



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PEMODELAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN SUHU
PERMUKAAN TANAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Kota Semarang)**

TUGAS AKHIR

**VIRA FEBIANTI
21110118120002**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
DESEMBER 2022**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PEMODELAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN SUHU
PERMUKAAN TANAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Kota Semarang)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
(Strata-1)**

**VIRA FEBIANTI
21110118120002**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
DESEMBER 2022**

HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip mau pun dirujuk telah Saya nyatakan dengan benar

Nama : VIRA FEBIANTI

NIM : 21110118120002

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Vira Febianti', written over a horizontal line.

Tanggal : 13 Desember 2022




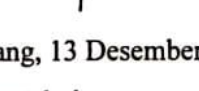
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : VIRA FEBIANTI
NIM : 21110118120002
Departemen/Program Studi : S1 TEKNIK GEODESI
Judul Skripsi :

**PEMODELAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN SUHU
PERMUKAAN TANAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Kota Semarang)**

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

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Bandi Sasmito, S.T., M.T. ()
Pembimbing 2 : Nurhadi Bashit, S.T., M.Eng. ()
Penguji 1 : Abdi Sukmono, S.T., M.T. ()
Penguji 2 : Fauzi Janu Amarrohman, S.T., M.Eng. ()

Semarang, 13 Desember 2022

Mengetahui

Ketua Departemen Teknik Geodesi


Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.

NIP.197904232006041001

HALAMAN PERSEMBAHAN

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

Tugas akhir yang sangat Saya perjuangkan ini, Saya persembahkan untuk Papa dan Mama yang selalu menguatkan, memberikan kasih sayang dan doa yang tidak pernah terputus. Terima kasih untuk semua usaha dan cinta yang Papa dan Mama berikan.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia dan kesehatan, sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tidak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro sekaligus dosen wali yang telah memberikan pengarahan dan motivasi saya sepanjang perkuliahan.
2. Bapak Bandi Sasmito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Nurhadi Bashit, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Geodesi yang memberikan ilmu, bimbingan, serta saran selama proses perkuliahan serta selama penyusunan Tugas Akhir.
5. Seluruh staf Tata Usaha Departemen Teknik Geodesi yang selalu membantu dalam urusan administrasi dan kemahasiswaan.
6. Orang tua Penulis, Papa dan Mama yang tidak pernah berhenti memberikan doa, semangat, dukungan serta kasih sayang yang tidak pernah berhenti hingga saat ini.
7. Akhmad Rizky Fernanda yang selalu ada dalam keadaan suka dan duka, memberikan semangat serta motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Agantry Purba, Afifah Zafirah Siregar, Devi Nilam Sari, Irna Zakiyatin yang selalu mendengarkan keluh kesah, menemani dari pagi hingga malam untuk menyelesaikan tugas akhir dan memberikan hiburan selama masa perkuliahan.
9. Keluarga Pinus yang banyak membantu dalam menyelesaikan tugas dan ujian selama kuliah.

10. Asisten Lab. PPD angkatan 2017, 2018, 2019 yang telah memberikan banyak pengalaman berharga selama 2 tahun terakhir serta motivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
11. Seluruh keluarga Teknik Geodesi angkatan 2018 yang banyak memberikan bantuan selama perkuliahan.
12. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhirnya, Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalami.

Semarang, 13 Desember 2022



Vira Febianti

21110118120002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : VIRA FEBIANTI
NIM : 21110118120002
Jurusan/Departemen : TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

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

**PEMODELAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN SUHU
PERMUKAAN TANAH BERBASIS PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Kota Semarang)**

Beserta 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 mempublikasikan 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 : 13 Desember 2022

Yang menyatakan



Vira Febianti

21110118120002

ABSTRAK

Pertumbuhan lahan terbangun menyebabkan meningkatnya suhu permukaan tanah di Kota Semarang. Kondisi tersebut memerlukan pemantauan dan prediksi perubahan tutupan lahan serta suhu permukaan tanah. Oleh karena itu, pemodelan mengenai perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan tanah bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan tanah di Kota Semarang pada tahun 2016 sampai 2022, serta prediksinya pada tahun 2031. Penelitian ini memanfaatkan data citra Landsat 8. Prediksi tutupan lahan menggunakan data parameter ketinggian, jarak dari jalan, jarak dari sungai. Parameter untuk prediksi suhu permukaan tanah yaitu tutupan lahan, NDVI dan NDBI. Klasifikasi tutupan lahan yang terdiri dari badan air, lahan terbangun, vegetasi dan lahan kosong menggunakan metode *Support Vector Machine*, pengolahan suhu permukaan tanah dengan algoritma *Single Channel* serta untuk prediksi dilakukan menggunakan model *Cellular Automata* dan *Artificial Neural Network*. Hasil penelitian menunjukkan tutupan lahan di Kota Semarang didominasi oleh vegetasi. Klasifikasi tutupan lahan menghasilkan tingkat akurasi pada tahun 2016 sebesar 89,53%, tahun 2019 sebesar 91,86% dan tahun 2022 sebesar 90,6%. Suhu tertinggi tercatat sebesar 45,158⁰C pada tahun 2022, sedangkan suhu terendah sebesar 21,997⁰C pada tahun 2016. Validasi suhu permukaan tanah terhadap suhu lapangan tahun 2022 menghasilkan korelasi *pearson* sebesar 0,725. Tingkat kesesuaian prediksi tutupan lahan tahun 2031 terhadap RDTRK Kota Semarang tahun 2011 – 2031 sebesar 66,73%. Hasil prediksi tutupan lahan memiliki akurasi yang baik dengan nilai *kappa* 80,8%. Akurasi prediksi suhu permukaan tanah dengan *Mean Square Error* (MSE) dan koefisien korelasi (R) menghasilkan nilai sebesar 3,436 dan 0,87.

