



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**APLIKASI WEBGIS ANCAMAN BENCANA BANJIR  
DI KECAMATAN SAYUNG, KABUPATEN DEMAK**

**TUGAS AKHIR**

**M. ALFARISI HANDIFA**

**21110118130085**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
OKTOBER 2022**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**APLIKASI WEBGIS ANCAMAN BENCANA BANJIR  
DI KECAMATAN SAYUNG, KABUPATEN DEMAK**

**TUGAS AKHIR**

**M. ALFARISI HANDIFA  
21110118130085**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
OKTOBER 2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip

maupun dirujuk

Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : M. ALFARISI HANDIFA

NIM : 21110118130085

Tanda Tangan :



Tanggal : 9 September 2022

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : M. ALFARISI HANDIFA  
NIM : 21110118130085  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI  
Judul Skripsi :

APLIKASI WEBGIS ANCAMAN BENCANA BANJIR DI KECAMATAN  
SAYUNG, KABUPATEN DEMAK

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/S1 pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Arief Laila Nugraha, S.T., M. Eng

Pembimbing 2 : Bandi Sasmito, S.T., M.T.

Penguji 1 : Arwan Putra Wijaya S.T., M.T.

Penguji 2 : Dr. Yasser Wahyuddin S.T., M.T., M.Sc.

()  
()  
()  
()

Semarang, 19 September 2022

Departemen Teknik Geodesi

Fakultas Teknik

Universitas Diponegoro

Ketua  
  
Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.  
NIP. 197904232006041001

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini saya persembahkan secara khusus kepada:

**Ayah** dan **Bunda** saya yang telah membesarkan saya dari kecil hingga saya bisa berada di fase ini. Terima kasih banyak atas segala dukungan moril, materi, pengorbanan, nasihat serta doa yang tiada hentinya. Saya berharap momen ini dapat menjadi langkah awal bagi saya untuk dapat membalas segala jasa dan pengorbanan yang telah kalian berikan selama ini, semoga di masa mendatang saya dapat mewujudkan mimpi dan harapan kalian.

Banyak terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh teman-teman seperjuangan Angkatan 2018, Astama Suta Buwana atas seluruh waktu berharga selama menempuh masa studi di Teknik Geodesi. Selain itu terima kasih juga untuk Natasya Indah Ruspika atas dukungan, bantuan, motivasi dan dorongan yang telah diberikan kepada saya selama proses penelitian.

" Jika kamu lelah,  
belajarlah untuk beristirahat,  
bukan untuk berhenti. "

## KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji atas kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemeliharaan alam semesta yang telah memberikan rahmat, kekuatan dan karunia dalam proses dan pelaksanaan tugas akhir sehingga dapat berjalan dengan lancar hingga dapat sampai pada tahap selesainya tugas akhir meskipun proses belajar sesungguhnya tidak akan pernah berhenti. Pelaksanaan tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah hasil kerja individual dan tentunya tidak akan dapat diselesaikan tanpa bantuan banyak pihak, oleh karena itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan kedua adik saya tercinta yang selalu memberikan dukungan secara moril dan materiil serta kasih sayang yang tulus.
2. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S. T., M. T. selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arief Laila Nugraha, S.T., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, pengarahan dan kesabarannya dalam pelaksanaan tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan.
4. Bapak Bandi Sasmito, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T. selaku dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan, nasihat serta arahan perencanaan studi yang berguna bagi penulis dalam pelaksanaan proses studi.
6. Seluruh Dosen Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan saran selama proses perkuliahan serta selama pembuatan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Tata Usaha Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang selalu membantu dalam urusan administrasi dan kemahasiswaan.
8. Pihak-pihak lain yang turut membantu serta memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.

Penulis yakin tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan oleh karena itu kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki tugas akhir ini menjadi lebih baik. Penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan khususnya instansi ataupun masyarakat yang berada di wilayah penelitian ini. Selain itu Penulis berharap semoga penelitian ini juga dapat memberikan sumbangsih bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalam.

Akhir kata Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya jika dalam proses pelaksanaan penelitian ini Penulis melakukan kesalahan baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Semoga Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa mengampuni kesalahan kita dan berkenan menunjukkan jalan yang benar.

Semarang, 19 September 2022



M. Alfarisi Handifa

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. ALFARISI HANDIFA  
NIM : 21110118130085  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneeksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**APLIKASI WEBGIS ANCAMAN BENCANA BANJIR DI KECAMATAN SAYUNG, KABUPATEN DEMAK**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro 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 : Semarang  
Pada Tanggal : 19 September 2022

Yang menyatakan



M. Alfarisi Handifa



## ABSTRAK

Kecamatan Sayung merupakan daerah dengan tingkat ancaman bencana yang cukup tinggi terhadap bencana banjir khususnya banjir yang terjadi karena naiknya air laut (rob). Pada tahun 2021 menurut data BPBD di Kecamatan Sayung terdapat 17 kejadian bencana banjir dari 59 total kejadian bencana banjir di Kabupaten Demak sedangkan banjir rob juga sering melanda dengan total bangunan terdampak adalah 8983 bangunan. Salah satu upaya untuk meminimalisir dampak bencana adalah melalui pemetaan ancaman bencana sehingga dapat menunjukkan tingkat ancaman bencana pada suatu kawasan. Pembuatan dan analisis peta ancaman bencana banjir pada penelitian ini terdiri atas bencana banjir sungai dan banjir rob dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG). Peta ancaman bencana banjir dibuat menggunakan metode skoring dan *overlay* menggunakan bobot dari hasil perhitungan AHP sedangkan peta ancaman genangan banjir rob merupakan hasil analisis fungsi logika *less than*. Pengembangan aplikasi WebGIS dilakukan dengan memanfaatkan ArcGIS Experience untuk mengintegrasikan aplikasi ArcGIS Dashboard, ArcGIS WebApp Builder dan ArcGIS Survey123 ke dalam satu portal aplikasi. Aplikasi tersebut telah dilengkapi dengan fitur untuk menunjang penggunaan aplikasi sebagai sarana penyampaian informasi ancaman banjir secara informatif dan interaktif kepada pengguna. Uji kelayakan aplikasi terbagi atas dua bagian yaitu uji program dan uji *usability*. Pada uji *usability* yang telah dilakukan diperoleh hasil penilaian Sangat Baik dengan nilai 4,211 dari 5,00 sehingga menunjukkan aplikasi telah memenuhi aspek-aspek pengujian yaitu *Learnability*, *Memorability*, *Efficiency*, *Error* dan *Satisfaction*.

