



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS SPASIAL BANJIR ROB DI PEKALONGAN MENGUNAKAN METODE MATFLOOD

FAREL AHADYATULAKBAR ADITAMA



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Spasial Banjir Rob di Pekalongan menggunakan Metode Matflood” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2025

Farel Ahadyatulakbar Aditama
C5502211002

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

FAREL AHADYATULAKBAR ADITAMA. Analisis Spasial Banjir Rob di Pekalongan menggunakan Metode MatFlood. Dibimbing oleh JONSON LUMBAN GAOL dan FURQON ALFAHMI.

Pekalongan, sebagai salah satu wilayah pesisir di Indonesia dengan topografi datar, sangat rentan terhadap kenaikan permukaan laut dan penurunan tanah. Tingkat kenaikan permukaan laut dan penurunan tanah yang tinggi di Pekalongan akan memperparah dampak negatif bencana banjir rob. Pengelolaan jangka panjang kawasan pesisir berbasis mitigasi perlu dilakukan yakni dengan mengestimasi area yang berpotensi tergenang banjir rob. Namun upaya tersebut terkendala oleh penggunaan metode konvensional dan memiliki akurasi yang rendah untuk mengestimasi daerah tergenang banjir rob. Salah satu metode yang digunakan untuk mengestimasi dampak banjir rob yang mampu menganalisis banjir statis dan dinamis yang efisien secara komputasi adalah MatFlood. Penelitian ini dilakukan analisis spasial kawasan tergenang banjir rob yang diestimasi menggunakan metode MatFlood.

Estimasi kawasan tergenang banjir rob menggunakan data tutupan lahan, data pasang surut, laju kenaikan muka laut, laju penurunan muka tanah. Analisis klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2 yang diproses melalui algoritma *Support Vector Machine* (SVM) yang digunakan untuk mengestimasi dampak banjir rob. Pengolahan data pasang surut dari Stasiun Pekalongan tahun 2023 dianalisis menggunakan metode *least square* untuk memperoleh nilai *Mean Sea Level* (MSL) dan *Highest High Water Level* (HHWL). Estimasi laju kenaikan muka laut dihitung menggunakan regresi linear berdasarkan data satelit altimeter dari tahun 1993 hingga 2023. Penurunan muka tanah (PMT) dihitung dari citra radar Sentinel-1 periode 2021–2023 dan divalidasi menggunakan data *Benchmark BIG*. Seluruh data diintegrasikan dalam pemodelan skenario banjir rob secara Hydro-Connectivity menggunakan metode MatFlood. Model ini menghasilkan estimasi luas area terdampak pada tahun 2023 serta proyeksi genangan hingga tahun 2050.

Hasil klasifikasi tutupan lahan diperoleh 8 kelas yaitu badan air, kebun/perkebunan, lahan pertanian, permukiman/lahan terbangun, sawah, semak/belukar, tambak dan tegalan/ladang dengan Akurasi keseluruhan yang diperoleh dalam studi ini mencapai 85,11%. Laju kenaikan muka laut di perairan Pekalongan sebesar 4,58 mm/tahun dan Laju penurunan muka tanah di Pekalongan sebesar 0,30 m/tahun. Nilai MSL dan HHWL perairan Pekalongan adalah 1,65 m dan 2,2 m. Tinggi genangan pada tahun 2023 adalah 0,56 m dan meningkat menjadi 0,68 m pada tahun 2050. Estimasi wilayah genangan banjir rob yang dihasilkan oleh model MatFlood menunjukkan akurasi sebesar 77,01%. Estimasi luasan area di Pekalongan yang tergenang banjir rob pada tahun 2023 adalah 3.593,29 ha atau 26,18% dari total luas kawasan penelitian. Pada tahun 2050, estimasi luasan area di Pekalongan yang berpotensi tergenang banjir rob adalah 12.660,51 ha atau 92,19% dari total luas kawasan penelitian.

Kata kunci : Pekalongan, Kenaikan Muka Laut, Penurunan Muka Tanah, MatFlood & Banjir Rob.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

FAREL AHADYATULAKBAR ADITAMA. Spatial Analysis of Tidal Flooding in Pekalongan using the MatFlood Method. Supervised by JONSON LUMBAN GAOL dan FURQON ALFAHMI.

Pekalongan, as one of Indonesia's coastal areas with flat topography, is highly vulnerable to sea level rise and land subsidence. The high rates of sea level rise and land subsidence in Pekalongan will exacerbate the negative impacts of tidal flooding. Long-term coastal zone management based on mitigation needs to be implemented, namely by estimating areas that are potentially prone to tidal flooding. However, these efforts are hindered using conventional methods, which have low accuracy in estimating areas prone to tidal flooding. One method used to estimate the impact of tidal flooding that can efficiently analyze both static and dynamic flooding is MatFlood. This study conducted a spatial analysis of areas prone to tidal flooding estimated using the MatFlood method.

