

ESTIMASI AREA BERPOTENSI TERGENANG AKIBAT KENAIKAN MUKA LAUT MENGGUNAKAN DATA UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) PADA KAWASAN PESISIR TELUK AMBON DALAM

THEO IMANUEL NOYA



**TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik 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 mengumunkan 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 berjudul “Estimasi Area Berpotensi Tergenang Akibat Kenaikan muka laut Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV) pada Kawasan Pesisir Teluk Ambon Dalam” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, Agustus 2024.

Theo Imanuel Noya
C5502211004

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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

THEO IMANUEL NOYA. Estimasi Area Berpotensi Tergenang Akibat Kenaikan muka laut Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV) pada Kawasan Pesisir Teluk Ambon Dalam. Dibimbing oleh JONSON LUMBAN GAOL dan SYAMSUL BAHRI AGUS.

Kenaikan muka laut berpotensi menyebabkan genangan banjir rob pada kawasan pesisir Teluk Ambon Dalam (TAD) yang memiliki nilai topografi rendah. Pengelolaan jangka panjang kawasan pesisir berbasis mitigasi perlu dilakukan yakni dengan mengestimasi area yang berpotensi tergenang banjir rob. Parameter penting dalam mengestimasi kawasan tergenang adalah ketinggian permukaan tanah kawasan pesisir. Data ketinggian permukaan tanah dapat diperoleh dari berbagai sumber data seperti pengukuran konvensional maupun data sekunder. Survei konvensional untuk menghasilkan data ketinggian permukaan tanah terkendala biaya mahal dan waktu survei yang lama. Penggunaan data sekunder terkendala resolusi spasial dan temporal maupun masih terdapat bias nilai ketinggian tanah akibat masih terkandung tutupan lahan. Salah satu metode untuk menghasilkan data ketinggian permukaan tanah adalah teknik *photogrammetry* dengan menggunakan *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV). Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kemampuan UAV untuk menghasilkan data ketinggian tanah secara lebih efisien, akurat, detail dan terbaru.

Seri UAV yang digunakan adalah DJI Mavic 2 Pro. Perekaman foto udara dilakukan pada dua variasi ketinggian terbang yakni 80 dan 100 m untuk menentukan ketinggian terbang dengan nilai ketelitian geometri vertikal terbaik. Hasil perekaman UAV dikoreksi dan dilakukan uji geometri menggunakan data hasil pengukuran Titik Kontrol Tanah (TKT). Hasil pengolahan data UAV adalah data *Digital Terrain Model* (DTM) atau data ketinggian tanah tanpa tutupan lahan digunakan pada pemodelan genangan. Perhitungan laju kenaikan muka laut perairan Teluk Ambon menggunakan data satelit altimetri periode tahun 1993 hingga 2023. Data pasang surut (pasut) *tide guide* AMBN periode tahun 2012 hingga 2018 digunakan untuk menentukan nilai datum pasut *Mean Sea Level* (MSL) dan *Highest High Water Level* (HHWL). Nilai laju kenaikan muka laut dikalkulasikan dengan nilai rata-rata datum pasut untuk mengestimasi tinggi jangkauan genangan tahun 2050. Pemodelan genangan banjir rob pada kawasan pesisir TAD tahun 2050 dilakukan menggunakan pendekatan *Bathtub-method*.

Ketinggian terbang 100 m menghasilkan nilai ketelitian geometri vertikal yang lebih baik dan digunakan pada pemodelan. Skala peta yang dihasilkan adalah skala 1:5.000. Kelas ketelitian peta yang dihasilkan adalah ketelitian horizontal kelas 1 pada Desa Hative Kecil, Desa Waiheru dan Kelurahan Lateri. Kelas ketelitian vertikal yang dihasilkan adalah kelas 1 pada Desa Hative Kecil dan Kelurahan Lateri sedangkan pada Desa Waiheru adalah kelas 2. Laju kenaikan muka laut perairan Teluk Ambon adalah 4 mm/tahun. Nilai MSL dan HHWL perairan TAD adalah 1,57 dan 2,85 m. Jangkauan tinggi genangan pada tahun 2050 adalah 1,40 m. Estimasi luas genangan pada tahun 2050 pada kawasan Desa Hative Kecil seluas 0,14 ha, Desa Waiheru seluas 0,50 ha dan Kelurahan Lateri seluas 0,16 ha.

