SKRIPSI

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2A DALAM MENGIDENTIFIKASI PERUBAHAN KEPADATAN LAHAN TERBANGUN DENGAN MENGGUNAKAN INTERPRETASI HIBRIDA TAHUN 2022 DAN 2026

(Studi Kasus : Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur)

Disusun Oleh :

Komang Juniawan

2225003

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2A DALAM MENGIDENTIFIKASI PERUBAHAN KEPADATAN LAHAN TERBANGUN DENGAN MENGGUNAKAN INTERPRETASI HIBRIDA TAHUN 2022 DAN 2026

(Studi Kasus : Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik (S.T) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

Komang Juniawan

2225003

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Feny Arafah, S.T., MT.

NIP.P. 1031500516

Menyetujui :

Dosen Pembimbing II

Adkha Yulianandha M, S.T, M.T.

NIP.P. 1031700526

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1

Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., MT.

NIP.Y. 1039500280

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
T. 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 : **KOMANG JUNIAWAN**

NIM : **2225003**

JURUSAN : **TEKNIK GEODESI S-1**

JUDUL : **PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2A DALAM MENGIDENTIFIKASI PERUBAHAN KEPADATAN LAHAN TERBANGUN DENGAN MENGGUNAKAN INTERPRETASI HIBRIDA TAHUN 2022 DAN 2026 (Studi Kasus : Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur)**

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 Sarjaan Strata Satu (S-1) Bidang Teknik Geodesi.

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 5 Agustus 2026

Dengan Nilai : _____ (angka)

Panitia Ujian Skripsi
Ketua Penguji

Heri Purwanto, S.T., M.Sc.
NIP.Y. 1030000345

Anggota Penguji

Dosen Punguji I

Alifah Noraini, S.T., MT.
NIP.P. 1031500478

Dosen Punguji II

Feny Arafah, S.T., MT.
NIP.P. 1031500516

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2A DALAM MENGIDENTIFIKASI PERUBAHAN KEPADATAN LAHAN TERBANGUN DENGAN MENGGUNAKAN INTERPRETASI HIBRIDA TAHUN 2022 DAN 2026

(Studi Kasus : Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur)

Komang Juniawan (22.25.003)

Dosen Pembimbing I : Feny Arafah, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Krishna Himawan Subiyanto, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Perkembangan wilayah perkotaan ditandai dengan meningkatnya luas dan kepadatan lahan terbangun yang dapat dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, urbanisasi, perkembangan infrastruktur, serta meningkatnya kebutuhan ruang untuk permukiman dan aktivitas perkotaan. Perubahan lahan terbangun yang berlangsung secara terus-menerus perlu diidentifikasi untuk mengetahui perubahan luasan, tingkat kepadatan, pola persebaran, dan arah perkembangannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan kepadatan lahan terbangun di Kota Pasuruan tahun 2022 dan 2026 menggunakan citra Sentinel-2A dengan pendekatan interpretasi hibrida yang menggabungkan interpretasi visual, *Urban Index* (UI), dan *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI). Hasil interpretasi selanjutnya digunakan untuk menganalisis perubahan luasan, kecepatan perubahan, pola persebaran menggunakan *Average Nearest Neighbor* (ANN), serta arah persebaran menggunakan *Standard Deviational Ellipse* (SDE). Validasi dilakukan menggunakan 51 titik sampel melalui survei lapangan dan foto udara drone, sedangkan *Building Coverage Ratio* (BCR) digunakan sebagai data acuan dalam pengujian akurasi kepadatan lahan terbangun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas lahan terbangun meningkat dari 2.020,919 ha pada tahun 2022 menjadi 2.083,502 ha pada tahun 2026, dengan rata-rata kecepatan perubahan sebesar 15,646 ha/tahun. Berdasarkan NDBI, kelas kepadatan tinggi meningkat dari 1.761,145 ha pada tahun 2022 menjadi 1.958,144 ha pada tahun 2026. Analisis ANN menunjukkan pola persebaran lahan terbangun mengelompok *(clustered)* dengan nilai *Nearest Neighbor Ratio* sebesar 0,110 pada tahun 2022 dan 0,112 pada