**Kata Kunci:** Banjir, Peta Ancaman, Kecamatan Sayung, *WebGIS*, ArcGIS Online

## **ABSTRACT**

*Sayung Sub-District is an area with a fairly high level of disaster threat to flood disasters, especially floods that occur due to rising sea levels (Tidal Flood). In 2021, according to BPBD data in Sayung District, there were 17 flood events out of 59 total flood disasters in Demak Regency, while tidal floods also frequently hit 8983 buildings affected. One of the efforts to minimize the impact of disasters is through disaster hazard mapping to show the level of disaster threat in an area. The making and analysis of flood hazard maps in this research consisted of the river and tidal floods using Geographic Information Systems (GIS). The flood hazard map is made using the scoring and overlay methods using the weights from the AHP calculation results, while the tidal flood hazard map is the result of the less than logic function analysis. WebGIS application development is carried out using ArcGIS Experience to integrate ArcGIS Dashboard, ArcGIS WebApp Builder and ArcGIS Survey123 applications into one application portal. The application has been equipped with features to support the use of the application as a means of delivering information on flood threats in an informative and interactive to application users. The application feasibility test is divided into two parts: program testing and usability testing. In the usability test that has been carried out, the assessment results are very good, with a value of 4.211 out of 5.00, indicating that the application has met the test aspects, namely Learnability, Memorability, Efficiency, Error and Satisfaction.*

**Keywords:** *Flood, Hazard Map, Sayung Sub-District, WebGIS, ArcGIS Online*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
I.3.1 Tujuan Penelitian .....	3
I.3.2 Manfaat Penelitian .....	4
I.4 Batasan Masalah.....	4
I.5 Metodologi Penelitian .....	5
I.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
II.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu .....	8
II.2 Deskripsi Area Studi .....	12
II.2.1 Gambaran Umum.....	12
II.2.2 Kondisi Kebencanaan.....	13
II.3 Bencana .....	14
II.4 Pemetaan Ancaman Bencana Banjir .....	15
II.5 Pasang Surut Air Laut .....	19
II.6 Metode <i>Least Square</i> .....	21
II.7 Digital Elevation Model (DEM) Nasional .....	21
II.8 DInSAR.....	23

II.9	Sentinel-1 .....	23
II.10	Sistem Informasi Geografis (SIG) .....	24
II.11	Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) .....	26
II.12	Metode <i>Overlay</i> .....	29
II.13	ArcGIS .....	30
II.14	Uji Kelayakan Aplikasi .....	31
II.14.1	Uji Program.....	31
II.14.2	Uji <i>Usability</i> .....	32
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
III.1	Persiapan Penelitian .....	34
III.1.1	Alat Penelitian.....	34
III.1.2	Data .....	34
III.2	Diagram Alir Penelitian .....	36
III.3	Tahapan Pengolahan Penelitian .....	39
III.3.1	Pembuatan Peta Ancaman Banjir.....	39
III.3.2	Pemodelan Ancaman Banjir Rob.....	59
III.3.3	Pembuatan Aplikasi WebGIS Bencana Banjir.....	67
III.4	Validasi Lapangan Peta Ancaman Bencana.....	87
III.5	Uji Aplikasi .....	89
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN ANALISIS.....</b>	<b>93</b>
IV.1	Hasil dan Pembahasan Pemetaan Ancaman Banjir Sungai.....	93
IV.1.1	Hasil dan Analisis Data Wawancara AHP Bencana Banjir ..	93
IV.1.2	Hasil dan Analisis Peta Kelerengan .....	95
IV.1.3	Hasil dan Analisis Peta Curah Hujan .....	96
IV.1.4	Hasil dan Analisis Peta Jarak dari Sungai.....	97
IV.1.5	Hasil dan Analisis Peta Kerapatan Sungai .....	98
IV.1.6	Hasil dan Analisis Peta Penggunaan Lahan .....	99
IV.1.7	Hasil dan Analisis Peta Jenis Tanah.....	101
IV.1.8	Hasil dan Analisis Ancaman Bencana Banjir Sungai .....	101
IV.2	Hasil dan Analisis Pemodelan Genangan Banjir Rob.....	104
IV.2.1	Hasil dan Analisis Penurunan Muka Tanah .....	104
IV.2.2	Hasil dan Analisis Pasang Surut .....	106