Kata kunci: *Artificial Neural Network*, *Cellular Automata*, Prediksi, Suhu Permukaan Tanah, Tutupan Lahan

ABSTRACT

The growth of built-up land has caused an increase in the temperature of the land surface in Semarang City. These conditions require monitoring and predicting changes in land cover and land surface temperature. Therefore, modeling land cover change and land surface temperature aims to analyze changes in land cover and land surface temperature in Semarang City from 2016 to 2022, as well as make predictions for 2031. This study utilized Landsat 8 imagery data. The land cover prediction uses data on altitude parameters, distance from roads, and distance from rivers. The parameters for predicting land surface temperature are land cover, NDVI, and NDBI. Using the Support Vector Machine method to classify land cover consisting of water bodies, built-up land, vegetation, and vacant land. Land surface temperature processing with Single Channel algorithm and for prediction is carried out using Cellular Automata and Artificial Neural Network models. The results showed that the land cover in Semarang City was dominated by vegetation. Land cover classification results in an accuracy rate of $\geq 85\%$. The highest temperature was recorded at $45,158^{\circ}\text{C}$ in 2022, while the lowest was $21,997^{\circ}\text{C}$ in 2016. Validation of land surface temperatures against field temperatures in 2022 resulted Pearson correlations of 0,725. The Semarang City RDTRK for 2011-2031 and the 2031 land cover prediction have a 66,71% conformity rate. With a kappa value of 80,8%, the predictions of land cover are quite accurate. The accuracy of land surface temperature predictions with Mean Square Error (MSE) and correlation coefficient (R) yielded values of 3,436 and 0,87.

Keywords: *Artificial Neural Network, Cellular Automata, Land Cover, Land Surface Temperature, Prediction*

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERNYATAAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | vii |
| ABSTRAK | viii |
| <i>ABSTRACT</i> | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1. Latar Belakang | 1 |
| I.2. Rumusan Masalah | 4 |
| I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian..... | 4 |
| I.4. Ruang Lingkup Penelitian | 4 |
| I.5. Metodologi Penelitian | 5 |
| I.6. Sistematika Penulisan..... | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| II.1. Penelitian Terdahulu..... | 7 |
| II.2. Penginderaan Jauh | 11 |
| II.2.1 Komponen Penginderaan Jauh..... | 11 |
| II.2.2 Resolusi Citra | 13 |
| II.3. Landsat 8 | 15 |
| II.4. Kalibrasi Radiometrik | 16 |
| II.5. Tutupan Lahan..... | 18 |
| II.6. Algoritma <i>Support Vector Machine</i> | 19 |
| II.7. Suhu Permukaan Tanah..... | 19 |
| II.8. <i>Driving Factors</i> | 21 |
| II.8.1 DEMNAS | 21 |
| II.8.2 Jaringan Jalan | 22 |
| II.8.3 Jaringan Sungai | 22 |