Kata kunci: Pesisir Teluk Ambon Dalam, SLR, UAV, DTM & Banjir rob.



SUMMARY

THEO IMANUEL NOYA. Estimation of Potential Flood Areas Due to Sea Level Rise Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Data in the Teluk Ambon Dalam Coastal Area. Supervised by JONSON LUMBAN GAOL and SYAMSULBAHRI AGUS.

Sea level rise potentially causes tidal flood inundation in coastal areas of Teluk Ambon Dalam (TAD) with low topographic values. Long-term management of coastal areas based on mitigation needs to mitigate the potential to be inundated by tidal floods. An important parameter in estimating the inundated area is the land surface elevation of the coastal area. Land elevation data can be obtained from various data sources, such as conventional measurements and secondary data. Conventional surveys to generate land surface elevation data are limited by high costs and long survey times. The use of secondary data is limited by spatial and temporal resolution, and there is still a bias in land elevation values due to land cover. A method for generating land surface elevation data is photogrammetry using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). This research was conducted to evaluate the ability of UAVs to produce more efficient, accurate, and detail of land elevation data.

The UAV series used was DJI Mavic 2 Pro. Aerial photography was conducted at two different flight altitudes, 80 m and 100 m, to determine the flight altitude with the best vertical geometry accuracy. UAV recording results are corrected and geometry tests are performed using data from ground control point (TKT) measurements. The results of UAV data processing are Digital Terrain Model (DTM) data or land elevation data without land cover used in inundation modeling. Altimetry satellite data for the period 1993 to 2023 are used to calculate the rate of sea level rise in Ambon Bay waters. AMBN tide gauge data for the period 2012 to 2018 were used to determine the tidal datum values of Mean Sea Level (MSL) and Highest High Water Level (HHWL). The rate of sea level rise was calculated using the mean value of the tidal datum to estimate the height of the inundation reach in 2050. Modeling of tidal inundation in the TAD coastal area in 2050 was performed using the Bathtub method approach.

The results, an altitude of 100 m produces a better vertical accuracy and is used for modeling. The resulting map scale is 1:5,000. The resulting map accuracy class is horizontal accuracy class 1 in Hative Kecil Village, Waiheru Village and Lateri Village. The resulting vertical accuracy class is class 1 in Hative Kecil Village and Lateri Village, while it is class 2 in Waiheru Village. The rate of sea level rise in the waters of Ambon Bay is 4 mm/year. The MSL and HHWL values of TAD waters are 1.57 and 2.85 m, respectively. The extent of inundation height in 2050 is 1.40 m. The estimated inundation area in 2050 in the area of Hative Kecil Village is 0.14 ha, Waiheru Village is 0.50 ha, and Lateri Village is 0.16 ha.

Keywords: Inner Ambon Bay Coast, SLR, UAV, DTM & Tidal Flood.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
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 apapun tanpa izin IPB.

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 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**ESTIMASI AREA BERPOTENSI TERGENANG AKIBAT
KENAIKAN MUKA LAUT MENGGUNAKAN DATA
UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) PADA KAWASAN
PESISIR TELUK AMBON DALAM**

THEO IMANUEL NOYA

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Teknologi Kelautan

**TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Estimasi Area Berpotensi Tergenang Akibat Kenaikan muka laut Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV) pada Kawasan Pesisir Teluk Ambon Dalam

Nama : Theo Imanuel Noya

NIM : C5502211004

Disetujui oleh:

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Jonson Lumban Gaol, M.Si



Pembimbing 2:

Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi., M.Si



Diketahui oleh:

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Jonson Lumban Gaol, M. Si

NIP. 196607211991031009



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:

Prof. Dr. Ir. Ferdinan Yulianda, M. Sc

NIP. 19630731 198803 1 002



Tanggal Ujian:

24 Juli 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya atas izin dan anugerah-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini mengungkap tema “Estimasi Area Berpotensi Tergenang Akibat Kenaikan Muka Laut Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV) pada Kawasan Pesisir Teluk Ambon Dalam”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Jonson Lumban Gaol, M. Si selaku Ketua Komisi Pembimbing dan bapak Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi., M. Si selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan masukan sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
2. Seluruh Dosen dan Staf Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK, Institut Pertanian Bogor.
3. Kepala BPKH Wilayah IX Provinsi Maluku dan Staf yang telah membantu dalam pengambilan data lapangan.
4. Dr. Yunita A Noya, S.Pi., M. Si yang telah membantu dalam pengolahan data pasang-surut perairan Teluk Ambon Dalam.
5. Perangkat pengurus Desa Waiheru, Desa Hative Kecil dan Kelurahan Lateri yang telah mengizinkan pengambilan data lapang.
6. Kedua orang tua yakni Fransly E. Noya dan Maria C. Noya/P serta kakak Thea O. Noya serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan moril, materil, doa selama menempuh studi magister hingga selesai.
7. Farel A. Aditama, Harly A. Matruty dan Maikel L. Lololuan yang telah membantu penulis dalam pengambilan data lapang.
8. Teman-teman Pascasarjana Tek 2021 dan 2022 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 di Institut Pertanian Bogor.

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

Bogor, Agustus 2024.

Theo Imanuel Noya
C5502211004

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xivi
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Kerangka Pikiran Penelitian	4
II METODOLOGI PENELITIAN	
2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	6
2.2 Alat dan Bahan	7
2.3 Prosedur Pengambilan Data Lapang	9
2.3.1 Pengukuran Data Titik Kontrol Tanah (TKT)	10
2.3.2 Konfigurasi Perekaman Data UAV	11
2.4 Metode Pengolahan Data	12
2.4.1 Pengolahan Data GNSS Tipe Geodetik	13
2.4.2 Pengolahan Data Perekaman UAV	14
2.4.3 Ekstraksi Data DTM	15
2.4.4 Pengolahan Data Pasang Surut	15
2.5 Metode Analisis Data	16
2.5.1 Perhitungan Parameter Geometri Peta	17
2.5.1.1 Perhitungan Skala Peta	17
2.5.1.2 Uji Geometri Horizontal dan Vertikal	17
2.5.1.3 Klasifikasi Ketelitian Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)	17
2.5.2 Analisis Nilai Laju Kenaikan muka laut	18
2.5.3 Perhitungan Tinggi Genangan Banjir Rob	18
2.5.4 Pemodelan Genangan Banjir Rob Tahun 2023 dan Estimasi Genangan Banjir Rob Tahun 2050	19
III HASIL DAN PEMBAHASAN	
3.1 Kondisi Ketinggian Tanah Kawasan Penelitian	20
3.2 Hasil Perekaman Data UAV dan Koreksi Geometri	26
3.2.1 Hasil Perekaman Data UAV dan Koreksi Geometri	26
3.2.2 Skala Peta, Citra Ortofoto dan <i>Digital Elevation Model</i>	31
3.2.3 Uji Geometri Horizontal dan Vertikal Peta	38
3.2.4 Klasifikasi Kelas Ketelitian Peta	40
3.2.5 Ekstraksi Data DTM	41
3.3 Kondisi Muka laut Perairan Teluk Ambon	46
3.3.1 Pola Fluktuasi Musiman Muka Laut Perairan Teluk Ambon	46
3.3.2 Laju Kenaikan Muka Laut Perairan Teluk Ambon	47
3.3.3 Komponen Harmonik dan Datum Pasang Surut Perairan TAD	48
3.3.4 Tinggi Genangan Banjir Rob pada Kawasan Pesisir TAD	49
3.4 Peta Sebaran dan Luasan Area Genangan Banjir Rob	50



IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan	58
4.1 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

1. Perangkat survei data lapang	7
2. Perangkat lunak penelitian	7
3. Spesifikasi ketelitian GNSS tipe Geodetik	7
4. Spesifikasi wahana UAV DJI Mavic 2 Pro	8
5. Informasi data pasut UHSLC	9
6. Keterangan konstanta harmonik pasut	15
7. Klasifikasi ketelitian geometri peta RBI	18
8. Nilai PDOP, HDOP dan VDOP pada perekaman Geodetik	20
9. Informasi TKT kawasan Desa Hative Kecil	20
10. Informasi TKT kawasan Desa Waiheru	21
11. Informasi TKT kawasan Kelurahan Lateri	23
12. Perbandingan jumlah sudut foto berdasarkan ketinggian terbang	26
13. Jumlah foto, point cloud, dan tie point per ketinggian terbang	27
14. Nilai RMSEr titik GCP tiap lokasi penelitian	29
15. Nilai RMSEz titik GCP tiap lokasi penelitian	31
16. Luasan dan panjang objek pengamatan dampak genangan	37
17. Nilai RMSEr titik ICP tiap lokasi penelitian	39
18. Nilai RMSEz titik ICP tiap lokasi penelitian	39
19. Nilai CE90 dan LE90 berdasarkan ketinggian terbang	40
20. Klasifikasi nilai CE90 pada tiap ketinggian terbang pada kelas peta BIG	41
21. Klasifikasi nilai LE90 pada tiap ketinggian terbang pada kelas peta BIG	41
22. Jumlah random point berdasarkan ketinggian terbang	41
23. Komponen harmonik pasut perairan TAD tahun 2012–2018	48
24. Nilai MSL dan HHWL perairan TAD tahun 2012–2018	49

DAFTAR GAMBAR

1. Kerangka pikiran penelitian	5
2. Peta lokasi penelitian.	6
3. Tampilan DJI Mavic 2 Pro.	8
4. Alur prosedur pengambilan data lapang	9
5. Pola sebaran ideal titik GCP berdasarkan kondisi profil topografi	10
6. Distribusi dan jarak ideal titik uji pada area beraturan	10
7. (a) Sketsa <i>endlap</i> dan (b) Sketsa <i>sidelap</i>	12
8. (a) Sudut pengambilan kamera 90° dan kamera 70°	12
9. Alur pengolahan data.	13
10. Alur pengolahan data perekaman UAV.	14
11. Alur analisis data.	16
12. Peta sebaran dan profil transek ketinggian permukaan tanah pada TKT kawasan Desa Hative Kecil	21