IV.2.3	Hasil dan Analisis Pemodelan Genangan Banjir Rob.....	107
IV.3	Hasil dan Analisis Aplikasi WebGIS Bencana Banjir .....	111
IV.3.1	Analisis Aplikasi <i>form</i> Survey123 .....	112
IV.3.2	Analisis Aplikasi <i>Web App</i> .....	113
IV.3.3	Analisis Aplikasi <i>Dashboard</i> .....	118
IV.3.4	Analisis Keterbatasan Aplikasi .....	120
IV.4	Hasil dan Analisis Validasi Lapangan Peta Ancaman Bencana .....	121
IV.5	Hasil dan Analisis Uji Kelayakan Aplikasi.....	124
IV.5.1	Uji Program.....	125
IV.5.2	Uji <i>Usability</i> .....	125
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>128</b>
V.1	Kesimpulan .....	128
V.2	Saran.....	129
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xviii</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Kerangka Berpikir Penelitian .....	5
Gambar II-1 Peta Administrasi Kecamatan Sayung .....	13
Gambar II-2 Grafik Tipe Pasang Surut (Triatmodjo, 2009) .....	20
Gambar II-3 DEMNAS (BIG, 2018) .....	22
Gambar II-4 Arsitektur Minimum WebGIS (Charter, 2008) .....	26
Gambar II-5 Struktur Hierarki AHP (Darmanto, 2014) .....	27
Gambar II-6 Ilustrasi Metode <i>Overlay</i> (Geograph88, 2018) .....	30
Gambar III-1 Diagram Alir Penelitian .....	36
Gambar III-2 <i>Add Data</i> DEM .....	43
Gambar III-3 Hasil <i>Add Data</i> DEMNAS .....	44
Gambar III-4 <i>Mosaic to New Raster</i> .....	44
Gambar III-5 Pengaturan Proyeksi Data DEM .....	45
Gambar III-6 Hasil <i>Clip</i> data DEM .....	45
Gambar III-7 <i>Toolbox Slope</i> .....	46
Gambar III-8 <i>Reclassify</i> Kelerengan .....	46
Gambar III-9 Hasil Pengolahan Data Kelerengan .....	47
Gambar III-10 Menambahkan Data Curah Hujan di ArcMap .....	48
Gambar III-11 Interpolasi IDW Data Curah Hujan .....	48
Gambar III-12 <i>Reclassify</i> Data Curah Hujan .....	49
Gambar III-13 Hasil Pengolahan Curah Hujan .....	50
Gambar III-14 <i>Multiple Ring Buffer</i> .....	50
Gambar III-15 Hasil <i>Multiple Ring Buffer</i> .....	51
Gambar III-16 Hasil Klasifikasi Jarak Sungai .....	51
Gambar III-17 Data <i>Shapefile</i> Persebaran Sungai dan Batas Administrasi .....	52
Gambar III-18 Perhitungan Panjang Sungai .....	52
Gambar III-19 Perhitungan Luas Desa .....	53
Gambar III-20 <i>Field Calculator</i> Kerapatan Sungai .....	53
Gambar III-21 Hasil Klasifikasi Kerapatan Sungai .....	54
Gambar III-22 <i>Add Data</i> Penggunaan Lahan .....	54
Gambar III-23 <i>Clip Shapefile</i> Penggunaan Lahan .....	55

Gambar III-24 Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan .....	55
Gambar III-25 Hasil Klasifikasi Jenis Tanah Kecamatan Sayung.....	56
Gambar III-26 <i>Union</i> .....	57
Gambar III-27 Hasil Analisis <i>Union</i> .....	58
Gambar III-28 <i>Field Calculator</i> .....	58
Gambar III-29 Hasil Klasifikasi Ancaman Bencana Banjir.....	59
Gambar III-30 Menambahkan Citra pada SNAP .....	60
Gambar III-31 <i>Graph Builder</i> .....	60
Gambar III-32 <i>Goldstein Phase Filtering</i> .....	62
Gambar III-33 Proses <i>Phase Unwrapping</i> .....	63
Gambar III-34 <i>Phase to Displacement</i> .....	63
Gambar III-35 <i>Range Doppler Correction</i> .....	64
Gambar III-36 <i>Export</i> Hasil Pengolahan SNAP .....	64
Gambar III-37 <i>Raster Calculator</i> .....	66
Gambar III-38 Hasil <i>Raster to Polygon</i> .....	66
Gambar III-39 <i>Dissolve</i> Pengolahan Banjir Rob .....	67
Gambar III-40 Desain Diagram <i>Entity-Relationship</i> .....	68
Gambar III-41 <i>New Survey</i> .....	69
Gambar III-42 Pengaturan XLSForm .....	70
Gambar III-43 Pengisian Deskripsi <i>Form</i> .....	70
Gambar III-44 Publikasi <i>form</i> Survey Pelaporan Banjir.....	71
Gambar III-45 Data Tabular Rekap Kejadian Bencana Banjir .....	71
Gambar III-46 Pembuatan <i>Geodatabase</i> .....	72
Gambar III-47 Kotak Dialog <i>tool Make Query Table</i> .....	72
Gambar III-48 <i>Import</i> Data ke <i>Geodatabase</i> .....	73
Gambar III-49 <i>Add New Item</i> ArcGIS Online.....	73
Gambar III-50 Pendeskripsian <i>Item</i> di ArcGIS Online.....	74
Gambar III-51 Halaman Informasi Data di ArcGIS Online.....	74
Gambar III-52 Tampilan <i>Layer</i> pada <i>Map Viewer Classic</i> .....	75
Gambar III-53 Simbologi <i>Web Map</i> .....	75
Gambar III-54 <i>Custom Attribute Display</i> .....	75
Gambar III-55 <i>Web Map</i> Sebaran Kejadian Bencana .....	76

Gambar III-56 Menyimpan <i>Web Maps</i> .....	76
Gambar III-57 <i>New Dashboard</i> .....	77
Gambar III-58 Menambahkan <i>Web Map</i> .....	77
Gambar III-59 Menambahkan Fitur <i>Indicator</i> .....	78
Gambar III-60 Menambahkan Fitur <i>Serial Chart</i> .....	78
Gambar III-61 Menambahkan Fitur <i>List</i> .....	79
Gambar III-62 Menambahkan <i>Header Panel</i> .....	79
Gambar III-63 Menambahkan Fitur <i>Selector</i> .....	80
Gambar III-64 <i>Dashboard</i> Bencana.....	80
Gambar III-65 <i>Web Maps</i> Ancaman Bencana .....	81
Gambar III-66 Pembuatan <i>Web App</i> Baru .....	81
Gambar III-67 Tampilan Pengaturan <i>Web App</i> .....	82
Gambar III-68 Pengisian Informasi <i>Web App</i> .....	82
Gambar III-69 Pilihan Aplikasi pada <i>App Launcher</i> ArcGIS Online .....	83
Gambar III-70 Penentuan <i>Template</i> Tata Letak Aplikasi .....	83
Gambar III-71 <i>Insert Screen Group</i> .....	84
Gambar III-72 Menambahkan Alamat URL <i>Dashboard</i> .....	84
Gambar III-73 Menambahkan Alamat URL <i>Web App</i> .....	85
Gambar III-74 Menambahkan Alamat URL Survey123.....	85
Gambar III-75 <i>Widget Menu</i> .....	85
Gambar III-76 <i>Set Link</i> pada <i>Widget Image</i> .....	86
Gambar III-77 Konfigurasi Tampilan Aplikasi pada <i>Smartphone</i> .....	86
Gambar III-78 Sebaran Titik Validasi Peta Ancaman .....	88
Gambar III-79 Formulir Validasi Survey123.....	88
Gambar IV-1 Diagram Hasil Pembobotan.....	94
Gambar IV-2 Peta Kelerengan Kecamatan Sayung.....	95
Gambar IV-3 Peta Curah Hujan Kecamatan Sayung.....	96
Gambar IV-4 Peta Jarak dari Sungai Kecamatan Sayung.....	97
Gambar IV-5 Peta Kerapatan Sungai Kecamatan Sayung.....	99
Gambar IV-6 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Sayung.....	100
Gambar IV-7 Peta Jenis Tanah Kecamatan Sayung .....	101
Gambar IV-8 Peta Ancaman Banjir Sungai Kecamatan Sayung.....	102