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------|----|
| II.8.4 | <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> | 22 |
| II.8.5 | <i>Normalized Difference Built-up Index</i> | 23 |
| II.9. | <i>Cellular Automata</i> | 23 |
| II.10. | <i>Artificial Neural Network</i> | 24 |
| II.11. | Teknik Pengambilan Sampel..... | 25 |
| II.12. | Regresi Linier Sederhana | 25 |
| II.13. | Uji Akurasi | 26 |
| II.13.1 | Uji Akurasi Tutupan Lahan..... | 26 |
| II.13.2 | Uji Akurasi Model Suhu Permukaan Tanah | 27 |
| BAB III | METODOLOGI PENELITIAN | 28 |
| III.1. | Lokasi Penelitian | 28 |
| III.2. | Alat dan Data Penelitian..... | 28 |
| III.2.1 | Alat..... | 28 |
| III.2.2 | Data | 29 |
| III.3. | Diagram Alir Penelitian..... | 31 |
| III.4. | Tahapan Pengolahan..... | 33 |
| III.4.1 | Kalibrasi Radiometrik | 33 |
| III.4.2 | Kalibrasi Alat Ukur Suhu..... | 35 |
| III.4.3 | Pengolahan Tutupan Lahan..... | 36 |
| III.4.4 | Pengolahan Suhu Permukaan Tanah | 44 |
| III.4.5 | Regresi Linier Sederhana | 48 |
| III.4.6 | <i>Driving Factors</i> Tutupan Lahan..... | 49 |
| III.4.7 | <i>Driving Factors</i> Suhu Permukaan Tanah..... | 53 |
| III.4.8 | Prediksi Tutupan Lahan | 55 |
| III.4.9 | Prediksi Suhu Permukaan Tanah | 59 |
| III.4.10 | Kesesuaian Peta Prediksi Tutupan Lahan dengan RDTRK..... | 63 |
| III.5. | Tahapan Validasi dan Uji Akurasi | 64 |
| III.5.1 | Validasi Tutupan Lahan | 64 |
| III.5.2 | Validasi Suhu Permukaan Tanah | 67 |
| III.5.3 | Uji Akurasi Prediksi Tutupan Lahan..... | 68 |
| III.5.4 | Uji Akurasi Prediksi Suhu Permukaan Tanah..... | 69 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 70 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| IV.1. Hasil Kalibrasi Radiometrik | 70 |
| IV.2. Hasil Kalibrasi Alat Ukur Suhu..... | 72 |
| IV.3. Hasil Tutupan Lahan | 74 |
| IV.3.1 Tutupan Lahan Tahun 2016, 2019 dan 2022 | 74 |
| IV.3.2 Uji Akurasi Tutupan Lahan..... | 78 |
| IV.3.3 Analisis Perubahan Tutupan Lahan | 80 |
| IV.4. Hasil Suhu Permukaan Tanah | 81 |
| IV.4.1 Suhu Permukaan Tanah Tahun 2016, 2019 dan 2022..... | 81 |
| IV.4.2 Validasi Suhu Permukaan Tanah | 88 |
| IV.4.3 Perubahan Suhu Permukaan Tanah..... | 90 |
| IV.5. Analisis Hubungan Indeks Tutupan Lahan terhadap Suhu Permukaan . | 91 |
| IV.6. Hasil Prediksi Tutupan Lahan | 95 |
| IV.6.1 <i>Inputs</i> Prediksi Tutupan Lahan | 95 |
| IV.6.2 <i>Evaluating Correlation</i> Prediksi Tutupan Lahan..... | 97 |
| IV.6.3 <i>Area Changes</i> Prediksi Tutupan Lahan..... | 97 |
| IV.6.4 <i>Transition Potential Modelling</i> Prediksi Tutupan Lahan | 98 |
| IV.6.5 <i>Cellular Automata Simulation</i> Prediksi Tutupan Lahan | 99 |
| IV.6.6 <i>Validation</i> Prediksi Tutupan Lahan | 102 |
| IV.6.7 Kesesuaian Prediksi Tutupan Lahan Terhadap RDTRK | 102 |
| IV.7. Hasil Prediksi Suhu Permukaan Tanah | 106 |
| IV.7.1 <i>Inputs</i> Prediksi Suhu Permukaan Tanah | 106 |
| IV.7.2 <i>Evaluating Correlation</i> Prediksi Suhu Permukaan Tanah..... | 107 |
| IV.7.3 <i>Area Changes</i> Prediksi Suhu Permukaan Tanah..... | 107 |
| IV.7.4 <i>Transition Potential Modeling</i> Prediksi Suhu Permukaan Tanah. | 108 |
| IV.7.5 <i>Cellular Automata Simulation</i> Prediksi Suhu Permukaan Tanah . | 109 |
| IV.7.6 Uji Akurasi Prediksi Suhu Permukaan Tanah..... | 112 |
| IV.8. Hubungan antara Jenis Tutupan Lahan dan Suhu Permukaan Tanah .. | 113 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 118 |
| V.1. Kesimpulan..... | 118 |
| V.2. Saran..... | 118 |
| DAFTAR PUSTAKA | xix |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar II-1 Interaksi GEM dengan objek..... | 12 |
| Gambar II-2 Spektrum reflektansi objek di permukaan bumi | 13 |
| Gambar II-3 Resolusi spasial pada citra satelit | 14 |
| Gambar II-4 Landsat 8 | 15 |
| Gambar II-5 Tutupan Lahan..... | 18 |
| Gambar II-6 <i>Support Vector Machine</i> | 19 |
| Gambar II-7 <i>Cellular Automata</i> | 24 |
| Gambar II-8 Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> | 25 |
| Gambar III-1 Peta Kota Semarang | 28 |
| Gambar III-2 Diagram alir | 31 |
| Gambar III-3 Diagram alir lanjutan | 32 |
| Gambar III-4 <i>SCP Plugin</i> | 33 |
| Gambar III-5 Citra sebelum kalibrasi radiometrik..... | 34 |
| Gambar III-6 Citra setelah kalibrasi radiometrik | 34 |
| Gambar III-7 Histogram citra Landsat 8 sebelum kalibrasi radiometrik | 35 |
| Gambar III-8 Histogram citra Landsat 8 setelah kalibrasi radiometrik | 35 |
| Gambar III-9 Kalibrasi alat ukur suhu | 36 |
| Gambar III-10 Diagram alir pengolahan tutupan lahan | 37 |
| Gambar III-11 <i>Build Virtual Raster</i> | 38 |
| Gambar III-12 Memilih <i>band</i> untuk penggabungan <i>layer</i> | 38 |
| Gambar III-13 Tampilan <i>natural color</i> Landsat 8 | 38 |
| Gambar III-14 Tampilan <i>SCP Dock</i> | 39 |
| Gambar III-15 <i>Training area</i> | 42 |
| Gambar III-16 <i>Plugin dzetsaka</i> | 42 |
| Gambar III-17 Tampilan <i>plugin ThRaSe</i> | 43 |
| Gambar III-18 Hasil klasifikasi tutupan lahan | 43 |
| Gambar III-19 Diagram alir pengolahan suhu permukaan tanah..... | 44 |
| Gambar III-20 Perhitungan nilai <i>proportion of vegetation</i> | 45 |
| Gambar III-21 Hasil perhitungan <i>proportion of vegetation</i> | 45 |