tahun 2026. Analisis SDE menunjukkan orientasi persebaran dominan Barat Laut–Tenggara (BL–TG), dengan rotasi sebesar 152,78° pada tahun 2022 dan 150,53° pada tahun 2026, sehingga perubahan orientasi relatif kecil. Hasil validasi menunjukkan *overall accuracy* UI sebesar 94,12% dengan *kappa* 88,62%, sedangkan NDBI memperoleh overall accuracy 94,12% dengan *kappa* 87,10%. Pengujian menggunakan BCR menghasilkan *overall accuracy* 94,12% untuk UI dan 96,08% untuk NDBI, dengan kappa masing-masing 86,86% dan 88,36%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan interpretasi hibrida menggunakan citra Sentinel-2A dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi perubahan kepadatan dan persebaran lahan terbangun di Kota Pasuruan.

Kata Kunci: Interpretasi hibrida, sentinel 2-A, Kota Pasuruan, NDBI, UI, *Average Nearest Neighbor* (ANN).

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2A DALAM MENGIDENTIFIKASI PERUBAHAN KEPADATAN LAHAN TERBANGUN DENGAN MENGGUNAKAN INTERPRETASI HIBRIDA TAHUN 2022 DAN 2026

(Studi Kasus : Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur)

Komang Juniawan (22.25.003)

Dosen Pembimbing I : Feny Arafah, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Krishna Himawan Subiyanto, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Urban development is characterized by an increase in the extent and density of built-up land, which may be influenced by population growth, urbanization, infrastructure development, and increasing demand for space for settlements and urban activities. Continuous changes in built-up land need to be identified to determine changes in area, density, spatial distribution patterns, and development directions. This study aims to identify changes in built-up land density in Pasuruan City in 2022 and 2026 using Sentinel-2A imagery through a hybrid interpretation approach that integrates visual interpretation, Urban Index (UI), and Normalized Difference Built-up Index (NDBI). The interpretation results were subsequently used to analyze changes in built-up land area, rate of change, spatial distribution patterns using Average Nearest Neighbor (ANN), and distribution direction using Standard Deviational Ellipse (SDE). Validation was conducted using 51 sample points through field surveys and drone aerial imagery, while Building Coverage Ratio (BCR) was used as reference data for assessing the accuracy of built-up land density classification. The results show that the built-up land area increased from 2,020.919 ha in 2022 to 2,083.502 ha in 2026, with an average rate of change of 15.646 ha/year. Based on NDBI classification, the high-density built-up land class increased from 1,761.145 ha in 2022 to 1,958.144 ha in 2026. The ANN analysis indicates a clustered spatial distribution pattern, with Nearest Neighbor Ratio values of 0.110 in 2022 and 0.112 in 2026. The SDE analysis indicates a dominant Northwest–Southeast (NW–SE) orientation, with rotation values of 152.78° in 2022 and 150.53° in 2026, indicating relatively minor changes in the spatial orientation.

The validation results show an overall accuracy of 94.12% and a kappa accuracy of 88.62% for UI, while NDBI achieved an overall accuracy of 94.12% and a kappa accuracy of 87.10%. BCR-based accuracy assessment resulted in an overall accuracy of 94.12% for UI and 96.08% for NDBI, with kappa accuracies of 86.86% and 88.36%, respectively. These results indicate that the hybrid interpretation approach using Sentinel-2A imagery can be utilized to identify changes in the density and spatial distribution of built-up land in Pasuruan City.

Keywords: Sentinel-2A, built-up land, built-up land density, hybrid interpretation, Urban Index, NDBI, Average Nearest Neighbor (ANN), Pasuruan City.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Komang Juniawan

NIM : 2225003

Progam Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berujudul :

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2A DALAM MENGIDENTIFIKASI PERUBAHAN KEPADATAN LAHAN TERBANGUN DENGAN MENGGUNAKAN INTERPRETASI HIBRIDA TAHUN 2022 DAN 2026

(Studi Kasus : Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur)

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

Malang, 6 Agustus 2026

Yang Membuat Pernyataan



Komang Juniawan

NIM. 2225003

LEMBAR PERSEMBAHAN

Om Swastyastu

Om Awighnam astu Namo Siddham

"Ya Tuhan, semoga atas perkenan-Mu, tiada suatu halangan bagi hamba dan semoga berhasil"

Ida Sang Hyang Widhi Wasa

Tuhan Yang Maha Esa, Sumber Kekuatan Dan Keberhasilan Dalam Setiap Langkah Perjalanan