Gambar IV-9 Peta Penurunan Muka Tanah Kecamatan Sayung tahun 2018-2022 .....	105
Gambar IV-10 Grafik Perbandingan HHWL Tiap Bulan dan MSL Rata-Rata..	107
Gambar IV-11 Peta Pemodelan Genangan Banjir Rob di Kecamatan Sayung...	108
Gambar IV-12 Dampak Banjir Rob di Kecamatan Sayung .....	110
Gambar IV-13 Alur Pembaharuan Informasi pada Aplikasi.....	112
Gambar IV-14 Tampilan <i>form</i> Survey <sup>123</sup> .....	113
Gambar IV-15 Tampilan Awal <i>Web App</i> .....	113
Gambar IV-16 Panel Navigasi .....	114
Gambar IV-17 Fitur Legenda.....	114
Gambar IV-18 Fitur <i>Basemap Gallery</i> .....	114
Gambar IV-19 Fitur Tentang Aplikasi.....	115
Gambar IV-20 Fitur Tabel Atribut.....	115
Gambar IV-21 Fitur Daftar <i>Layer</i> .....	116
Gambar IV-22 Fitur Diagram Jumlah Kejadian Bencana.....	116
Gambar IV-23 Fitur Pencarian.....	117
Gambar IV-24 Fitur Kejadian Banjir di Sekitar.....	117
Gambar IV-25 Tampilan Awal <i>Dashboard</i> .....	118
Gambar IV-26 Fitur Peta.....	118
Gambar IV-27 Fitur Daftar Kejadian Bencana .....	119
Gambar IV-28 Fitur Luas Tingkat Ancaman Bencana .....	119
Gambar IV-29 Fitur Grafik Kasus .....	120
Gambar IV-30 Fitur Indikator Bencana .....	120
Gambar IV-31 Fitur <i>Selector</i> .....	120
Gambar IV-32 Diagram Hasil Validasi Peta Ancaman .....	124

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Tinjauan Penelitian Terdahulu .....	8
Tabel II-2 Tinjauan Penelitian Terdahulu (Lanjutan) .....	9
Tabel II-3 Tinjauan Penelitian Terdahulu (Lanjutan) .....	10
Tabel II-4 Parameter Peta Ancaman .....	16
Tabel II-5 Klasifikasi Skor Parameter Jenis Tanah Bencana Banjir (Asdak, 2004) .....	16
Tabel II-6 Klasifikasi Skor Parameter Kelerengan Bencana Banjir (Darmawan & Theml, 2008).....	17
Tabel II-7 Klasifikasi Skor Parameter Curah Hujan Bencana Banjir (Darmawan & Theml, 2008).....	17
Tabel II-8 Klasifikasi Skor Parameter Ketinggian Bencana Banjir (Linsley, 1975) .....	17
Tabel II-9 Klasifikasi Skor Parameter <i>Buffer</i> Sungai (BNPB, 2010) .....	18
Tabel II-10 Klasifikasi Skor Parameter Penggunaan Lahan Bencana Banjir (Darmawan & Theml, 2008).....	18
Tabel II-11 Tipe Pasang Surut .....	21
Tabel II-12 Spesifikasi Sentinel -1.....	24
Tabel II-13 Skala AHP untuk Penilaian Perbandingan Indikator Bencana (Perka BNPB, 2012).....	28
Tabel III-1 Data Sekunder Penelitian.....	35
Tabel III-2 Matriks <i>Pairwise Comparison</i> Bencana Banjir .....	39
Tabel III-3 Matriks <i>Pairwise Comparison</i> Bencana Banjir (Lanjutan) .....	40
Tabel III-4 Matriks A Bencana Banjir .....	40
Tabel III-5 Matriks Eigen Vektor A Bencana Banjir.....	40
Tabel III-6 Matriks Eigen Vektor B Bencana Banjir.....	41
Tabel III-7 Selisih Eigen Vektor A dan B Bencana.....	41
Tabel III-8 Matriks Bobot Kriteria Bencana Banjir.....	41
Tabel III-9 Matriks Vektor Jumlah Tertimbang Bencana Banjir.....	42
Tabel III-10 Matriks Vektor Konsistensi Bencana Banjir .....	42
Tabel III-11 Informasi Lokasi dan Curah Hujan Tiap Stasiun .....	47

