



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**PENDEKATAN NILAI SINGULAR: PENDETEKSIAN
WILAYAH TERDAMPAK BENCANA
PADA CITRA SATELIT**

FARIS ALAUDIN SHALIH 320210302011

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

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

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Faris Alaudin Shalih
NIM : 320210302011
Program Studi : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Pendekatan Nilai Singular: Pendeteksian Wilayah
Terdampak Bencana pada Citra Satelit.

Dosen Pembimbing 1



Achmad Abdurrazaq, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Penda Tk. I III/b

NIP. 199304032022031003

Tanggal : 22 Juli 2025

Dosen Pembimbing 2



Dr. Ro'fah Nur Rachmawati, S.Si., M.Si.

Penda Tk. I III/b

NIP. 198612152022032002

Tanggal : 22 Juli 2025

Mengetahui,

Kepala

Program Studi Matematika



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

Kolonel Laut (KH) NRP. 14628/P

Tanggal : 22 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 : Faris Alaudin Shalih
 NIM : 320210302011
 Program Studi : Matematika
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
 Judul Skripsi : Pendekatan Nilai Singular: Pendeteksian Wilayah
 Terdampak Bencana pada Citra Satelit.

No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing 1 : Achmad Abdurrazaq, S.Si., M.Sc., Ph.D. Penda Tk. I III/b NIP. 199304032022031003		03 Juli 2025
2.	Dosen Pembimbing 2 : Dr. Ro'fah Nur Rachmawati, S.Si., M.Si. Penda Tk. I III/b NIP. 198612152022032002		03 Juli 2025
3.	Dosen Penguji 1 : Muhamad Syazali, S.Si., M.Si. Penata III/c NIP. 198611212022031001		03 Juli 2025
4.	Dosen Penguji 2 : Vina Lusiana, S.Pd., M.Si. PPPK Dosen NIP. 198301302024212005		03 Juli 2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau sebagian 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, 03 Mei 2025



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Faris" with a stylized flourish and a small "S" at the end.

Faris Alaudin Shalih

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Faris Alaudin Shalih
NIM : 320210302011
Program Studi : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Jenis Karya : Skripsi

demikian 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:

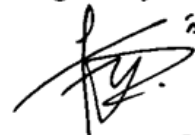
Pendekatan Nilai Singular: Pendeteksian Wilayah Terdampak Bencana pada Citra Satelit

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 : 03 Mei 2025

Yang menyatakan



Faris Alaudin Shalih
NIM. 320210302011

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: "Pendekatan Nilai Singular: Pendeteksian Wilayah Terdampak Bencana Pada Citra Satelit" dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Matematika Militer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pertahanan RI. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer.
2. 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.
3. Bapak Achmad Abdurrazaq, S.Si., M.Sc., Ph.D. dan Ibu Dr. Ro'fah Nur Rachmawati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing dalam penelitian tugas akhir ini.
4. Bapak Muhamad Syazali, 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.
5. Seluruh dosen Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam selaku pendidik dan pembimbing sehingga penulis mendapatkan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.
6. Orang tua saya yang sudah memberikan bantuan secara moril dalam membantu penulisan skripsi ini, dan

7. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan seluruhnya.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi *stakeholder* terkait dalam upaya respon bencana guna ketahanan wilayah di Indonesia.

Bogor, 03 Mei 2025

Faris Alaudin Shalih



ABSTRAK

PENDEKATAN NILAI SINGULAR: PENDETEKSIAN WILAYAH TERDAMPAK BENCANA PADA CITRA SATELIT

Indonesia merupakan wilayah yang rentan terhadap berbagai bencana alam, sehingga diperlukan sistem pemantauan yang mampu mendeteksi perubahan wilayah terdampak secara cepat dan akurat. Penelitian ini mengusulkan metode segmentasi citra satelit dengan kombinasi pendekatan nilai singular dan log ratio untuk mengidentifikasi dampak kebencanaan menggunakan citra satelit Sentinel-2. Tahapan segmentasi terdiri dari *preprocessing* berupa konversi warna RGB ke HSV, dan pencocokan histogram. *Processing* dilakukan dengan menerapkan dekomposisi singular pada setiap blok kernel 2×2 , di mana nilai singular terkecil digunakan sebagai penanda perbedaan lokal. Selanjutnya dikombinasikan dengan operasi log guna mereduksi *noise speckle*. Hasil segmentasi disempurnakan dengan *postprocessing* overlay pada data satelit untuk meningkatkan visibilitas area terdampak. Evaluasi kuantitatif menggunakan kurva ROC dan AUC menunjukkan bahwa kombinasi ini menghasilkan akurasi deteksi tinggi dengan nilai AUC maksimal sebesar 0,9216, mengungguli metode Otsu (0,8123), Region Growing (0,8349), dan K-Means (0,8731). Kombinasi pendekatan ini terbukti efektif dalam membedakan perubahan citra secara detail. Kombinasi ini berpotensi diterapkan dalam sistem pemantauan dampak kebencanaan secara otomatis dan real-time di wilayah rawan bencana.

