SKRIPSI

ANALISIS DINAMIKA LUAS BADAN AIR DANAU RANU KUMBOLO BERBASIS CITRA SENTINEL – 2A MULTITEMPORAL SEBAGAI INDIKATOR KETERSEDIAAN AIR BERSIH

(*Studi Kasus : Ranu Kumbolo,Kab Lumajang*)

Disusun Oleh:

Gilberth Kanisius Jahang

(22.25.044)

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

TAHUN 2026

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS DINAMIKA LUAS BADAN AIR DANAU RANU KUMBOLO BERBASIS CITRA SENTINEL – 2A MULTITEMPORAL SEBAGAI INDIKATOR KETERSEDIAAN AIR BERSIH

(*Studi Kasus : Ranu Kumbolo,Kab Lumajang)*

Diajukan untuk melengkapi persyaratan dalam mengajukan Skripsi pada Program Studi Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Institut Teknologi Nasional Malang

Persetujuan ini diberikan kepada:

Gilberth Kanisius Jahang

22.25.044

Menyutujui,

Dosen Pembimbing I	**Dosen Pembimbing II**
Hery Purwanto, ST., M.Sc	**Adkha Yulianandha M, ST, MT**
NIP.Y. 1030000345	**NIP.P. 1031700526**

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dedy Kurnia Sunaryo, ST.,MT.
NIP.Y.103950028

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : GILBERT KANISIUS JAHANG
NIM : 2225044
JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : ANALISIS DINAMIKA LUAS BADAN AIR DANAU RANU KUMBOLO BERBASIS CITRA SENTINEL-2A MULTITEMPORAL SEBAGAI INDIKATOR KETERSEDIAAN AIR BERSIH (STUDI KASUS:RANU KUMBOLO,KABUPATEN LUMAJANG)

Telah **Dipertahankan** di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1) Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang dan **Diterima** untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Bidang Teknik Geodesi Pada Hari/Tanggal : Rabu / 5 Agustus 2026

Dengan Nilai : _____

Panitia Ujian Skripsi
Ketua Penguji

M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D
NIP.Y. 1039800320

Dosen Penguji I

M. Edwin Tjahjadi, S.T.M.Geom.sc.,Ph.D
NIP.Y. 1039800320

Dosen Penguji II

Feny Arafah, S.T., MT
NIP.P. 1031700526

ANALISIS DINAMIKA LUAS BADAN AIR DANAU RANU KUMBOLO BERBASIS CITRA SENTINEL – 2A MULTITEMPORAL SEBAGAI INDIKATOR KETERSEDIAAN AIR BERSIH

Gilbert Kanisius Jahang (22.25.044)
Hery Purwanto, ST., M.Sc
Krishna Himawan Subiyanto, S.T., M.Sc

ABSTRAK

Danau Ranu Kumbolo merupakan salah satu badan air di kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) yang memiliki fungsi ekologis dan mendukung ketersediaan air di kawasan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika luas badan air Danau Ranu Kumbolo tahun 2017, 2020, 2023, dan 2025 pada musim hujan dan musim kemarau serta hubungannya dengan curah hujan. Data yang digunakan berupa citra Sentinel-2A multitemporal yang dianalisis menggunakan Normalized Difference Water Index (NDWI) dan Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). Hasil MNDWI menunjukkan luas badan air berfluktuasi, dengan luas tertinggi pada tahun 2023 sebesar 26,321 ha pada musim kemarau dan 26,089 ha pada musim hujan. Uji akurasi tahun 2025 menunjukkan NDWI memiliki overall accuracy sebesar 93,33% dan kappa 86,67%, sedangkan MNDWI sebesar 95,00% dan kappa 90,00%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa NDWI dan MNDWI dapat digunakan untuk memetakan dan menganalisis dinamika luas badan air Danau Ranu Kumbolo. Perubahan luas permukaan badan air dapat menjadi salah satu indikator dalam pemantauan ketersediaan air, namun tidak secara langsung menunjukkan kualitas air.