| Gambar III-22 Perhitungan nilai <i>emisivitas</i> | 46 |
| Gambar III-23 Hasil perhitungan <i>emisivitas</i> | 46 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar III-24 <i>Atmospheric Correction Parameter Calculator</i> | 47 |
| Gambar III-25 Perhitungan nilai suhu permukaan tanah | 47 |
| Gambar III-26 Hasil pengolahan suhu permukaan tanah..... | 48 |
| Gambar III-27 Hasil regresi linier sederhana..... | 49 |
| Gambar III-28 Data DEMNAS | 49 |
| Gambar III-29 Hasil pengolahan elevasi..... | 50 |
| Gambar III-30 Jendela <i>rasterize</i> data jalan | 50 |
| Gambar III-31 Jendela <i>proximity</i> data jalan..... | 51 |
| Gambar III-32 Data jaringan jalan Kota Semarang | 51 |
| Gambar III-33 Hasil pengolahan jarak dari jalan..... | 52 |
| Gambar III-34 Data jaringan sungai | 52 |
| Gambar III-35 Hasil pengolahan jarak dari sungai | 53 |
| Gambar III-36 <i>Raster calculator</i> pengolahan NDVI | 54 |
| Gambar III-37 Hasil pengolahan NDVI..... | 54 |
| Gambar III-38 <i>Raster calculator</i> pengolahan NDBI | 55 |
| Gambar III-39 Hasil pengolahan NDBI..... | 55 |
| Gambar III-40 Jendela <i>inputs</i> prediksi tutupan lahan | 56 |
| Gambar III-41 <i>Evaluating correlation</i> prediksi tutupan lahan | 57 |
| Gambar III-42 Jendela <i>area changes</i> prediksi tutupan lahan..... | 57 |
| Gambar III-43 <i>Transitional potential modelling</i> prediksi tutupan lahan..... | 58 |
| Gambar III-44 <i>Cellular automata simulation</i> prediksi tutupan lahan..... | 59 |
| Gambar III-45 Jendela <i>inputs</i> prediksi suhu permukaan tanah | 60 |
| Gambar III-46 <i>Evaluating correlation</i> prediksi suhu permukaan tanah | 60 |
| Gambar III-47 Jendela <i>area changes</i> prediksi suhu permukaan tanah | 61 |
| Gambar III-48 <i>Transitional potential modelling</i> prediksi suhu permukaan tanah | 62 |
| Gambar III-49 <i>Cellular automata simulation</i> prediksi suhu permukaan tanah | 63 |
| Gambar III-50 Hasil kesesuaian prediksi tutupan lahan dengan RDTRK | 64 |
| Gambar III-51 Validasi lapangan tutupan lahan tahun 2022 | 65 |
| Gambar III-52 Sebaran titik validasi tutupan lahan | 65 |
| Gambar III-53 <i>Classification plugin</i> Acatama..... | 66 |
| Gambar III-54 <i>Sampling classification plugin</i> Acatama..... | 67 |
| Gambar III-55 Hasil akurasi tutupan lahan | 67 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar III-56 Pengambilan suhu dengan termometer <i>infrared</i> | 68 |
| Gambar III-57 Sebaran titik validasi suhu permukaan | 68 |
| Gambar III-58 <i>Validation</i> prediksi tutupan lahan | 69 |
| Gambar IV-1 Hasil kalibrasi radiometrik TOA <i>reflectance</i> | 70 |
| Gambar IV-2 Hasil kalibrasi radiometrik TOA <i>radiance</i> | 71 |
| Gambar IV-3 Hasil <i>brightness temperature</i> | 72 |
| Gambar IV-4 Tutupan lahan tahun 2016 | 75 |
| Gambar IV-5 Tutupan lahan tahun 2019 | 75 |
| Gambar IV-6 Tutupan lahan tahun 2022 | 76 |
| Gambar IV-7 Persentase luas tutupan lahan tahun 2016 | 77 |
| Gambar IV-8 Persentase luas tutupan lahan tahun 2019 | 77 |
| Gambar IV-9 Persentase luas tutupan lahan tahun 2022 | 78 |
| Gambar IV-10 Perubahan tutupan lahan tahun 2016 - 2022 | 80 |
| Gambar IV-11 Suhu permukaan tanah tahun 2016 | 82 |
| Gambar IV-12 Suhu permukaan tanah tahun 2019 | 83 |
| Gambar IV-13 Suhu permukaan tanah tahun 2022 | 83 |
| Gambar IV-14 Wilayah anomali suhu permukaan tahun 2016 | 84 |
| Gambar IV-15 Wilayah anomali suhu permukaan tahun 2019 | 85 |
| Gambar IV-16 Wilayah anomali suhu permukaan tahun 2022 | 86 |
| Gambar IV-17 Persentase luas suhu permukaan tanah tahun 2016 | 87 |
| Gambar IV-18 Persentase luas suhu permukaan tanah tahun 2019 | 87 |
| Gambar IV-19 Persentase luas suhu permukaan tanah tahun 2022 | 87 |
| Gambar IV-20 Sebaran titik validasi suhu tahun 2022 | 88 |
| Gambar IV-21 Grafik hubungan NDVI dengan suhu permukaan tahun 2016 | 92 |
| Gambar IV-22 Grafik hubungan NDVI dengan suhu permukaan tahun 2019 | 92 |
| Gambar IV-23 Grafik hubungan NDVI dengan suhu permukaan tahun 2022 | 93 |
| Gambar IV-24 Grafik hubungan NDBI dengan suhu permukaan tahun 2016 | 94 |
| Gambar IV-25 Grafik hubungan NDBI dengan suhu permukaan tahun 2019 | 94 |
| Gambar IV-26 Grafik hubungan NDBI dengan suhu permukaan tahun 2022 | 95 |
| Gambar IV-27 <i>Driving factors</i> prediksi tutupan lahan | 96 |
| Gambar IV-28 Grafik <i>neural network</i> prediksi tutupan lahan | 99 |
| Gambar IV-29 Hasil prediksi tutupan lahan tahun 2022 | 100 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar IV-30 Hasil prediksi tutupan lahan tahun 2031 | 101 |
| Gambar IV-31 Klasifikasi tutupan lahan RDTRK Kota Semarang | 103 |
| Gambar IV-32 Kesesuaian Prediksi Tutupan Lahan terhadap RDTRK | 104 |
| Gambar IV-33 <i>Driving factors</i> prediksi SPT tahun 2022 | 106 |
| Gambar IV-34 Grafik <i>neural network</i> prediksi SPT tahun 2022 | 109 |
| Gambar IV-35 Hasil prediksi suhu permukaan tanah tahun 2022 | 110 |
| Gambar IV-36 Hasil prediksi suhu permukaan tanah tahun 2031 | 111 |
| Gambar IV-37 Garis profil suhu permukaan tanah dan tutupan lahan | 113 |
| Gambar IV-38 Profil pada garis A-B | 114 |
| Gambar IV-39 Profil pada garis C-D | 115 |
| Gambar IV-40 Profil pada garis E-F | 116 |