Estimation of tidal flood areas using land cover data, tidal data, sea level rise rates, and land subsidence rates. Land cover classification analysis using Sentinel-2 imagery processed through a Support Vector Machine (SVM) algorithm was used to estimate the impact of tidal flooding. Tidal data from the Pekalongan Station in 2023 were analyzed using the least squares method to obtain the Mean Sea Level (MSL) and Highest High Water Level (HHWL). The rate of sea level rise was calculated using linear regression based on satellite altimeter data from 1993 to 2023. Land subsidence was calculated from Sentinel-1 radar imagery from 2021 to 2023 and validated using BIG Benchmark data. All data were integrated into a tidal flooding scenario modeling using the Hydro-Connectivity method with the MatFlood approach. This model produced estimates of the affected area in 2023 and flood projections up to 2050.

The land cover classification results eight classes, namely water bodies, gardens/plantations, agricultural land, settlements/built-up areas, rice fields, shrubs/scrubland, ponds, and fields/farmland, with an overall accuracy of 85.11% in this study. The rate of sea level rise in the waters of Pekalongan is 4.58 mm/year, and the rate of land subsidence in Pekalongan is 0.30 m/year. The MSL and HHWL values for the waters of Pekalongan are 1.65 m and 2.2 m, respectively. The flood depth in 2023 is 0.56 m and increases to 0.68 m by 2050. The flood inundation area estimated by the MatFlood model shows an accuracy of 77.01%. The estimated area in Pekalongan flooded by tidal flooding in 2023 is 3,593.29 ha or 26.18% of the total study area. By 2050, the estimated area in Pekalongan potentially flooded by tidal flooding is 12,660.51 ha or 92.19% of the total study area.

Keywords: Pekalongan, Sea Level Rise, Land Subsidence, MatFlood & Tidal Flooding.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS SPASIAL BANJIR ROB DI PEKALONGAN MENGUNAKAN METODE MATFLOOD

FAREL AHADYATULAKBAR ADITAMA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknologi Kelautan

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KEALUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Tim Penguji pada Ujian Tesis:
 Dr. Risti Endriani Arhatin, S.Pi., M.Si.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Analisis Spasial Banjir Rob di Pekalongan menggunakan Metode MatFlood
Nama : Farel Ahadyatulakbar Aditama
NIM : C5502211002

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Jonson Lumban Gaol, M.Si.



Pembimbing 2:
Dr. Furqon Alfahmi, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Sri Pujiyati, M.Si.
NIP. 196710211992032002



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan :
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.
NIP. 196307311988031002



Tanggal Ujian:
14 Mei 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta berkat doa restu orang tua tercinta, sehingga penulisan tesis ini berhasil diselesaikan dengan judul “Analisis Spasial Banjir Rob di Pekalongan menggunakan Metode MatFlood”. Tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar magister di Program Studi Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Jonson Lumban Gaol, M.Si. dan Dr. Furqon Alfahmi, S.Si., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran.
2. Alm. Dr. Ir. Bisman Nababan, M.Sc. yang telah banyak memberi saran dan bertukar pikiran.
3. Seluruh Dosen dan Staf Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK, IPB University.
4. Kepala Badan Informasi Geospasial dan Staf yang telah membantu dalam menyediakan data untuk penelitian ini.
5. Kedua Orang Tua saya Karyadi dan Sri Hartatik serta adik Ghaitsa Billa Fitratunnisah serta seluruh keluarga besar Hasan AR dan Harsono yang selalu memberikan dukungan moril, materil, doa selama menempuh studi magister hingga selesai.
6. Sahabat saya Maulana Kussuma Negara, Lalu Teguh Permana, Muhammad Ilham dan Indra Hermawan.
7. Riza Aitiando Pasaribu, S.Pi., M.Si., Dea Fauzia Lestari, S.I.K., M.Si., Muhammad Abdul Ghofur Alhakim, S.Kel., M.Si, Ni Putu Asri Ratna Suhita, S.Kel., Dr. Maya Sinurat, S.Kel., M.Si, Pandu Setya Budi, S.I.K, Theo Imanuel Noya, S.Kel., M.Si., Anggi Tiarasani, ST., M.Si.yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini baik dari pikiran maupun tenaga.
8. Teman-teman Pascasarjana TEK2021 yang selalu memberikan bantuan dan masukan yang bersifat membangun selama menjalani studi maupun proses penyelesaian tesis.
9. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam proses studi magister pada IPB University.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