Kata kunci: Danau Ranu Kumbolo, Sentinel-2A, NDWI, MNDWI, badan air, curah hujan.

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF RANU KUMBOLO LAKE WATER BODY AREA BASED ON MULTITEMPORAL SENTINEL-2A IMAGERY AS AN INDICATOR OF CLEAN WATER AVAILABILITY

Gilbert Kanisius Jahang (22.25.044)

Hery Purwanto, ST., M.Sc

Krishna Himawan Subiyanto, S.T., M.Sc

ABSTRACT

Lake Ranu Kumbolo is a water body located in Bromo Tengger Semeru National Park (TNBTS) that has ecological functions and supports water availability in its surrounding area. This study aims to analyze the dynamics of Lake Ranu Kumbolo's water body area in 2017, 2020, 2023, and 2025 during the rainy and dry seasons and its relationship with rainfall. The study used multitemporal Sentinel-2A imagery analyzed using the Normalized Difference Water Index (NDWI) and Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). The MNDWI results showed fluctuations in water body area, with the highest area in 2023, reaching 26.321 ha during the dry season and 26.089 ha during the rainy season. The 2025 accuracy assessment showed that NDWI achieved an overall accuracy of 93.33% and a kappa accuracy of 86.67%, while MNDWI achieved 95.00% and 90.00%, respectively. These results indicate that NDWI and MNDWI can be used to map and analyze the dynamics of Lake Ranu Kumbolo's water body area. Changes in surface water area can be used as an indicator for monitoring water availability, but do not directly represent water quality.

Keywords: Lake Ranu Kumbolo, Sentinel-2A, NDWI, MNDWI, water body, rainfall.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda atangan di bawah ini:

Nama	: Gilbert Kanisius Jahang
NIM	: 2225044
Program Studi	: Teknik Geodesi
Fakultas	: Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

ANALISIS DINAMIKA LUAS BADAN AIR DANAU RANU KUMBOLO BERBASIS CITRA SENTINEL – 2A MULTITEMPORAL SEBAGAI INDIKATOR KETERSEDIAAN AIR BERSIH

(Studi Kasus : Ranu Kumbolo,Kabupaten Lumajang)

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 7 Oktober 2026

Yang membuat pernyataan



Gilbert Kanisius Jahang

2225044

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga proposal skripsi berjudul "Analisis Dinamika Luas Badan Air Danau Ranu Kumbolo Berbasis Citra Sentinel-2 Multitemporal sebagai Indikator Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus: Ranu Kumbolo, Kabupaten Lumajang)" dapat disusun dengan baik. Proposal ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik jenjang Strata Satu (S1).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan luas badan air Danau Ranu Kumbolo menggunakan citra Sentinel-2 sebagai indikator ketersediaan air bersih. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam penyusunan proposal ini.

Penulis menyadari skripsi ini ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga proposal ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang penginderaan jauh dan pengelolaan sumber daya air.

Malang, Kamis 29 Januari 2026

Penulis

Gilberth Kanisius Jahang

DAFTAR ISI

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI Error! Bookmark not defined.

LEMBAR PERSETUJUAN ..... Error! Bookmark not defined.

LEMBAR PENGESAHAN ..... Error! Bookmark not defined.

ABSTRAK..... iv

ABSTRACT v

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ... Error! Bookmark not defined.

KATA PENGANTAR..... vii

LEMBAR PERSEMBAHAN ..... Error! Bookmark not defined.