DAFTAR TABEL

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel II-1 Penelitian Terdahulu | 7 |
| Tabel II-2 <i>Band</i> pada Citra Landsat 8 | 16 |
| Tabel II-3 Matriks Konfusi | 26 |
| Tabel II-4 Interval koefisien korelasi | 27 |
| Tabel III-1 Hasil kalibrasi alat ukur suhu | 36 |
| Tabel III-2 Jenis Tutupan Lahan | 39 |
| Tabel III-3 Identifikasi tutupan lahan | 40 |
| Tabel III-4 Nilai NDVI | 45 |
| Tabel III-5 Nilai parameter koreksi atmosfer..... | 47 |
| Tabel III-6 Parameter pemodelan ANN..... | 58 |
| Tabel III-7 Parameter pemodelan ANN | 61 |
| Tabel III-8 Klasifikasi Kawasan RDTRK..... | 63 |
| Tabel III-9 Jumlah sampel tutupan lahan..... | 66 |
| Tabel III-10 Data suhu hasil prediksi dan suhu pengolahan | 69 |
| Tabel IV-1 Nilai radian <i>band</i> 10 | 71 |
| Tabel IV-2 Nilai <i>brightness temperature band</i> 10..... | 72 |
| Tabel IV-3 Hasil kalibrasi termometer <i>infrared</i> 1 | 73 |
| Tabel IV-4 Hasil kalibrasi termometer <i>infrared</i> 2 | 73 |
| Tabel IV-5 Hasil kalibrasi termometer <i>infrared</i> 3 | 74 |
| Tabel IV-6 Luas tutupan lahan tahun 2016, 2019 dan 2022 | 77 |
| Tabel IV-7 Matriks konfusi tutupan lahan dan citra SPOT 6 2016 | 78 |
| Tabel IV-8 Matriks konfusi tutupan lahan dan citra SPOT 6 2019 | 79 |
| Tabel IV-9 Matriks konfusi tutupan lahan dan survei lapangan 2022..... | 79 |
| Tabel IV-10 Hasil uji akurasi tutupan lahan | 80 |
| Tabel IV-11 Perubahan luasan tutupan lahan | 81 |
| Tabel IV-12 Statistik suhu permukaan..... | 82 |
| Tabel IV-13 Luas suhu permukaan tahun 2016,2019 dan 2022 | 86 |
| Tabel IV-14 Data validasi suhu | 89 |
| Tabel IV-15 Perubahan suhu permukaan tanah | 91 |
| Tabel IV-16 Persamaan hubungan NDVI dengan suhu permukaan tanah | 93 |
| Tabel IV-17 Persamaan hubungan NDBI dengan suhu permukaan tanah | 95 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel IV-18 <i>Evaluating correlation</i> prediksi tutupan lahan | 97 |
| Tabel IV-19 Matriks transisi prediksi tutupan lahan..... | 97 |
| Tabel IV-20 Parameter pemodelan ANN prediksi tutupan lahan | 98 |
| Tabel IV-21 Luas tutupan lahan hasil prediksi tahun 2022 | 100 |
| Tabel IV-22 Luas kelas tutupan lahan hasil prediksi 2031 | 101 |
| Tabel IV-23 Nilai kappa prediksi tutupan lahan | 102 |
| Tabel IV-24 Perbandingan luas tutupan lahan tahun 2031 dan RDTRK..... | 103 |
| Tabel IV-25 Luas kesesuaian tutupan lahan | 104 |
| Tabel IV-26 Hasil tutupan lahan yang sesuai | 105 |
| Tabel IV-27 Hasil tutupan lahan yang tidak sesuai | 105 |
| Tabel IV-28 <i>Evaluating correlation</i> prediksi SPT tahun 2022..... | 107 |
| Tabel IV-29 <i>Area changes</i> suhu permukaan..... | 108 |
| Tabel IV-30 Parameter pemodelan ANN prediksi suhu permukaan tanah..... | 108 |
| Tabel IV-31 Luas suhu permukaan hasil pengolahan dan prediksi tahun 2022 . | 110 |
| Tabel IV-32 Luas hasil prediksi suhu permukaan tanah..... | 112 |
| Tabel IV-33 Sampel uji akurasi prediksi suhu permukaan tanah | 112 |
| Tabel IV-34 Nilai suhu pada tutupan lahan | 117 |

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pertumbuhan pembangunan di kota besar merupakan daya tarik bagi penduduk untuk berdatangan karena dapat meningkatkan perekonomian (Harahap, 2013). Kota merupakan pusat aktivitas manusia yang dijadikan sebagai tujuan untuk meningkatkan kualitas hidup, karena wilayah perkotaan berkembang lebih cepat dibandingkan wilayah pedesaan. Sarana dan prasarana di wilayah perkotaan yang mengalami peningkatan menjadi faktor pendorong urbanisasi. Urbanisasi memberikan dampak positif maupun negatif terkait perubahan ekosistem, keanekaragaman hayati, lanskap dan lingkungan. Peningkatan angka urbanisasi mendorong kebutuhan lahan untuk aktivitas manusia, sehingga mengakibatkan dampak negatif karena perubahan tutupan lahan untuk kepentingan manusia. Urbanisasi yang tidak terencana dan perubahan tutupan lahan dapat mempengaruhi proses radiasi, termodinamika dan hidrologi permukaan tanah serta memberikan dampak pada perubahan iklim dan peningkatan suhu permukaan tanah (Edan dkk, 2021). Urbanisasi menyebabkan perubahan tutupan lahan untuk melakukan aktivitas bagi penduduk. Perubahan tutupan lahan dapat mengakibatkan kenaikan suhu permukaan yang berkaitan dengan penggunaan energi, polusi udara dan gangguan kesehatan pada manusia (Sejati dkk., 2019).