Tabel III-12 Bobot Tiap Parameter Ancaman Banjir.....	57
Tabel III-13 Informasi Citra Sentinel-1 .....	59
Tabel III-14 Perangkat Keras dan <i>Browser</i> Uji Program.....	89
Tabel III-15 Daftar Pertanyaan Kuesioner Uji <i>Usability</i> .....	90
Tabel III-16 Penilaian Pertanyaan Uji <i>Usability</i> .....	90
Tabel III-17 Data Kuesioner Uji <i>Usability</i> .....	91
Tabel III-18 Hasil Perhitungan Jumlah dan Rata-Rata Pertanyaan Kuesioner .....	92
Tabel III-19 Kategori Penilaian Aspek Uji <i>Usability</i> .....	92
Tabel IV-1 Klasifikasi Parameter Kelerengan .....	95
Tabel IV-2 Klasifikasi Parameter Curah Hujan .....	97
Tabel IV-3 Klasifikasi Parameter Jarak dari Sungai .....	98
Tabel IV-4 Klasifikasi Parameter Kerapatan Sungai .....	99
Tabel IV-5 Klasifikasi Parameter Penggunaan Lahan .....	100
Tabel IV-6 Persentase Persebaran Jenis Tanah.....	101
Tabel IV-7 Interval Nilai Kelas Ancaman Banjir .....	102
Tabel IV-8 Klasifikasi Kelas Ancaman Bencana Banjir Sungai .....	103
Tabel IV-9 Luas Ancaman Bencana Banjir Sungai Tiap Desa.....	103
Tabel IV-10 Luas Ancaman Bencana Banjir Sungai Tiap Desa (Lanjutan).....	104
Tabel IV-11 Statistik Penurunan Muka Tanah Kecamatan Sayung Tahun 2018-2022.....	105
Tabel IV-12 Amplitudo Konstanta Harmonik Pasang Surut .....	106
Tabel IV-13 Luas Ancaman Genangan Banjir Rob Tiap Desa.....	108
Tabel IV-14 Luas Ancaman Genangan Rob Banjir Tiap Desa (Lanjutan).....	109
Tabel IV-15 Hasil Validasi Peta Ancaman Bencana .....	122
Tabel IV-16 Hasil Validasi Peta Ancaman Bencana (Lanjutan) .....	123
Tabel IV-17 Hasil Uji Program.....	125
Tabel IV-18 Hasil Uji <i>Usability</i> .....	126

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Indonesia terletak tepat di pertemuan tiga lempeng tektonik benua besar seperti lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Selain itu, Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis dan terletak di antara benua Asia dan Australia, serta Samudra Pasifik dan Samudra Hindia yang menjadikan Indonesia kerap mengalami perubahan cuaca yang cukup ekstrim. Kondisi tersebut memberikan beberapa keuntungan bagi Indonesia seperti kondisi alam yang indah sehingga sering menjadi tujuan tempat wisata, tanah yang subur untuk menjadi lahan pertanian dan perkebunan serta kekayaan alam yang melimpah. Akan tetapi selain memberikan keuntungan, kondisi tersebut juga membuat Indonesia memiliki potensi bencana yang cukup tinggi. Menurut data dari BNPB sepanjang 2021 terhitung mulai tanggal 1 Januari 2021 sampai dengan 28 Desember 2021, telah terjadi bencana alam sebanyak 3058 kejadian dengan bencana yang paling sering terjadi adalah bencana banjir sebanyak 1288 kejadian atau 42,1% dari total keseluruhan bencana.

Kabupaten Demak secara topografis terbagi menjadi wilayah daratan rendah hingga daratan tinggi dengan jenis tanah dan ketinggian permukaan tanah yang variatif. Kondisi tersebut ditambah dengan curah hujan yang tinggi membuat Kabupaten Demak rentan terhadap ancaman bencana kekeringan, banjir, kebakaran, tanah longsor dan banjir rob (BPBD, 2015). BPBD Kabupaten Demak menyebutkan bahwa pada tahun 2021 telah terjadi 173 bencana dengan total kerusakan dan kerugian mencapai Rp 24.751.020.946. Salah satu kecamatan rawan bencana di Kabupaten Demak adalah kecamatan Sayung. Berdasarkan hasil analisis kajian risiko bencana, Kecamatan yang memiliki luas wilayah 78,80 km<sup>2</sup> dan terdiri atas 20 desa tersebut merupakan daerah dengan tingkat ancaman bencana yang cukup tinggi terhadap bencana banjir khususnya banjir yang terjadi karena naiknya air laut (rob). Berdasarkan informasi kejadian bencana dari BPBD diketahui bahwa Kecamatan Sayung merupakan Kecamatan dengan tingkat kejadian bencana banjir tertinggi di Kabupaten Demak. Tercatat 17 kejadian bencana banjir dari 59 total

kejadian bencana banjir di Kabupaten Demak terjadi di Kecamatan Sayung. Banjir rob juga sering melanda Kecamatan Sayung dengan total bangunan terdampak adalah 8983 bangunan.

Bencana dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana didefinisikan sebagai suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak bencana adalah melalui pengkajian dan pemetaan ancaman bencana dengan mengumpulkan dan menganalisis parameter bencana sehingga dapat menunjukkan tingkat ancaman bencana pada suatu kawasan. Pemetaan dilakukan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan metode tumpang tindih atau *overlay*. SIG adalah suatu sistem pengumpulan, pengaturan, pengolahan, analisis dan penyajian informasi dengan melakukan integrasi data spasial dan data atribut ke dalam suatu sistem sehingga memungkinkan untuk melakukan operasi atau fungsi tertentu yang dalam hal ini adalah penyajian informasi ancaman bencana banjir di Kecamatan Sayung.

Sebagai usaha dalam penyebaran informasi ancaman bencana kepada masyarakat luas, penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengembangan Aplikasi WebGIS Ancaman Bencana Banjir di Kecamatan Sayung. Pengembangan aplikasi dilakukan dengan memanfaatkan beberapa aplikasi pada *platform* ArcGIS Online yang dapat saling terintegrasi satu sama lainnya yaitu ArcGIS Dashboard, ArcGIS WebApp dan ArcGIS Experience. ArcGIS Dashboard digunakan untuk menyajikan statistik dari data atribut, aplikasi ArcGIS WebApp berfungsi untuk menghasilkan *webGIS* yang menampilkan peta hasil analisis ancaman bencana sedangkan pada aplikasi ArcGIS Experience akan dilakukan pengintegrasian dashboard dan *webGIS* yang telah dibuat sebelumnya kedalam satu aplikasi yang sama.

Pengintegrasian ketiga aplikasi tersebut diharapkan dapat menyajikan informasi yang lebih komunikatif karena memiliki fitur-fitur pelengkap yang dapat dimanfaatkan pengguna dalam mencari informasi tertentu terkait ancaman bencana.