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL..... xvii

BAB I PENDAHULUAN 16

1.1 Latar Belakang..... 16

1.2 Rumusan Masalah..... 17

1.3 Tujuan Penelitian..... 17

1.4 Manfaat Penelitian..... 18

1.5 Batasan Masalah..... 19

1.6 Sistematika Penulisan 20

BAB II DASAR TEORI 21

2.1 Danau 21

2.2 Pengindraan Jauh 22

2.2.1 Definisi Pengindraan Jauh..... 22

2.2.2 Prinsip Penginderaan Jauh..... 23

2.2.3 Koreksi Atmosferik dan Radiometrik 25

2.2.4 Spektrum Elektromagnetik (EM) 28

2.3 Sentinel-2A 31

2.4 Normalized Difference Water Index (NDWI) 33

2.5 Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). 35

2.6 Uji Akurasi 37

2.7 Penentuan Titik Sampel 38

2.8 ArcGIS 39

2.9 Layouting Peta 41

2.10 Curah Hujan 42

2.10.1 Pengertian Curah Hujan 42

2.10.2 Penyajian Data Curah Hujan 43

2.11 Korelasi Pearson 46

2.11.1 Rumus Korelasi Curah Hujan dan Luasan Danau 47

2.11.2 Koefisien Determinasi (KD) 48

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 49

3.1 Lokasi Penelitian 49

3.2 Alat dan Bahan Penelitian 50

3.2.1 Alat yang di gunakan 50

3.2.3 Bahan Yang Digunakan 51

3.3 Diagram Alir 52

3.4 Jadwal Penelitian 56

3.5 Pengelolaan Data 57

3.5.1 Download Citra Sentinel-2A : 57

3.5.2 Pengolahan Normalized Difference Water Index (NDWI) 58

3.5.3 Pengolahan Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) 65

3.5.4 Pengolahan Data Curah Hujan 72

3.5.5 Penentuan Titik Sample 73

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **75**

4.1 Hasil Klasifikasi Normalized Difference Water Index (NDWI) 75

4.1.1 Hasil Dinamika Luas Badan Air Musim Hujan NDWI 75

4.1.2 Hasil Dinamika Luas Badan Air Musim Kemarau NDWI 79

4.2 Hasil Klasifikasi Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) 83

4.2.1 Hasil Dinamika Luas Badan Air Musim Kemarau MNDWI 83

4.2.2 Hasil Dinamika Luas Badan Air Musim Hujan MNDWI 87

4.3 Hasil Perubahan Luas Danau Ranu Kumbolo 91

4.3.1 Hasil Perubahan Musiman Luas Danau Berdasarkan Klasifikasi Normalized Difference Water Index (NDWI) 91

4.3.2 Hasil Perubahan Luas Danau Antar Tahun pada Musim Kemarau Dan Musim Hujan Berdasarkan Klasifikasi Normalized Difference Water Index (NDWI) 94

4.3.3 Hasil Perubahan Musiman Luas Danau Berdasarkan Klasifikasi Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) 98

4.3.4 Hasil Perubahan Luas Danau Antar Tahun pada Musim Kemarau Dan Msuim Hujan Berdasarkan Klasifikasi Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) 101

4.4 Hasil Uji Akurasi Tahun 2025 108

4.4.1 Hasil Uji Akurasi NDWI Tahun 2025 108

4.4.2 Hasil Uji Akurasi MNDWI Tahun 2025 110

4.5 Hasil Pengolahan Data Curah Hujan 113

4.6 Hasil Korelasi Curah Hujan 117

4.6.1 Hasil Korelasi Curah hujan Normalized Difference Water Index (NDWI) 117

4.6.2 Hasil Korelasi Curah Hujan Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) 119

5.1 Kesimpulan 122

5.2 Saran 124

DAFTAR PUSTAKA **125**

LAMPIRAN **128**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Danau Linow (Kiswanto Sugeng 2022) 21

Gambar 2. 2 Ilustrasi Penginderaan Jauh (Susanto, 2004; Meurah dkk, 2012) 23

Gambar 2. 3 Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Pratama,2023) 24

Gambar 2. 4 Pengaruh atmosfer terhadap data citra (Jaelani, 2016) 26

Gambar 2. 5 Spektrum Elektromagnetik (Syah, 2010) 30

Gambar 2. 6 Pengindraan jauh (Syah, 2010)..... 30

Gambar 2. 7 Ilustrasi data citra sentinel-2A (Satellite Imaging Corporation 2).... 31