Kata Kunci: Deteksi perubahan, Kebencanaan, Log-ratio, Segmentasi citra, Sentinel-2, SVD.

ABSTRACT

SINGULAR VALUE APPROACH: DETECTION OF DISASTER-AFFECTED AREAS UNDER SATELLITE IMAGERY

Indonesia is a region prone to various natural disasters, requiring a monitoring system capable of detecting changes in impacted areas quickly and accurately. This study proposes a satellite image segmentation method combining singular value decomposition and log ratio approaches to identify disaster impacts using Sentinel-2 satellite images. The segmentation process consists of preprocessing steps such as RGB to HSV color conversion and histogram matching. The processing stage involves applying singular value decomposition on each 2×2 kernel block, where the smallest singular value is used as an indicator of local differences. This is then combined with a log operation to reduce speckle noise. The segmentation results are refined through postprocessing by overlaying satellite data to enhance the visibility of affected areas. Quantitative evaluation using ROC curves and AUC shows that this combination achieves high detection accuracy, with a maximum AUC value of 0.9216, outperforming the Otsu method (0.8123), Region Growing (0.8349), and K-Means (0.8731). This combination has proven effective in distinguishing image changes in detail and holds potential for application in an automatic, real-time disaster impact monitoring system in disaster-prone areas.

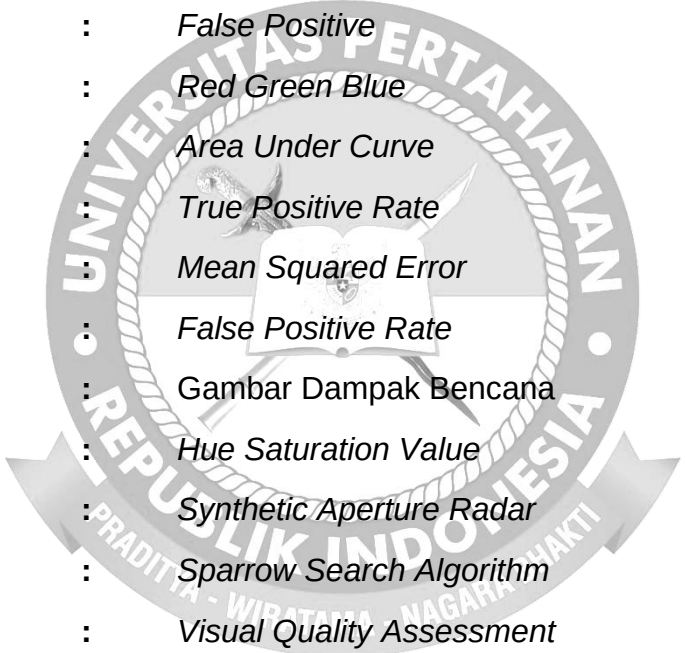
Keywords: Change detection, Disaster, Image segmentation, Log-ratio, Sentinel-2, SVD.

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 SINGKATAN.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Landasan Teori.....	8
2.1.1 Kebencanaan	8
2.1.2 Citra Digital	10
2.1.3 Teknologi Penginderaan Jauh dan Citra Satelit	12
2.1.4 Histogram <i>Matching</i>	14
2.1.5 <i>Hue Saturation Value</i> (HSV)	16