Terima kasih yang sebesar-besarnya saya panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala rahmat, tuntunan, kasih, perlindungan, dan kekuatan yang telah diberikan kepada saya hingga dapat menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini. Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, saya menyadari bahwa setiap perjuangan, proses, dan keberhasilan yang telah saya capai merupakan anugerah-Nya yang tidak ternilai. Karya sederhana ini saya persembahkan sebagai wujud bhakti dan rasa syukur kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa, serta kepada keluarga, orang terkasih, dan semua pihak yang senantiasa hadir, mendoakan, menemani, dan memberikan semangat dalam setiap langkah perjuangan saya. Semoga karya ini dapat menjadi sebuah yadnya kecil yang memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi masyarakat dan kehidupan di masa yang akan datang.

Bapak, Putu Suardana

Untuk Bapak tercinta, terima kasih atas doa yang tidak pernah berhenti dipanjatkan, kasih sayang, perjuangan, dan pengorbanan yang senantiasa mengiringi setiap langkah saya hingga mencapai tahap ini. Meskipun bapak tidak berkesempatan menempuh pendidikan tinggi, bapak telah berhasil mengantarkan anak-anaknya hingga meraih gelar sarjana. Segala perjuangan bapak menjadi sumber kekuatan dan inspirasi bagi saya untuk menyelesaikan pendidikan ini. Semoga atas asung kertha wara nugraha Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Bapak senantiasa diberikan kesehatan, umur panjang, keselamatan, kebahagiaan, dan kelimpahan rezeki. Semoga saya dapat menjadi anak yang membanggakan serta mampu membalas segala kebaikan dan pengorbanan bapak.

Ibu, Nengah Suryani

Untuk Ibu tercinta, terima kasih atas doa yang tidak pernah berhenti, kasih sayang, kesabaran, dan pengorbanan yang selalu menyertai setiap langkah saya. Maafkan anakmu yang masih sering membuat Ibu khawatir dan belum mampu membalas segala kebaikan Ibu. Semoga Ida Sang Hyang Widhi Wasa senantiasa memberikan Ibu kesehatan, kebahagiaan, umur panjang, dan keselamatan. Bagi saya, rumah ternyaman akan selalu ada dalam pelukan Ibu.

Saudara Kandung

Putu Tiwik, Kadek Eka, Ketut Sanjaya, Putu Adi

Skripsi ini saya persembahkan untuk keempat saudara saya yang menjadi bagian penting dalam perjalanan hidup saya. Sebagai Catur Sanak, kalian senantiasa menjadi bagian dari setiap langkah dan perjalanan yang saya lalui. Terima kasih atas kebersamaan, perhatian, dukungan, dan kasih sayang yang selalu diberikan, serta atas kebersamaan yang tetap terjaga dalam setiap keadaan. Semoga semangat Menyama Braya selalu menjadi landasan bagi kita untuk tetap saling mendukung, menjaga kerukunan, dan mempererat persaudaraan. Semoga kita semua senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan, dan kekuatan untuk terus berjalan bersama dalam menghadapi setiap perjalanan dan tantangan di masa yang akan datang.

Bibik Udik, Om Hamsan, Bibik Mang Cik, Kakak Mang Sri

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa terima kasih kepada Bibik Udik, Om Hamsan, Bibik Mang Cik, dan Kakak Mang Sri yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan pendidikan saya. Terima kasih atas segala bantuan, perhatian, doa, dukungan, dan kebaikan yang telah diberikan selama saya menempuh pendidikan hingga akhirnya dapat menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini. Setiap bantuan dan dukungan yang diberikan sangat berarti bagi saya, terutama dalam melewati berbagai kesulitan dan tantangan selama menjalani masa perkuliahan. Tanpa mengurangi rasa hormat dan terima kasih saya, saya menyadari bahwa keberadaan dan kebaikan kalian telah menjadi salah satu bagian dari perjalanan saya hingga dapat mencapai tahap ini. Semoga segala kebaikan dan ketulusan yang telah diberikan kepada saya mendapatkan balasan yang terbaik dari Ida Sang Hyang Widhi Wasa. Semoga Bibik Udik, Om Hamsan, Bibik

Mang Cik, dan Kakak Mang Sri senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan, keselamatan, umur panjang, serta kelimpahan rezeki. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan saya hingga dapat menyelesaikan pendidikan ini.