Berdasarkan uraian tersebut, dengan adanya pengembangan Aplikasi WebGIS Ancaman Bencana pada penelitian ini, diharapkan dapat memberikan gambaran kepada masyarakat serta instansi terkait ancaman bencana banjir sehingga mampu meningkatkan kesiagaan terhadap kemungkinan terjadinya bencana agar dapat mewujudkan penyelenggaraan penanggulangan bencana banjir yang efektif di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian berdasarkan uraian latar belakang adalah:

1. Bagaimana hasil analisis sebaran ancaman bencana banjir sungai dan banjir rob di Kecamatan Sayung?
2. Bagaimana desain dan pengembangan aplikasi webgis ancaman bencana banjir di Kecamatan Sayung?
3. Bagaimana hasil uji kelayakan aplikasi webgis ancaman bencana banjir terkait penyajian informasi ancaman bencana di Kecamatan Sayung?

## **I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Dari rumusan masalah tersebut maka tujuan dan manfaat pelaksanaan penelitian adalah:

### **I.3.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Memetakan tingkat ancaman bencana banjir serta ancaman genangan banjir rob sehingga dapat mengetahui luas wilayah terdampak bencana banjir di Kecamatan Sayung.
2. Memanfaatkan teknologi SIG dalam pencegahan dan penilaian mitigasi bencana.
3. Mengembangkan Aplikasi WebGIS sebagai media untuk menyajikan informasi bencana banjir.
4. Mengetahui hasil uji kelayakan Aplikasi WebGIS dan pemetaan ancaman bencana di Kecamatan Sayung.

### **I.3.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memperkuat pemahaman mengenai pemanfaatan ilmu Sistem Informasi Geospasial dalam lingkup permasalahan spasial kebencanaan.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat kewaspadaan terhadap ancaman bencana yang ada. Selain itu hasil penelitian diharapkan juga dapat menjadi sumber informasi geospasial mengenai ancaman bencana di daerah studi yaitu Kecamatan Sayung untuk dapat menjadi data pendukung dalam pengambilan keputusan untuk dapat mewujudkan penyelenggaraan penanggulangan bencana yang efektif.

### **I.4 Batasan Masalah**

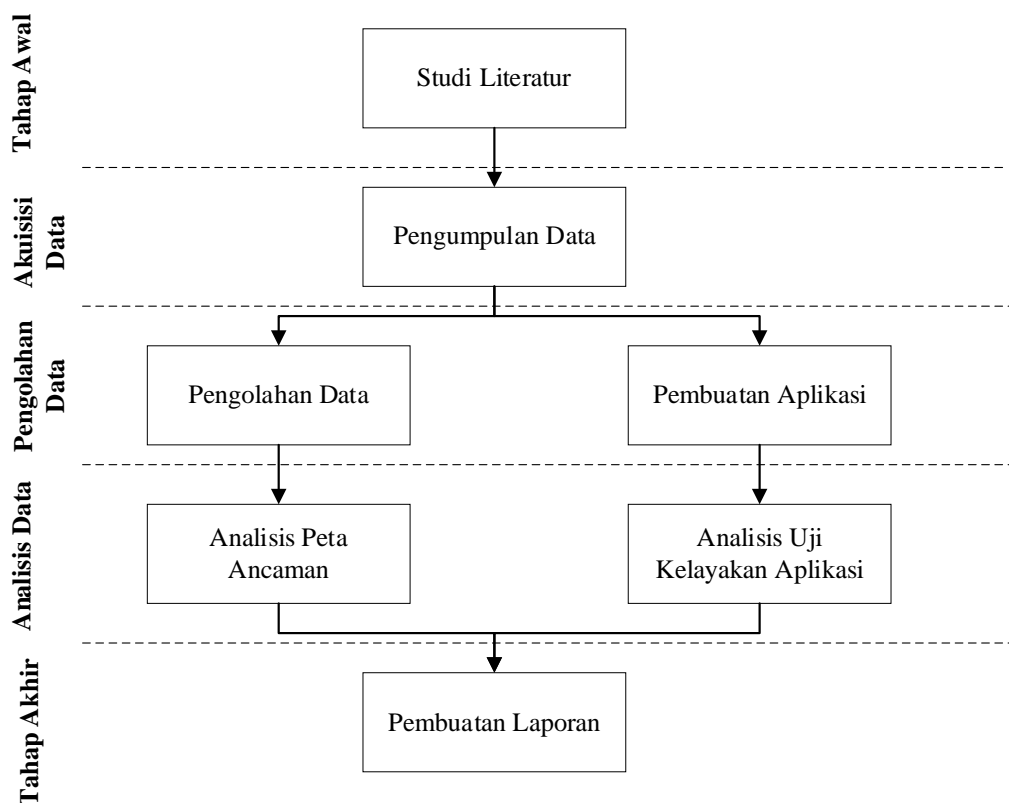
Penelitian ini memiliki batasan untuk menjelaskan fokus penelitian sehingga tidak terlalu jauh dari latar belakang masalah yang telah disebutkan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Wilayah penelitian adalah Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dengan wilayah administrasi desa/kelurahan sebagai unit terkecil untuk daerah analisis ancaman.
2. Jenis bencana untuk kajian ancaman bencana yang akan dilakukan terdiri dari ancaman bencana banjir akibat luapan air sungai dan banjir karena pasang atau rob.
3. Data penelitian yang digunakan adalah citra Sentinel-1A, data DEMNAS, data pasang surut, data jaringan sungai, data jenis tanah, data penggunaan lahan, data curah hujan.
4. Penilaian dan pembobotan kriteria parameter untuk pembuatan peta ancaman banjir sungai dilakukan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).
5. Bobot penilaian tingkat kepentingan dan pengaruh antar parameter pada AHP diperoleh melalui hasil wawancara dengan instansi terkait kebencanaan.