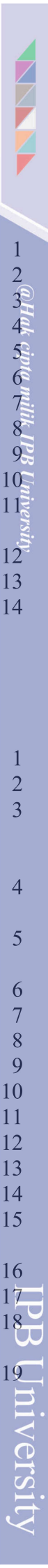
Bogor, Juni 2025

Farel Ahadyatulakbar Aditama



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat dan Data Penelitian	4
2.2.1 Alat Penelitian	4
2.2.2 Data Penelitian	5
2.3 Prosedur Pengambilan Data Lapang	6
2.4 Prosedur Analisis Data	6
2.4.1 Pengolahan Data Tutupan Lahan	7
2.4.2 Pengolahan Data Pasang Surut	9
2.4.3 Analisis Laju Kenaikan Muka Laut (SLR)	10
2.4.4 Analisis Laju Penurunan Muka Tanah (PMT)	10
2.4.5 Pemodelan Skenario Genangan Rob	12
III HASIL DAN PEMBAHASAN	15
3.1 Gambaran Umum Pekalongan	15
3.1.1. Demografi Penduduk	15
3.1.2. Kondisi Banjir Rob di Pekalongan	16
3.2 Tutupan Lahan Pekalongan	17
3.3 Elevasi Pesisir Pekalongan	21
3.4 Kenaikan Muka Air Laut Perairan Pekalongan	23
3.5 Kondisi Pasang Surut Perairan Pekalongan	24
3.6 Penurunan Muka Tanah Pesisir Pekalongan	27
3.7 Estimasi Tinggi Genangan Banjir Rob Pesisir Pekalongan	31
3.8 Estimasi Sebaran dan Luasan Genangan Banjir Rob Pesisir Pekalongan	32
3.9 Adaptasi dan Mitigasi terhadap Dampak Banjir ROB	36
IV SIMPULAN DAN SARAN	38
4.1 Simpulan	38
4.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP	54



DAFTAR TABEL

1	Perangkat lunak untuk pengolahan, analisis dan visualisasi data	5
2	Alat untuk pengambilan data lapang	5
3	Data yang digunakan dalam penelitian	5
4	Klasifikasi penggunaan lahan	8
5	<i>Confusion Matrix</i>	8
6	Keterangan konstanta harmonik pasut	9
7	Demografi Pekalongan	15
8	Kejadian banjir rob di Pekalongan	16
9	Luas tutupan lahan klasifikasi	18
10	Uji akurasi klasifikasi tutupan lahan	21
11	Penelitian nilai laju kenaikan muka air laut di Pekalongan, Perairan Indonesia dan global.	24
12	Komponen Harmonik Pasut perairan Pekalongan tahun 2023	26
13	Laju penurunan muka tanah pada 28 BM di pesisir Pekalongan	29
14	Luas wilayah yang tergenang oleh banjir rob di pesisir Pekalongan	33

DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi Penelitian	4
2	Diagram alir prosedur analisis data	7
3	zF genangan (a) sebelum memperhitungkan <i>Hydro-connectivity</i> dan (b) sesudah memperhitungkan <i>Hydro-connectivity</i> (dimodifikasi Rodríguez, <i>et al.</i> 2023)	13
4	Poligon (<i>parent</i> dan <i>children</i>) yang ditemukan pada zBW (dimodifikasi Rodríguez, <i>et al.</i> 2023)	14
5	Banjir di beberapa lokasi di Pekalongan (a) Pekalongan Utara, (b) Tirto, (c) Siwalan, dan (d) Wonokerto	17
6	Klasifikasi tutupan lahan Pesisir Pekalongan	18
7	Persentase tutupan lahan di Pesisir Pekalongan	20
8	Kondisi elevasi pesisir Pekalongan	22
9	Penampang 2 dimensi Elevasi Pekalongan berdasarkan Transek A-B	22
10	Grafik regresi dan tren kenaikan muka air laut tahun 1993 – 2023.	23
11	Pola fluktuasi MSL bulanan perairan Pekalongan tahun 2023	25
12	Kejadian Banjir ROB di perairan pekalongan tahun 2023	26
13	Tren laju penurunan muka tanah pesisir Pekalongan tahun 2021 - 2023	27
14	Sebaran laju penurunan muka tanah pesisir Pekalongan	28
15	Kondisi bangunan di pesisir Pekalongan Sumber: Survei lapang (05/03/2024)	28
16	Grafik hubungan laju penurunan muka tanah satelit terhadap data insitu	30
17	Grafik <i>threshold</i> banjir rob tahun 2023	31
18	Estimasi sebaran area banjir rob (a) tahun 2023 dan (b) tahun 2050 di wilayah pesisir Pekalongan	32
19	Validasi kejadian rob di pesisir Pekalongan tahun 2023	35

20	Kondisi banjir rob kawasan kecamatan Wonokerto pada tanggal 12 Juni 2023	36
21	Adaptasi dan mitigasi banjir rob dengan (a) membangun Seawall (Anthony 2014) dan (b) penerapan <i>Flood Early Warning System</i> (Caniago <i>et al.</i> 2024)	37

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi Pengambilan Data	47
2	Informasi titik CORS	48
3	Hasil Perekaman Data GNSS Geodetik	49
4	Perhitungan klasifikasi tutupan lahan menggunakan <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	50
5	Perhitungan laju penurunan muka tanah (PMT)	52