Dosen Pembimbing

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Ibu Dosen Pembimbing I dan Bapak Dosen Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, saran, serta masukan selama proses penyusunan skripsi ini. Berkat bimbingan, arahan, dan dukungan yang telah diberikan, penulis dapat memperbaiki berbagai kekurangan dalam penyusunan skripsi serta menyelesaikan setiap tahapan penyusunan dengan baik. Penulis sangat menghargai segala waktu, kesabaran, dan ilmu yang telah diberikan selama proses bimbingan. Semoga segala kebaikan, bantuan, dan ilmu yang telah diberikan mendapatkan balasan yang baik, serta senantiasa diberikan kesehatan, keberkahan, dan kemudahan dalam setiap langkah oleh Tuhan Yang Maha Esa.

Pemberi dukungan dalam setiap proses perjuangan

Terima kasih kepada Oktaviana yang telah menjadi salah satu sosok berarti dalam perjalanan penulis selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala doa, dukungan, perhatian, kesabaran, dan semangat yang senantiasa diberikan, terutama ketika penulis merasa lelah, ragu, dan hampir kehilangan keyakinan terhadap diri sendiri. Kehadiranmu menjadi sumber ketenangan dan kekuatan bagi penulis untuk tetap bertahan, terus melangkah, dan menyelesaikan setiap proses yang harus dilalui. Terima kasih telah menjadi seseorang yang selalu hadir dalam berbagai keadaan, mendengarkan setiap keluh kesah, serta memberikan semangat ketika penulis menghadapi berbagai kesulitan. Semoga segala kebaikan dan ketulusan yang telah diberikan menjadi bagian dari perjalanan yang indah dan selalu dikenang.

Diri Sendiri

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada satu sosok yang selama ini diam-diam berjuang tanpa henti, seorang laki-laki sederhana dengan impian yang tinggi, namun sering kali sulit ditebak isi pikiran dan hati. Terima kasih kepada penulis

skripsi ini yaitu diriku sendiri, Komang Juniawan. Anak ketiga dari 5 bersaudara yang sedang beranjak usia 23 tahun yang dikenal keras kepala namun terkadang sifatnya seperti anak kecil pada umumnya. Terima kasih telah turut hadir di dunia ini, telah bertahan sejauh ini, dan terus berjalan melewati segala tantangan yang semesta hadirkan. Terima kasih karena tetap berani menjadi dirimu sendiri. Aku bangga atas setiap langkah kecil yang kau ambil, atas semua pencapaian yang mungkin tak selalu dirayakan orang lain. Walau terkadang harapanmu tidak sesuai dengan apa yang semesta berikan, tetaplah belajar menerima dan mensyukuri apapun yang kamu dapatkan. Jangan pernah lelah untuk tetap berusaha, berbahagialah dimanapun kamu berada. Rayakan apapun dalam dirimu dan jadikan dirimu bersinar dimanapun tempatmu bertumpu. Aku berdoa, semoga langkah dari kaki kecilmu selalu diperkuat, dikelilingi oleh orang-orang hebat, serta mimpimu satu persatu akan terjawab.

Om Shanti Shanti Shanti Om

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, penulis mengucapkan terima kasih atas limpahan rahmat, karunia, serta kekuatan yang telah diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pemanfaatan Citra Sentinel-2A dalam Mengidentifikasi Perubahan Kepadatan Lahan Terbangun dengan Menggunakan Interpretasi Hibrida Tahun 2022 dan 2026 (Studi Kasus: Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur)"** dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memenuhi tahapan penyelesaian pendidikan pada Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ida Sang Hyang Widhi Wasa, yang senantiasa menjadi penolong, pelindung, dan sumber kekuatan bagi saya, sehingga dengan segala rahmat dan tuntunan-Nya saya dapat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Geodesi S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Kepada orang tua saya, khususnya Bapak dan Ibu, yang selalu memberikan dukungan, semangat, kasih sayang, dan motivasi kepada saya untuk tetap berjuang selama masa perkuliahan hingga tahap akhir. Berkat doa Ibu dan Bapak yang tidak pernah berhenti dipanjatkan serta dukungan yang senantiasa diberikan, saya mampu melewati berbagai proses dan tantangan selama menempuh pendidikan, hingga akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dan menuntaskan pendidikan saya.
3. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo. S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ibu Feny Arafah, S.T., M.T. dan Bapak Krishna Himawan Subiyanto, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, saran, masukan, serta motivasi kepada saya selama proses penyusunan skripsi ini. Berkat bimbingan dan arahan yang diberikan, saya dapat memahami serta memperbaiki berbagai