Gambar 2. 8 Ilustrasi pengolahan NDWI, Sentinelhub (2021) 34

Gambar 2. 9 Ilustrasi Pengolahan MNDWI (Gouri Sankar 2021)..... 36

Gambar 2. 10 Aplikasi ArcGIS 41

Gambar 2. 11 TATA LETAK Peta menurut SNI 6502.3:2010 42

Gambar 2. 12 Penentuan Hujan wilayah dengan Polygon Thiessen 45

Gambar 2. 13 Ilustrasi Korelasi Curah Hujan 47

Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian 49

Gambar 3. 2 Diagram Alir 53

Gambar 3. 3 Jadwal Kegiatan..... 56

Gambar 3. 4 Tampilan Awal Web 57

Gambar 3. 5 Filter Cloud Cover 57

Gambar 3. 6 Hasil Perekaman Citra Sentinel-2A..... 58

Gambar 3. 7 Add Data Citra 59

Gambar 3. 8 Raster Calculator NDWI 59

Gambar 3. 9 Proses Reclassify 60

Gambar 3. 10 Proses Dissolve 61

Gambar 3. 11 Edit Atribute Table 62

Gambar 3. 12 NDWI Hujan 2017 62

Gambar 3. 13 NDWI KEMARAU 2017 63

Gambar 3. 14 NDWI HUJAN 2020 63

Gambar 3. 15 NDWI KEMARAU 2020 63

Gambar 3. 16 NDWI HUJAN 2023 64

Gambar 3. 17 NDWI KEMARAU 2023 64

Gambar 3. 18 NDWI HUJAN 2025 64

Gambar 3. 19 NDWI KEMARAU 2025 65

Gambar 3. 20 Add Data 65

Gambar 3. 21 Raster Calculator MNDWI 66

Gambar 3. 22 Proses Reclassify 67

Gambar 3. 23 Proses Dissolve 68

Gambar 3. 24 Edit Atribut Table 68

Gambar 3. 25 MNDWI Hujan 2017 69

Gambar 3. 26 MNDWI Kemarau 2017 69

Gambar 3. 27 MNDWI Hujan 2020 70

Gambar 3. 28 MNDWI Kemarau 2020..... 70

Gambar 3. 29 MNDWI Hujan 2023 71

Gambar 3. 30 MNDWI Kemarau 2023..... 71

Gambar 3. 31 MNDWI Hujan 2025 72

Gambar 3. 32 MNDWI Kemarau 2025..... 72

Gambar 3. 33 Pengumpulan Data Curah Hujan 73

Gambar 3. 34 Titik Sample 74

Gambar 4. 1 Hasil Klasifikasi NDWI Musim Hujan 2017 75

Gambar 4. 2 Hasil Klasifikasi NDWI Musim Hujan 2020 76

Gambar 4. 3 Hasil Klasifikasi NDWI Musim Hujan 2023 77

Gambar 4. 4 Hasil Klasifikasi NDWI Musim Hujan 2025 77

Gambar 4. 5 Grafik Dinamika Luas Badan Air Musim Hujan NDWI 78

Gambar 4. 6 Hasil Klasifikasi NDWI Musim Kemarau 2017 79

Gambar 4. 7 Hasil Klasifikasi NDWI Musim Kemarau 2020 80

Gambar 4. 8 Hasil Klasifikasi NDWI Musim Kemarau 2023 80

Gambar 4.9 Hasil Klasifikasi NDWI Musim Kemarau 2025 81

Gambar 4. 10 Grafik Dinamika Luas Badan Air Musim Kemarau NDWI..... 82

Gambar 4. 11 Hasil Klasifikasi MNDWI Musim Kemarau 2017 83

Gambar 4. 12 Hasil Klasifikasi MNDWI Musim Kemarau 2020 84

Gambar 4. 13 Hasil Klasifikasi MNDWI Musim Kemarau 2023 85

Gambar 4. 14 Hasil Klasifikasi MNDWI Musim Kemarau 2025 86

Gambar 4. 15 Grafik Dinamika Luas Badan Air Musim Kemarau MNDWI 86

