Analisis	34
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	37
4.1	<i>Define</i> (Pendefinisian)	37
4.2	<i>Design</i> (Perancangan)	41
4.2.1	Mekanisme <i>Prefiltering</i>	42
4.2.2	Mekanisme <i>Filtering</i> (Penggantian Nilai Piksel)	44
4.2.3	Mekanisme <i>Postfiltering</i>	47
4.2.4	Simulasi Awal	48
4.3	<i>Develop</i> (Pengembangan)	52
4.3.1	<i>Adaptive Many-Valued Fuzzy Filtering</i> (AMVFF)	52
4.3.2	<i>Random Iterative Many-Valued Fuzzy Filtering</i> (RIMVFF)	68
4.4	<i>Disseminate</i> (Penyebarluasan)	78
4.4.1	Komparasi Hasil	79
4.4.2	Penerimaan Masukan dan <i>Feedback</i> (Umpan Balik)	89
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1	Kesimpulan	90
5.2	Saran	90
	DAFTAR PUSTAKA	91
	LAMPIRAN	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penumpukan Citra RGB	8
Gambar 2. 2 Citra Akuisisi Satelit SAR	9
Gambar 2. 3 Citra Akuisisi Satelit Optik	10
Gambar 2. 4 Citra Terkontaminasi <i>Salt and Pepper</i>	11
Gambar 2. 5 Citra Restorasi Gangguan 90%	13
Gambar 2. 6 Beberapa Citra dalam Dataset Standard Images	14
Gambar 2. 7 Diagram Kerangka Penelitian	26
Gambar 3. 1 Diagram Metode dan Desain Penelitian	28
Gambar 3. 2 Citra Dataset Pengujian	34
Gambar 3. 3 Alur Metode Analisis	35
Gambar 4. 1 Citra Restorasi House dengan Metode LASRNM	38
Gambar 4. 2 Citra Restorasi Satelit SAR dengan Metode LASRNM	39
Gambar 4. 3 Citra Restorasi Satelit Optik dengan Metode LASRNM	40
Gambar 4. 4 Pembesaran Citra Restorasi dengan Metode LASRNM	41
Gambar 4. 5 Citra Restorasi House dengan Simulasi Awal	49
Gambar 4. 6 Citra Restorasi Satelit SAR dengan Simulasi Awal	50
Gambar 4. 7 Citra Restorasi Satelit Optik dengan Simulasi Awal	51
Gambar 4. 8 Diagram Alur Metode AMVFF	54
Gambar 4. 9 Citra Terkontaminasi <i>Inoisy</i>	55
Gambar 4. 10 Citra Terkontaminasi Terpadding $I *$	56
Gambar 4. 11 Citra Restorasi Metode AMVFF	64
Gambar 4. 12 Citra Restorasi House dengan Metode AMVFF	65
Gambar 4. 13 Citra Restorasi Satelit SAR dengan Metode AMVFF	66
Gambar 4. 14 Citra Restorasi Satelit Optik dengan Metode AMVFF	67
Gambar 4. 15 Diagram Alur Metode RIMVFF	70
Gambar 4. 16 Citra Restorasi Metode RIMVFF	74
Gambar 4. 17 Citra Restorasi House dengan Metode RIMVFF	75
Gambar 4. 18 Citra Restorasi Satelit SAR dengan Metode RIMVFF	76
Gambar 4. 19 Citra Restorasi Satelit Optik dengan Metode RIMVFF	77
Gambar 4. 20 Citra Pengujian dan Potongannya	79

Gambar 4. 21 Citra Restorasi AMVFF dan RIMVFF & Pembesarannya...	80
Gambar 4. 22 Perbandingan Citra Restorasi Berbagai Metode	82
Gambar 4. 23 Grafik Performa PSNR Berbagai Metode pada Rata-Rata Citra Uji.....	87
Gambar 4. 24 Grafik Performa SSIM Berbagai Metode pada Rata-Rata Citra Uji.....	88



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3. 1 Rencana Penelitian	32
Tabel 4. 1 Perhitungan Atribut vk dan vk'	58
Tabel 4. 2 Perhitungan Atribut t dan m	59
Tabel 4. 3 Nilai PSNR dan SSIM Metode AMVFF Pada Citra Uji.....	84
Tabel 4. 4 Nilai PSNR dan SSIM Metode RIMVFF pada Citra Uji.....	85
Tabel 4. 5 Perbandingan Indikator Berbagai Metode pada Rata-Rata Citra Uji	86



DAFTAR ALGORITMA

Algoritma 4. 1 Prosedur Filtering LASRNM Termodifikasi	45
Algoritma 4. 2 Prosedur Simulasi Awal	48
Algoritma 4. 3 Prosedur AMVFF	53
Algoritma 4. 4 Prosedur RIMVFF	69



DAFTAR SINGKATAN



SAR	: <i>Synthetic Aperture Radar</i>
MSE	: <i>Mean Squared Error</i>
PSNR	: <i>Peak Signal-to-Noise Ratio</i>
SSIM	: <i>Structural Similarity Index Measurement</i>
4D	: <i>Define, Design, Develop, Disseminate</i>
ND	: <i>Noise Density</i>
DBATMWF	: <i>Decision Based Asymmetrically Trimmed Modified Winsorized Filter</i>
NBF	: <i>Neighborhood Based Filter</i>
DAMRMF	: <i>Different Adaptive Modified Reisz Mean Filter</i>
RTAMF	: <i>Recursive Trimmed Alpha Median Filtering</i>
LASRNM	: <i>Lukasiewicz Algebra with Square Root Noise-removal Method</i>
AMVFF	: <i>Adaptive Many-Valued Fuzzy Filter</i>
RIMVFF	: <i>Random Iterative Many-Valued Fuzzy Filter</i>