6. Data kejadian bencana di Kecamatan Sayung yang digunakan pada penelitian adalah data kejadian bencana dalam rentang tahun 2018 sampai dengan tahun 2021.
7. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Aplikasi WebGIS sebagai media informasi bencana banjir di Kecamatan Sayung untuk membantu BPBD Kabupaten Demak dalam menyelenggarakan pelayanan dibidang kebencanaan.
8. Uji kelayakan aplikasi dilakukan melalui 2 tahapan yaitu uji program dan uji *usability*. Uji *usability* dilakukan melalui penyebaran kuesioner untuk mengumpulkan penilaian pengguna berdasarkan pengalaman menggunakan aplikasi.

### I.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini secara umum dapat disajikan pada kerangka penelitian pada Gambar I-1.



**Gambar I-1** Kerangka Berpikir Penelitian



Berdasarkan Gambar I-1 terlihat bahwa penelitian terbagi kedalam lima bagian, yaitu tahap persiapan, tahap akuisisi data, tahap pengolahan data, tahap analisis data dan tahap akhir. Penjelasan dari tiap bagian tahapan tersebut adalah:

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah kegiatan awal dari penelitian yaitu melakukan pengumpulan dan mempelajari referensi-referensi yang berkaitan dengan sasaran akhir dari pelaksanaan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah suatu proses untuk memperoleh data penunjang penelitian. Pengumpulan data terbagi menjadi dua tahapan yaitu pengumpulan data primer melalui wawancara kepada instansi yang bergerak di bidang kebencanaan dan pengumpulan data spasial dan non-spasial dari instansi-instansi terkait seperti data kejadian bencana, data kependudukan, data curah hujan, data pasang surut, data DEM, data tata guna lahan, data ketinggian, data jenis tanah dan data genangan air.

3. Pengolahan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan data berdasarkan data-data yang telah diperoleh. Pengolahan mencakup pembuatan peta ancaman bencana banjir, pembuatan peta pemodelan genangan rob serta pembangunan aplikasi.

4. Analisis Data

Pada tahapan ini akan dilakukan analisa terhadap hasil pengolahan untuk mengetahui bagaimana persebaran kejadian bencana, luas ancaman bencana di wilayah Kecamatan Sayung dan kesesuaiannya dengan kondisi di lapangan serta bagaimana hasil uji kelayakan aplikasi yang telah dibangun melalui uji program dan uji *usability*.

5. Tahap Akhir

Tahap akhir adalah bagian terakhir dari penelitian yang mencakup pembuatan laporan tentang pelaksanaan penelitian sejak awal hingga akhir penelitian. Tujuan pembuatan laporan adalah untuk mendokumentasikan pelaksanaan dan hasil dari penelitian serta bahan untuk menjadi referensi atau rujukan bagi penelitian lebih lanjut.

## **I.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika dalam penulisan Tugas Akhir terbagi atas bagian-bagian sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi pemaparan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian serta sistematika penulisan tugas akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi pemaparan penjelasan tinjauan pustaka sebagai referensi dalam penelitian serta dasar-dasar teori untuk memperdalam pemahaman mengenai topik penelitian tugas akhir. Topik pembahasan mencakup Penelitian Terdahulu, Deskripsi Area Studi, Bencana, Pemetaan Ancaman Bencana Banjir, Pasang Surut Air Laut, *Least Square*, DEM Nasional, DInSAR, Sentinel-1, Sistem Informasi Geografis, *Analytical Hierarchy Process*, *Overlay*, ArcGIS dan Uji Aplikasi.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi penjelasan gambaran umum dari area studi, alat dan bahan penelitian, diagram alir penelitian sebagai acuan urutan pelaksanaan penelitian, penjelasan dari tiap tahapan pengolahan data serta tahapan validasi dan pengujian aplikasi.

### **BAB IV HASIL DAN ANALISIS**

Berisi penjelasan analisis terhadap hasil pemetaan ancaman bencana serta pembuatan aplikasi dengan mengacu pada rumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi pemaparan tentang kesimpulan penelitian oleh Peneliti berdasarkan hasil pelaksanaan penelitian untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan serta saran-saran atas kendala selama penelitian untuk menjadi bahan evaluasi bagi penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adininggar, F. W., Suprayogi, A., & Wijaya, A. P. (2016). Pembuatan Peta Potensi Lahan Berdasarkan Kondisi Fisik Lahan Menggunakan Metode Weighted Overlay. *Jurnal Geodesi Undip*, 5 (2)
- Amhar, F. (2007). Sebuah Kajian Atas Peta-Peta Multi Bencana. In BRR-BAKOSURTANAL.
- Ariyanto, A., Kurniawan, D. E., & Fatulloh, A. (2019). Rancang Bangun Aplikasi WebGIS untuk Pemetaan Kondisi Sosial Ekonomi Kota Batam. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 2(1), 27–30.
- Asdak C., (2004). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Azwar, S. (2013). *Reliabilitas dan Validitas*. Pustaka Pelajar
- BNBP. (2012). Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tentang Daftar Isi Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko 2. Lampiran Peraturan.
- Castañeda, dkk. (2011). Dedicated SAR Interferometric Analysis to Detect Subtle Deformation in Evaporite Areas around Zaragoza, NE Spain. *International Journal of Remote Sensing* 32(7): 1861–84.
- Charter, D. (2008). Konsep Dasar Web GIS. *Komunitas E-Learning IlmuKomputer.Com*, 1–6.
- Darmanto, E., Latifah, N., & Susanti, N. (2014). Penerapan Metode Ahp (Analythic Hierarchy Process) Untuk Menentukan Kualitas Gula Tumbu. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 5(1), 75.
- Darmawan, M, & Theml, S. (2008). *Katalog Metodologi Penyusunan Peta Geo Hazard Dengan GIS*. Banda Aceh: Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias.Banda Aceh
- Donya, M. A. C., Sasmito, B., & Nugraha, A. (2020). Visualisasi Peta Fasilitas Umum Kelurahan Sumurboto dengan Arcgis Online. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(4), 52–58.