2.1.6	Dekomposisi Nilai Singular	18
2.1.7	Nilai Singular Terkecil dalam Segmentasi Citra	21
2.1.8	Log Ratio <i>Comparison</i>	22
2.1.9	Visual Quality Assessment	24
2.2	Hasil Penelitian Terdahulu	25
2.3	Kerangka Pemikiran	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Metode dan Desain Penelitian	30
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.3	Alat dan Data Penelitian	31
3.4	Prosedur Penelitian	34
3.5	Metode Analisis	36
3.4.1	<i>Preprocessing</i> Data	37
3.4.2	<i>Processing</i> Data	38
3.4.3	<i>Postprocessing</i> Data dan Evaluasi	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		40
4.1	<i>Preprocessing</i>	40
4.2	<i>Processing</i>	42
4.3	<i>Postprocessing</i>	50
4.4	Komparasi Metode	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60

DAFTAR SINGKATAN



GT	:	<i>Groundtruth</i>
TP	:	<i>True Positive</i>
TN	:	<i>True Negative</i>
FN	:	<i>False Negative</i>
FP	:	<i>False Positive</i>
RGB	:	<i>Red Green Blue</i>
AUC	:	<i>Area Under Curve</i>
TPR	:	<i>True Positive Rate</i>
MSE	:	<i>Mean Squared Error</i>
FPR	:	<i>False Positive Rate</i>
GDB	:	<i>Gambar Dampak Bencana</i>
HSV	:	<i>Hue Saturation Value</i>
SAR	:	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
SSA	:	<i>Sparrow Search Algorithm</i>
VQA	:	<i>Visual Quality Assessment</i>
PNG	:	<i>Portable Network Graphics</i>
PSNR	:	<i>Peak Signal-to-Noise Ratio</i>
MRI	:	<i>Magnetic Resonance Imaging</i>
SVD	:	<i>Singular Value Decomposition</i>
CNN	:	<i>Convolutional Neural Network</i>
PDF	:	<i>Probability Density Function</i>
CDF	:	<i>Cumulative Distribution Function</i>
ROC	:	<i>Receiver Operating Characteristic</i>
IDE	:	<i>Integrated Development Environment</i>
SECOND	:	<i>Set of External Coordinates for Neighborhood Data</i>

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Hasil Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian	31
Tabel 3. 2. Data Penelitian.....	32
Tabel 4. 1. Hasil <i>Processing Datatrain</i>	43
Tabel 4. 2. Hasil β_1 dan β_2 dari <i>Datatrain</i>	45
Tabel 4. 3. Algoritma Segmentasi dengan Pendekatan Nilai Singular dan Log Ratio	46
Tabel 4. 4. Perbandingan Visual dengan Metode Terdahulu.....	53
Tabel 4. 5. Komparasi dengan Nilai AUC.....	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Bencana Alam.....	8
Gambar 2. 2. Bencana Non-Alam	9
Gambar 2. 3. <i>Pixels</i> pada Citra Digital	10
Gambar 2. 4. Koordinat Spasial (a) dan <i>Channel</i> (b) pada Citra	11
Gambar 2. 5. Teknis Metode Penginderaan Jauh	12
Gambar 2. 6. Histogram <i>Matching</i> B terhadap A.....	14
Gambar 2. 7. Model Lingkaran Warna <i>Channel</i> HSV	16
Gambar 2. 8. Konversi <i>Channel</i> RGB ke HSV	18
Gambar 2. 9. Plot Nilai Singular terhadap Nilai Matriks A	20
Gambar 2. 10. Visualisasi Nilai Singular Terkecil	21
Gambar 2. 11. Noise Speckle (a) dan Aditif (b) dalam Data SAR.....	23
Gambar 2. 12. Kerangka Pemikiran	28
Gambar 3. 1. <i>Datatest</i> (a) dan <i>Datatrain</i> (b).....	33
Gambar 3. 2. Flowchart Prosedur Penelitian.....	34
Gambar 3. 3. Metode Analisis.....	36
Gambar 4. 1. <i>Sample Data</i> Proses	40
Gambar 4. 2. Hasil Konversi Citra ke <i>Channel</i> HSV.....	42
Gambar 4. 3. Mean Plot Nilai Singular (a) dan Log Ratio (b) Seluruh Citra <i>Datatrain</i>	45
Gambar 4. 4. Hasil Segmentasi pada Setiap <i>Channel</i> HSV	49
Gambar 4. 5. Hasil Segmentasi Kombinasi <i>Channel Hue</i> dan <i>Value</i>	50
Gambar 4. 6. Gambar Dampak Bencana (GDB)	50
Gambar 4. 7. Komparasi antara Nilai Singular dan Log Ratio	52
Gambar 4. 8. Kurva ROC dan Nilai AUC <i>Datatest</i>	54