Gambar 4. 16 Hasil Klasifikasi MNDWI Musim Hujan 2017 87

Gambar 4. 17 Hasil Klasifikasi MNDWI Musim Hujan 2020 88

Gambar 4. 18 Hasil Klasifikasi MNDWI Musim Hujan 2023 89

Gambar 4. 19 Hasil Klasifikasi MNDWI Musim Hujan 2025 89

Gambar 4. 20 Grafik Dinamika Luas Badan Air Musim Hujan MNDWI 90

Gambar 4. 21 Hasil Perubahan Luas Danau 2017 92

Gambar 4. 22 Hasil Perubahan Luas Danau 2020 92

Gambar 4. 23 Perubahan Luas Danau 2023 93

Gambar 4. 24 Hasil Perubahan Luas Danau 2025 94

Gambar 4. 25 Hasil Perubahan Luas Danau 2017 & 2020 95

Gambar 4. 26 Hasil Perubahan Luas Danau 2020 & 2023 95

Gambar 4. 27 Hasil Perubahan Luas Danau 2023 & 2025 96

Gambar 4. 28 Hasil Perubahan Luas Danau 2017 & 2020 97

Gambar 4. 29 Hasil Perubahan Luas Danau 2020 & 2023 97

Gambar 4. 30 Hasil Perubahan Luas Danau 2023 & 2025 98

Gambar 4. 31 Hasil Perubahan Luas Danau 2017 99

Gambar 4. 32 Hasil Perubahan Luas Danau 2020 100

Gambar 4. 33 Hasil Perubahan Luas Danau 2023 100

Gambar 4. 34 Hasil Perubahan Luas Danau 2025 101

Gambar 4. 35 Hasil Perubahan Luas Danau 2017 & 2020 102

Gambar 4. 36 Hasil Perubahan Luas Danau 2020 & 2023 103

Gambar 4. 37 Hasil Perubahan Luas Danau 2023 & 2025 104

Gambar 4. 38 Hasil Perubahan Luas Danau 2017 & 2020 105

Gambar 4. 39 Hasil Perubahan Luas Danau 2020 & 2023 106

Gambar 4. 40 Hasil Perubahan Luas Danau 2023 & 2025 107

Gambar 4. 41 Hasil Pengolahan Polygon Thiessen 2017 113

Gambar 4. 42 Hasil Pengolahan Polygon Thiessen 2020 114

Gambar 4. 43 Hasil Pengolahan Polygon Thiessen 2023 115

Gambar 4. 44 Hasil Pengolahan Polygon Thiessen 2025 116

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Spektrum yang digunakan dalam penginderaan jauh (Syah,2010) 30

Tabel 2 2 Karakteristik Sentinel 2 (Dimara et al., 2021)..... 32

Tabel 2 3 Klasifikasi NDWI (Muhammad, 2023) 34

Tabel 2 4 Parameter klasifikasi MNDWI, Ghairandi Al Abrar (2022)..... 36

Tabel 2 5 Bentuk Matrik Konfusi 37

Tabel 2 6 Total Sampel Minimal..... 39

Tabel 2. 7 Tabel Interpretasi Curah Hujan 48

Tabel 3. 1 Alat Penelitian 50

Tabel 3. 2 Bahan Penelitian 51

Tabel 3. 3 Tabel Data Curah Hujan..... 73

Tabel 4. 1 Matrik Konfusi NDWI..... 108

Tabel 4. 2 Matrik Konfusi MNDWI 110

Tabel 4. 3 Hasil Korelasi Curah Hujan Per 6 Bulan Terhadap Nilai NDWI 117

Tabel 4. 4 Hasil Korelasi Curah Hujan per 3 Bulan Terhadap Nilai NDWI 118

Tabel 4. 5 Hasil Korelasi Curah Hujan Per 6 Bulan Terhadap Nilai MNDWI ... 120

Tabel 4. 6 Hasil Korelasi Curah Hujan Per 3 Bulan Terhadap Nilai MNDWI ... 121