Jawa tengah adalah salah satu provinsi di Pulau Jawa yang mengalami perubahan tutupan lahan. Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah yaitu Kota Semarang yang memiliki letak strategis. Letak strategis Kota Semarang didukung oleh jalur transportasi antar wilayah, karena terletak di wilayah pesisir utara Pulau Jawa. Kondisi tersebut menyebabkan perkembangan Kota Semarang sebagai kota perdagangan, industri, manufaktur dan kota transit bagi para pendatang. Kota Semarang mengalami pertumbuhan penduduk dan perkembangan kota pada beberapa tahun terakhir. Pertumbuhan penduduk Kota Semarang mengalami peningkatan 0,66% setiap tahunnya. Tercatat jumlah penduduk pada tahun 2016 sebesar 1.602.717 jiwa dan pada tahun 2021 sebesar 1.656.564 jiwa (BPS, 2021). Jumlah penduduk meningkat setiap tahun menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan untuk tempat tinggal dan beraktivitas. Pembangunan Kota Semarang dapat

dilihat dengan hadirnya pembangunan perumahan, industri, mall, hotel dan apartemen yang terjadi setiap tahunnya. Penelitian oleh Mubarak tahun 2021 diketahui bahwa di Kota Semarang pada tahun 1989 hingga 2020 mengalami peningkatan pada kawasan terbangun sebesar 11.666 Ha dan penurunan pada lahan vegetasi sebesar 10.379 Ha.

Perubahan tutupan lahan merupakan salah satu faktor peningkatan suhu permukaan tanah karena berkurangnya daerah vegetasi. Daerah vegetasi mengalami perubahan menjadi kawasan terbangun yang permukaannya dapat menyerap panas seperti aspal, beton, batu bata, atap yang menyebabkan peningkatan pada suhu permukaan (Ghani dkk., 2021). Penelitian mengenai tutupan lahan dan suhu permukaan tanah di Kota Semarang lebih terfokus pada identifikasi pola distribusi, hubungan serta mitigasinya. Namun, pemantauan dan prediksi perubahan tutupan lahan perlu dilakukan agar mengetahui pengaruh terhadap suhu permukaan tanah. Pada penelitian Delarizka tahun 2016 menganalisis fenomena *Urban Heat Island* (UHI) berdasarkan hubungan perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan tanah, penelitian Darlina tahun 2018 menganalisis mitigasi pada fenomena UHI dan penelitian oleh Sejati tahun 2019 di wilayah metropolitan Semarang mengenai prediksi serta mitigasi SUHI melalui perencanaan tata ruang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan tanah pada tahun 2016, 2019 dan 2022 serta membuat prediksi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah. Penelitian ini perlu dilakukan karena tidak hanya berfokus pada identifikasi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah, melainkan memprediksi kemungkinan perubahan tutupan lahan serta peningkatan suhu permukaan tanah di Kota Semarang pada tahun 2031. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh menggunakan citra satelit banyak dimanfaatkan untuk mengevaluasi, memantau serta memprediksi perubahan pada tutupan lahan dan suhu permukaan tanah dengan berbagai variabel data spasial. Citra Landsat 8 dilengkapi dengan sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) yang dapat digunakan untuk mengumpulkan data dalam klasifikasi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah. Prediksi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah dapat dilakukan menggunakan kombinasi model *Cellular*

Automata (CA) dan *Artificial Neural Network* (ANN) dengan menambahkan data pendukung seperti elevasi, jaringan jalan, sungai, NDVI dan NDBI.

Para peneliti telah melakukan prediksi mengenai tutupan lahan dan suhu permukaan tanah untuk memperoleh pola prediksi di masa mendatang. Penelitian-penelitian terdahulu menerapkan berbagai pendekatan pemodelan serta parameter faktor pendorong yang berbeda untuk memprediksi perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan tanah. Penelitian oleh Kafy tahun 2020 menggunakan data variabel yang terdiri dari elevasi, kemiringan, aspek, jarak dari kawasan terbangun, jarak dari jalan, jarak dari badan air, NDVI dan NDBI serta metode *Multi-Layer Perceptron-Markov Chain* (MLP-MC) dan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah di masa depan. Sedangkan, penelitian Hossain tahun 2020 menggunakan data variabel seperti elevasi, jarak dari jalan serta jarak dari sungai serta metode *Cellular Automata* yang terintegrasi dengan *Artificial Neural Network* untuk memprediksi tutupan lahan di masa depan. Integrasi model *Cellular Automata* dan *Artificial Neural Network* banyak digunakan untuk prediksi dengan menambahkan pola perubahan sebelumnya. Kelebihan model *Cellular Automata* ini yaitu fokus pada tren historis serta data variabel pendorong seperti data ketinggian, jarak dari sungai, jarak dari jalan untuk prediksi tutupan lahan serta NDVI, NDBI, tutupan lahan untuk prediksi suhu permukaan tanah. *Artificial Neural Network* mampu memproses data dan menghasilkan akurasi rendah hingga tinggi secara acak saat mendeteksi pola perubahan dari piksel serta tidak memberlakukan batasan pada parameter (Kafy dkk., 2021).