kekurangan dalam penyusunan Skripsi, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang yang sudah memberikan banyak ilmu dan pengalaman, sehingga dapat membantu penulis dalam proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
6. Untuk saudara dan seluruh keluarga saya yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, serta motivasi selama saya menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas perhatian, kasih sayang, dan dukungan yang selalu diberikan kepada saya dalam menghadapi berbagai proses dan tantangan selama masa perkuliahan. Kehadiran dan dukungan saudara serta keluarga menjadi salah satu sumber semangat bagi saya untuk terus berjuang hingga dapat menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini dengan baik.
7. Untuk orang terkasih yang senantiasa menemani dan memberikan dukungan kepada saya sejak awal proses penyusunan skripsi, selama pelaksanaan penelitian, hingga menghadapi ujian akhir. Terima kasih atas segala bantuan, perhatian, semangat, motivasi, dan dukungan yang telah diberikan kepada saya selama melalui berbagai proses dan tantangan dalam menyelesaikan skripsi ini. Kehadiran dan dukungan yang diberikan menjadi salah satu sumber semangat bagi saya untuk tetap berjuang dan tidak menyerah hingga akhirnya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik dan menuntaskan pendidikan saya.
8. Untuk teman-teman angkatan 2022 yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan dan cerita selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, bantuan, semangat, serta berbagai pengalaman dan kenangan yang telah kita lalui bersama selama menempuh pendidikan. Kehadiran dan kebersamaan kalian telah memberikan warna tersendiri dalam perjalanan perkuliahan saya, baik dalam menghadapi berbagai tugas, kegiatan akademik, maupun berbagai tantangan selama proses perkuliahan hingga tahap penyelesaian skripsi ini. Semoga kebersamaan dan kenangan yang telah terjalin selama masa perkuliahan dapat menjadi bagian yang berharga dan selalu dikenang di kemudian hari.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat berbagai kekurangan dan keterbatasan, baik dalam penyusunan maupun penyajian materi. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun dari berbagai pihak sebagai bahan evaluasi dan perbaikan untuk penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi bahan referensi dan informasi yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Malang, Februari 2026



Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **xii**

DAFTAR ISI ..... **xv**

DAFTAR GAMBAR ..... **xviii**

DAFTAR TABEL ..... **xx**

BAB 1 PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 3

1.6 Sistematika Penulisan 4

1.7 Penelitian Terdahulu 5

BAB 2 LANDASAN TEORI **7**

2.1 Penginderaan Jauh 7

2.1.1 Sistem dalam Penginderaan jauh 8

2.2 Lahan Terbangun 10

2.3 Kepadatan Lahan Terbangun 11

2.4 Bangunan dan Lahan Terbangun 11

2.5 Analisis Tetangga Terdekat *(Nearest Neighbord Analysis)* 12

2.6 Kecepatan Perubahan Luas Kepadatan Bangunan 13

2.7 Arah Perkembangan Bangunan 14

2.8 UI *(Urban index)* 15

2.9 *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) 15

2.10 Interpretasi Hibrida 16

2.11 *Building Coverage Ratio* (BCR) 17

2.12 Citra Sentinel-2 A 18
2.13 Uji Akurasi 19
2.14 Validasi Lapangan 21
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN 22
8.1 Lokasi Penelitian 22
3.2 Alat dan Data Penelitian 23
3.3 Diagram Alir Penelitian 25
3.4 Penjelasan Diagram Alir 26
3.5 Tahap Pengolahan Data dan Pengunduhan Data Citra 30
3.5.1 Pengunduhan Data Citra Sentinel-2 A 30
3.5.2 Pengolahan Data Interpretasi Visual Digitasi *On Screen* 31
3.5.3 Pengolahan Data *Urban Index* (UI) NDBI dan Interpretasi Hibrida 32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 39
4.1 Hasil Digitasi Blok Bangunan 39
4.2 Hasil Interpretasi Digital Kepadatan Lahan Terbangun 42
4.2.1 *Urban Index* (UI) 42
4.2.2 *Normalize Difference Built-Up Index* (NDBI) 43
4.3 Hasil Interpretasi Hibrida 45
4.3.1 Hasil Interpretasi Hibrida *Urban Index* Tahun 2022 dan Tahun 2026 45
4.3.2 Hasil Interpretasi Hibrida NDBI Tahun 2022 dan Tahun 2026 48
4.4 Hasil Uji Akurasi 51
4.4.1 Hasil Uji Akurasi *Urban Index* (UI) 51
4.4.2 Hasil Uji Akurasi *Normalize Difference Built-Up Index* (NDBI) 54
4.5 Hasil *Building Coverage Ratio* (BCR) 56
4.6 Hasil Uji Akurasi *Building Coverage Ratio* (BCR) 57
4.7 Hasil Analisis Pola Lahan Terbangun 58

4.7.1 Pola Lahan Terbangun Tahun 2022 dan 2026 58
4.7.2 Analisis Pola Persebaran Lahan Terbangun Tahun 2022 62
4.7.3 Analisis Pola Persebaran Lahan Terbangun Tahun 2026 75
4.8 Hasil Kecepatan Perubahan Luasan Kepadatan Bangunan 87
4.9 Hasil Arah Perubahan Kapadatan Bangunan Tahun 2022 dan 2026 88
BAB 5 PENUTUP 92
5.1 Kesimpulan 92
5.2 Saran 93
DAFTAR PUSTAKA 95
LAMPIRAN 97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh 8
Gambar 2.2 Sistem Aktif 9
Gambar 2.3 Sistem Pasif 9
Gambar 2.4 *Continuum Nilai Nearest Neighbour Statistic* T 13
Gambar 2.5 Cara kerja *Standard Deviational Ellipse* 14
Gambar 2.6 Citra Sentinel-2A 18
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian 22
Gambar 3.2 Diagram Alir 25
Gambar 3.3 Alur mengunduh citra Sentinel-2A 30
Gambar 3.4 Tampilan mengunduh citra Sentinel-2A 30
Gambar 3.5 Alur Pengolahan Interpretasi Visual Ditasi *On Screen* 31
Gambar 3.6 Tampilan Hasil Pengolahan Interpretasi Visual Digitasi *On Screen* . 32
Gambar 3.7 Alur Pengolahan *Urban Index* NDBI dan Interpretasi Hibrida 33
Gambar 3.8 Proses Pemotongan Citra 33
Gambar 3.9 Masukan Rumus UI dan NDBI 34
Gambar 3.10 Hasil Pengolah UI dan NDBI 34
Gambar 3.11 Proses Pengolahan UI di ArcGIs 35
Gambar 3.12 Proses Pengolahan NDBI di ArcGIs 35
Gambar 3.13 Tampilan Hasil Pengolahan Hibrida UI 36
Gambar 3.14 Tampilan Hasil Pengolahan Hibrida NDBI 37
Gambar 3.15 Titik Validasi lapangan UI 2026 37
Gambar 3.16 Titik Validasi lapangan NDBI 2026 38
Gambar 4.1 Tampilan Hasil Pengolahan Digitasi Blok Bangunan 2022. 39
Gambar 4.2 Tampilan Hasil Pengolahan Digitasi Blok Bangunan 2026. 40
Gambar 4.3 Grafik Luasan Lahan Terbangun 2022 dan 2026. 42
Gambar 4. 4 Hasil Raster *Urban Index* (UI) 2022. 43
Gambar 4.5 Hasil Raster *Urban Index* (UI) 2026. 43
Gambar 4.6 Hasil Raster NDBI 2022. 44
Gambar 4.7 Hasil Raster NDBI 2026. 44
Gambar 4.8 Hasil Interpretasi Hibrida *Urban Index* Tahun 2022. 45
Gambar 4.9 Hasil Interpretasi Hibrida *Urban Index* Tahun 2026. 46