- Dwiakram, N., Amarrohman, F. J., & Prasetyo, Y. (2021). Studi Penurunan Muka Tanah Menggunakan Dinsar Tahun 2017 - 2020 (Studi Kasus: Pesisir Kecamatan Sayung, Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 170–179.
- Elsa Frizani, D., Laila Nugraha, A., & Awaluddin, M. (2021). Pengembangan Webgis Untuk Informasi Kerentanan Terhadap Ancaman Banjir. *Jurnal Geodesi Undip*, 10(2), 11–18.
- ESA. (2013). *Sentinel-1 User Handbook*. Draft User Handbook. European Space Agency.
- Hidayat, T. A., Helmi, M., Widada, S., Satriadi, A., Setiyono, H., Ismanto, A., & Yusuf, M. (2020). Pengolahan Data Satelit Sentinel-1 dan Pasut untuk Mengkaji Area Genangan Akibat Banjir Pasang di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4), 306–312.
- Iswari, M. Y., & Anggraini, K. (2018). Demnas: Model Digital Ketinggian Nasional Untuk Aplikasi Kepesisiran. *Oseana*, 43(4).
- Linsley Jr., Max A. Kohler, dan Joseph L.H. Paulhus. (1975). Hydrology for Engineers. *Mc Graw-Hill Book Company*, New York.
- M. Painho, M. Peixoto, P. Cabral, R. S. (2001). WebGIS as a Teaching Tool. *Proceedings of the ESRI User Conference*, 15(2), 44–50.
- Mahardhani, A. J., Imamudin, I. A., & Hardiawan, F. E. (2021). Upaya Mitigasi Bencana Melalui Aplikasi Dayakan Mitigation Center (DMC). *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Universitas Al Azhar Indonesia*, 3(2), 52.
- Mustaqim, Alfian, Arief Laila Nugraha, B. S. (2021). Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Persebaran Kasus Covid-19 Di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Geodesi Undip*, 10 (2)(April), 19–28.
- Nielsen J. (2012); Usability 101: Introduction to Usability. Alertbox. [Internet]; Tersedia pada <http://www.nngroup.com/articles/Usability-101-introduction-to-Usability/>
- Ningrum, N. R. W. B. S. (2017). Aplikasi Metode Ahp Berbasis Spasial Untuk Menentukan Lokasi Reklame Di Surabaya.
- Nugraha, A. L., Hani'Ah, & Pratiwi, R. D. (2017). Assessment of multi hazards in Semarang City. *AIP Conference Proceedings*, 1857(November), 1–10.

- Octavianto, B., & Muryamto, R. (2020) Perancangan Operations Dashboard untuk Monitoring Bencana Alam di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Berbasis Web. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Ongkosongo. (1989). Pasang Surut (Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (ed.)). *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. 257 hlm
- Panggabean, M. I., Amarrohman, F. J., & Prasetyo, Y. (2021). Kajian Penurunan Muka Tanah Menggunakan Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (Dinsar) Dan Unmanned Aerial Vehicle (Uav) (Studi Kasus: Wilayah Pembangunan Jalan Tol Semarang-Demak Tahun 17-22). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 10(2), 108-117.
- Pratiwi, R., Nugraha, A., & ah, H. (2016). Pemetaan Multi Bencana Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 122–131.
- Putra, D. B., Suprayogi, A., & Sudarsono, B. (2019). Analisis Kerawanan Banjir Pada Kawasan Terbangun Berdasarkan Klasifikasi Indeks Ebbs (Enhanced Built-Up and Bareness Index) Menggunakan Sig (Studi Kasus Di Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 93–102.
- Putri, D. R., Sukmono, A., & Sudarsono, B. (2018). Analisis Kombinasi Citra Sentinel-1a Dan Citra Sentinel-2a Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(2), 85–96.
- Raharjo, B., & Ikhsan, M. (2015). *Belajar ArcGIS Desktop 10*: Geosiana Press.
- Rahmawan, L. E., Yuwono, B. D., Awaluddin, M. (2016). Survei Pemantauan Deformasi Muka Tanah Kawasan Pesisir Menggunakan Metode Pengukuran GPS Di Kabupaten Demak Tahun 2016 (Studi Kasus: Pesisir Kecamatan Sayung, Demak). *Jurnal Geodesi Undip*. Vol 5(4), 44–55
- Richasari, D. S., Rohmawati, C. N., & Fitriana, D. (2019). Analisis Perbandingan Konstanta Harmonik Pasang Surut Air Laut Menggunakan Software GeoTide dan Toga (Studi Kasus: Stasiun Pasang Surut Surabaya, Jawa Timur, Indonesia). *Seminal Nasional SPI-4*, 1–8.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26.

- Sarah, D., Hutasoit, L. M., Delinom, R. M., & Sadisun, I. A. (2020). Natural Compaction of Semarang-Demak Alluvial Plain and Its Relationship to the Present Land Subsidence. *Indonesian Journal of Geoscience*, 7(3), 273–289.
- Sauda, R. H., Nugraha, A. L., & Hani'ah. (2019). Kajian Pemetaan Kerentanan Banjir Rob di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 466–474.
- Silalahi, B. & Harahap, M.E. (2021). *Penyebab Potensi Banjir di Daerah Aliran Sungai Deli Kota Medan*. Penerbit Adab.
- Sugandi D., Somantri L., S. T. N. (2009). Sistem Informasi Geografi ( SIG ). *Hand Out Sistem Informasi Geografis (SIG)*, 52.
- Syukur, A. (2021). *Buku Pintar Penanggulangan Banjir*. DIVA Press.
- Thirafi, Hatif. (2019). Refleksi 2019: Kejadian Bencana Terkait Cuaca, Iklim dan Gempabumi yang Signifikan. Diakses pada 14 Januari 2022, dari <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=refleksi-2019-kejadian-bencana-terkait-cuaca-iklim-dan-gempabumi-yang-signifikan&lang=ID&tag=press-release>
- Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. 490 hlm
- Triatmodjo, B. (2012). *Perencanaan Bangunan Pantai (Vol. 2)*. Beta Offset. 327 hlm
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, Diundangkan pada 10 Maret 2007.
- Utami, W. S. (2017). Studi Perubahan Garis Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut Di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Oceanography*, 6(1), 281–287.