Kota Semarang mengalami perkembangan pembangunan, sehingga peningkatan jumlah penduduk akan mempercepat ekspansi yang tidak di rencanakan. Penelitian dilakukan menggunakan model *Cellular Automata* dan *Artificial Neural Network* yang dapat digunakan untuk dipelajari dalam jangka pendek dan jangka panjang dari perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan tanah. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam menentukan kebijakan dalam perencanaan lahan di Kota Semarang untuk mendukung pembangunan daerah yang berkelanjutan.

I.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil tutupan lahan dan suhu permukaan tanah di Kota Semarang tahun 2016, 2019 dan 2022?
2. Bagaimana hasil prediksi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah di Kota Semarang pada tahun 2031?

I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui hasil tutupan lahan dan suhu permukaan tanah di Kota Semarang tahun 2016, 2019 dan 2022.
2. Untuk mengetahui hasil prediksi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah di Kota Semarang pada tahun 2031.

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Aspek Keilmuan

Manfaat dari penelitian ini dalam aspek keilmuan yaitu dapat berperan dan ikut serta dalam riset penginderaan jauh, khususnya untuk prediksi penggunaan lahan dan suhu permukaan tanah.

2. Aspek Kerekayasaan

Manfaat dari penelitian ini dalam aspek kerekayasaan yaitu hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dalam menentukan kebijakan di suatu kota.

I.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup masalah penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra Landsat 8 tahun 2016, 2019 dan 2022 dengan metode *Support Vector Machine*.
2. Pengolahan suhu permukaan tanah menggunakan citra Landsat 8 *band 10* tahun 2016, 2019 dan 2022 dengan metode *Single Channel*.
3. Variabel faktor pemodelan tutupan lahan yaitu data ketinggian, jarak dari jaringan jalan dan jarak dari sungai.
4. Variabel faktor pemodelan suhu permukaan tanah yaitu tutupan lahan, NDBI dan NDVI.

5. Prediksi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah menggunakan model *Cellular Automata* dan *Artificial Neural Network*.
6. Kesesuaian hasil prediksi tutupan lahan tahun 2031 berdasarkan peta RDTRK Kota Semarang tahun 2011-2031.

I.5. Metodologi Penelitian

Metodologi dalam penelitian ini yaitu:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan studi literatur terkait penelitian, yakni mengkaji hal-hal yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan dilakukan seperti mengkaji jurnal penelitian terdahulu, referensi teori yang berkaitan dengan tutupan lahan, suhu permukaan tanah serta pengolahannya, algoritma untuk memprediksi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah serta mengkaji lokasi penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang akan digunakan yaitu citra Landsat 8 tahun 2016, 2019 dan 2022, Citra SPOT 6, DEMNAS, peta administrasi Kota Semarang, data jaringan jalan, data jaringan sungai dan data validasi tutupan lahan dan suhu permukaan tanah yang diperoleh dari pengukuran lapangan.

3. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan ini terdiri dari tahapan pra-pengolahan, tahapan pengolahan suhu permukaan tanah dan tutupan lahan tahun 2016, 2019 dan 2022 serta tahapan prediksi suhu permukaan tanah dan tutupan lahan serta uji akurasi model yang digunakan sehingga menghasilkan peta prediksi suhu permukaan tanah dan tutupan lahan Kota Semarang tahun 2031.

4. Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis sebaran suhu permukaan tanah dan klasifikasi tutupan lahan berdasarkan citra Landsat 8 pada tahun 2016, 2019 dan 2022 serta analisis prediksi suhu permukaan tanah dan tutupan lahan tahun 2031.

5. Tahap Akhir

Pada tahap akhir ini dilakukan penarikan kesimpulan terkait rumusan masalah yang ada.

I.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir pada penelitian ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai penelitian terdahulu, penginderaan jauh, Landsat 8, kalibrasi radiometrik, tutupan lahan, algoritma *Support Vector Machine*, suhu permukaan tanah, *driving factors*, *cellular automata*, *artificial neural network*, teknik pengambilan sampel, regresi linier sederhana dan uji akurasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi mengenai tahapan dalam pelaksanaan penelitian yang terdiri dari tahap persiapan, tahap pengolahan data, tahap uji akurasi dan tahap analisis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil penelitian serta analisis dari penelitian.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

- Arifin, S. (2015). *Kajian Komponen dan Kriteria Standard Pengolahan Dijital Data Penginderaan Jauh Multispektral untuk Klasifikasi Penutup Lahan*. 718–724.
- BSN. (2014). SNI 7645-1:2014 Klasifikasi penutup lahan - Bagian 1 : Skala kecil dan menengah. *Sni*, 7645-1, 1–51. <https://kupdf.net/downloadFile/59edda7908bbc53933eb8a1f>
- Budiman, H. (2016). Analisis Dan Perbandingan Akurasi Model Prediksi Rentet Waktu Support Vector Machines Dengan Support Vector Machines Particle Swarm Optimization Untuk Arus Lalu Lintas Jangka Pendek. *Systemic: Information System and Informatics Journal*, 2(1), 19–24. <https://doi.org/10.29080/systemic.v2i1.103>
- Czarnecki, J. S., Jolivet, S., Blackmore, M. E., Lafdi, K., dan Tsonis, P. A. (2014). Cellular automata simulation of osteoblast growth on microfibrinous-carbon-based scaffolds. *Tissue Engineering - Part A*, 20(23–24), 3176–3188. <https://doi.org/10.1089/ten.tea.2013.0387>
- Darlina, S. P., Sasmito, B., dan Yuwono, B. D. (2018). Analisis Fenomena Urban Heat Island Serta Mitigasinya (Studi Kasus : Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(3), 77–87.
- Delarizka, A., Sasmito, B., dan Hani'ah. (2016). Analisis Fenomena Pulau Bahang (Urban Heat Island) Di Kota Semarang Berdasarkan Hubungan Antara Perubahan Tutupan Lahan Dengan Suhu Permukaan Menggunakan Citra Multi Temporal Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 5, 165–175.
- Edan, M. H., Maarouf, R. M., dan Hasson, J. (2021). Predicting the impacts of land use/land cover change on land surface temperature using remote sensing approach in Al Kut, Iraq. *Physics and Chemistry of the Earth*, 123(October 2020), 103012. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2021.103012>
- Faisal, A. Al, Kafy, A. A., Al Rakib, A., Akter, K. S., Jahir, D. M. A., Sikdar, M. S., Ashrafi, T. J., Mallik, S., dan Rahman, M. M. (2021). Assessing and predicting land use/land cover, land surface temperature and urban thermal