13. Peta sebaran dan profil transek ketinggian permukaan tanah pada TKT kawasan Desa Waiheru	22
14. Peta sebaran dan profil transek ketinggian permukaan tanah pada TKT kawasan Kelurahan Lateri	24
15. Peta sebaran dan profil transek ketinggian berdasarkan data DEMNAS pada Kawasan Desa Hative Kecil	25
16. Perbandingan profil ketinggian tanah antara data DEMNAS dan pengukuran lapang kawasan Desa Hative Kecil.	25
17. (a) Sudut perekaman 90° , (b) Sudut perekaman 70° .	27
18. Grafik nilai RMSE x , y , z pada kawasan Desa Hative Kecil.	28
19. Grafik nilai RMSE x , y , z pada kawasan Desa Waiheru.	28
20. Grafik nilai RMSE x , y , z pada kawasan Kel Lateri.	29
21. (a) <i>roll</i> , (b) <i>tip</i> , (c) <i>yaw</i>	29
22. Contoh foto perubahan ketinggian terbang kode foto DJI_0811	30
23. Citra Ortofoto kawasan Desa Hative Kecil (a) ketinggian terbang 80 m, (b) ketinggian terbang 100 m dan citra DEM (c) ketinggian terbang 80 m, (d) ketinggian terbang 100 m.	32
24. Profil perbandingan DEM Desa Hative Kecil antar ketinggian terbang	33
25. Citra Ortofoto kawasan Desa Waiheru (a) ketinggian terbang 80 m, (b) ketinggian terbang 100 m dan citra DEM (c) ketinggian terbang 80 m, (d) ketinggian terbang 100 m.	34
26. Profil perbandingan DEM Desa Waiheru antar ketinggian terbang	35
27. Citra Ortofoto kawasan Kel. Lateri (a) ketinggian terbang 80 m, (b) ketinggian terbang 100 m dan citra DEM (c) ketinggian terbang 80 m, (d) ketinggian terbang 100 m.	36
28. Profil perbandingan DEM Kel. Lateri antar ketinggian terbang	37
29. Grafik nilai RMSE x , y , z pada kawasan Desa Hative Kecil	38
30. Grafik nilai RMSE x , y , z pada kawasan Desa Waiheru	38
31. Grafik nilai RMSE x , y , z pada kawasan kel. Lateri	39
32. Peta sebaran nilai DTM Desa Hative Kecil	42
33. Profil ketinggian tanah kawasan Desa Hative Kecil	42
34. Peta sebaran nilai DTM kawasan Desa Waiheru	43
35. Profil ketinggian tanah kawasan Desa Waiheru	44
36. Peta sebaran DTM kawasan Kel. Lateri	45
37. Profil ketinggian tanah kawasan Kel. Lateri	45
38. Grafik fluktuasi muka laut Teluk Ambon tahun 2018	46
39. Grafik regresi dan tren kenaikan muka laut tahun 1993–2023	47
40. Grafik periode genangan banjir rob saat kondisi HHWL tahun 2018	49
41. Peta sebaran banjir rob tahun 2023 (kiri) dan estimasi sebaran genangan banjir rob tahun 2050 (kanan) tanpa tutupan lahan pada Kawasan Desa Hative kecil	50
42. Peta sebaran (a) banjir rob tahun 2023 dan (b) estimasi sebaran genangan banjir rob tahun 2050 dengan tutupan lahan Kawasan Desa Hative kecil	52
43. Visualisasi kondisi banjir rob kawasan Desa Hative Kecil	52
44. Visualisasi kondisi kerusakan pada talud dan tembok	52
45. Visualisasi konstruksi bangunan pada area dekat laut kawasan Desa Hative Kecil	53



46. Peta sebaran banjir rob tahun 2023 (kiri) dan estimasi sebaran genangan banjir rob tahun 2050 (kanan) tanpa tutupan lahan pada Kawasan Desa Waiheru.	53
47. Peta sebaran (a) banjir rob tahun 2023 dan (b) estimasi sebaran genangan banjir rob tahun 2050 dengan tutupan lahan pada Kawasan Desa Waiheru	54
48. Visualisasi kondisi banjir rob kawasan Desa Waiheru.	55
49. Visualisasi konstruksi bangunan dekat pantai kawasan Desa Waiheru.	55
50. Peta sebaran (a) banjir rob tahun 2023 dan (b) estimasi sebaran genangan banjir rob tahun 2050 tanpa tutupan lahan pada Kawasan Kel. Lateri	56
51. Peta sebaran banjir rob tahun 2023 (kiri) dan estimasi sebaran genangan banjir rob tahun 2050 tanpa tutupan lahan pada Kawasan Kel. Lateri	56

DAFTAR LAMPIRAN

1. Dokumentasi pengambilan data lapang	68
2. Pengolahan data gps Geodetik	69
3. Penerbangan UAV	71
4. Hasil perekaman data gps Geodetik	72
5. Konfigurasi pengolahan UAV	73
6. Hasil pengolahan UAV	73
7. Hasil uji geometri titik GCP	77
8. Hasil uji geometri titik ICP	78
9. Sebaran titik ketinggian tanah	79
10. Informasi titik CORS	80
11. Rancangan alur terbang	80
12. Rancangan alur terbang	81