Gambar 4.10 Grafik Luas UI 2022. 47
Gambar 4.11 Grafik Luas UI 2026..... 48
Gambar 4.12 Hasil Interpretasi Hibrida NDBI Tahun 2022. 48
Gambar 4.13 Hasil Interpretasi Hibrida NDBI Tahun 2026. 49
Gambar 4.14 Grafik Luas NDBI 2022. 50
Gambar 4.15 Grafik Luas NDBI 2026. 51
Gambar 4.16 Tampilan Analisis pola satu Kota pasuruan 2022 59
Gambar 4.17 Tampilan Analisis pola satu Kota pasuruan 2026 59
Gambar 4.18 Tampilan Hasil *Nearest neighbord analysis* 2022..... 60
Gambar 4.19 Tampilan Hasil *Nearest neighbord analysis* 2026..... 61
Gambar 4.20 Tampilan Analisis pola satu Kec. Gadingrejo. 63
Gambar 4.21 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Gadingrejo. 65
Gambar 4.22 Tampilan Analisis pola satu Kec. Purworejo..... 67
Gambar 4.23 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Purworejo..... 68
Gambar 4.24 Tampilan Analisis pola satu Kec. Bugul Kidul 70
Gambar 4.25 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Bugul Kidul..... 71
Gambar 4.26 Tampilan Analisis pola satu Kec. Panggungrejo. 72
Gambar 4.27 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Panggungrejo. 73
Gambar 4.28 Tampilan Analisis pola satu Kec. Gadingrejo. 76
Gambar 4. 29 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Gadingrejo. 78
Gambar 4.30 Tampilan Analisis pola satu Kec. Purworejo..... 80
Gambar 4.31 Tampilan hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Purworejo..... 81
Gambar 4.32 Tampilan Analisis pola satu Kec. Bugul Kidul. 82
Gambar 4.33 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Bugul Kidul..... 83
Gambar 4.34 Tampilan Analisis pola satu Kec. Panggungrejo. 85
Gambar 4.35 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Panggungrejo. 86
Gambar 4.36 Tampilan Hasil *Standard Deviational Ellipse* Tahun 2022. 88
Gambar 4.37 Tampilan Hasil *Standard Deviational Ellipse* Tahun 2026 90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kunci Interpretasi Kepadatan Bangunan..... 17
Tabel 2.2 Klasifikasi Kepadatan Bangunan 17
Tabel 2.3 Spesifikasi Sentinel-2A 19
Tabel 2.4 Tabel uji akurasi matriks konfusi 20
Tabel 3.1 Perangkat Keras..... 23
Tabel 3.2 Perangkat Lunak..... 23
Tabel 3.3 Data Parameter 24
Tabel 4.1 Jumlah Blok Satuan Pemetaan Lahan Terbangun. 41
Tabel 4.2 Luas *Urban Index* (UI) 2022 dan 2026. 46
Tabel 4.3 Luas NDBI 2022 dan 2026..... 50
Tabel 4.4 Validasi Lapangan *Urban Index* (UI) 52
Tabel 4.5 Matriks konfusi *Urban Index* (UI) 53
Tabel 4.6 Validasi Lapangan *Normalize Difference Built-Up Index* (NDBI)..... 54
Tabel 4.7 Tampilan Hasil matriks konfusi NDBI. 55
Tabel 4.8 Hasil Kepadatan Validasi BCR..... 56
Tabel 4.9 Matriks konfusi BCR UI. 57
Tabel 4.10 Matriks konfusi BCR NDBI. 57
Tabel 4.11 Tampilan Hasil *Nearest neighbord analysis* 2022 60
Tabel 4.12 Tampilan Hasil *Nearest neighbord analysis* 2026..... 61
Tabel 4.13 Perhitungan (*Nearest Neighbor Analysis*/NNA). 62
Tabel 4.14 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Gadingrejo. 65
Tabel 4.15 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Purworejo. 68
Tabel 4.16 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Bugul Kidul..... 71
Tabel 4.17 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Panggungrejo. 74
Tabel 4.18 Perhitungan *Average Nearest Neighbor* (ANN). 75
Tabel 4. 19 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Gadingrejo..... 78
Tabel 4. 20 Tampilan hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Purworejo. 81
Tabel 4. 21 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Bugul Kidul..... 83
Tabel 4.22 Tampilan Hasil *Average Nearest Neighbor* Kec. Panggungrejo. 86
Tabel 4.23 Atribut *ellips* arah perubahan kepadatan bangunan 2022..... 88
Tabel 4. 24 Atribut *ellips* arah perubahan kepadatan bangunan 2026..... 90