- field variance index using Landsat imagery for Dhaka Metropolitan area. *Environmental Challenges*, 4(April), 100192. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100192>
- Fauvel, M., Chanussot, J., Benediktsson, J. A., dan Sveinsson, J. R. (2007). Spectral and spatial classification of hyperspectral data using SVMs and morphological profiles. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, August, 4834–4837. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2007.4423943>
- Fawzi, N. I. (2014). *Pemetaan Emisivitas Permukaan menggunakan Indeks Vegetasi*. 133–140.
- Ghani, G. A., Dimiyati, M., dan Damayanti, A. (2021). Prediction of Land Cover and Land Surface Temperature in Kuta Selatan Sub-district, Bali Province. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(1), 130–138. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.1.12999>
- Harahap, F. R. (2013). Dampak Urbanisasi Bagi Perkembangan Kota Di Indonesia. *Society*, 1(1), 35–45. <https://doi.org/10.33019/society.v1i1.40>
- Hasyim, D., Imran, A., dan Imran, H. A. (2017). Peran Sampling Peran Sampling Dan Distribusi Data Dalam Penelitian Komunikasi Pendekatan Kuantitatif (the Role of Sampling and Data Distribution in Communication Research Quantitative Approach). *Jurnal Studi Komunikasi Dan Media*, 21(1), 111–126.
- Hossain, M. T., Zarin, T., Sahriar, M. R., dan Haque, M. N. (2020). Machine learning based modeling for future prospects of land use land cover change in Gopalganj District, Bangladesh. *Physics and Chemistry of the Earth*, 126(October 2020), 103022. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2021.103022>
- Iacono, M., Levinson, D., El-Geneidy, A., dan Wasfi, R. (2015). A Markov chain model of land use change in the Twin Cities, 1958-2005. *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 8(3), 49–62. <https://doi.org/10.6092/1970-9870/2985>
- Iswari, M. Y., dan Anggraini, K. (2018). Demnas: Model Digital Ketinggian Nasional Untuk Aplikasi Kepesisiran. *Oseana*, 43(4). <https://doi.org/10.14203/oseana.2018.vol.43no.4.2>
- Jiménez-Muñoz, J. C., dan Sobrino, J. A. (2010). A single-channel algorithm for

- land-surface temperature retrieval from ASTER data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 7(1), 176–179.
<https://doi.org/10.1109/LGRS.2009.2029534>
- Kafy, A. Al, Faisal, A. Al, Al Rakib, A., Roy, S., Ferdousi, J., Raikwar, V., Kona, M. A., dan Fatin, S. M. A. Al. (2021). Predicting changes in land use/land cover and seasonal land surface temperature using multi-temporal landsat images in the northwest region of Bangladesh. *Heliyon*, 7(7).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07623>
- Kafy, A. Al, Rahman, M. S., Faisal, A. Al, Hasan, M. M., dan Islam, M. (2020). Modelling future land use land cover changes and their impacts on land surface temperatures in Rajshahi, Bangladesh. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 18(March), 100314.
<https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100314>
- Kurniawan, D. (2013). *Linear regression 2013 Linear regression* • 1–6.
- Mountrakis, G., Im, J., dan Ogole, C. (2011). Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66(3), 247–259. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2010.11.001>
- Muzaky, H., dan Jaelani, L. M. (2019). Analisis Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Distribusi Suhu Permukaan: Kajian Urban Heat Island di Jakarta, Bandung dan Surabaya. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 1(2), 45–51.
<http://jurnal.mapin.or.id/index.php/jpji/article/view/14>
- Oktaviani, A., dan Yarjohan. (2016). Perbandingan Resolusi Spasial , Temporal Dan. *Jurnal Enggano*, 1(2), 74–79.
- Putra, M. R. R., dan Rudiarto, I. (2018). Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Konsep Celluler Automata Di Kota Mataram. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 174. <https://doi.org/10.14710/jpk.6.2.174-185>
- Sejati, A. W., Buchori, I., dan Rudiarto, I. (2019). The spatio-temporal trends of urban growth and surface urban heat islands over two decades in the Semarang Metropolitan Region. *Sustainable Cities and Society*, 46(July 2018), 101432.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101432>
- Suprayogi, I., Trimaijon, dan Mahyudin. (2014). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (ZST) (Studi Kasus : Sub

- DAS Siak Hulu). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1(1), 1–18.
- Syah, A. F. (2010). Penginderaan Jauh Dan Aplikasinya Di Wilayah Pesisir Dan Lautan. *Kelautan*, 3(1), 18–28.
<https://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan/article/view/838/737>
- Ullah, S., Ahmad, K., Sajjad, R. U., Abbasi, A. M., Nazeer, A., dan Tahir, A. A. (2019). Analysis and simulation of land cover changes and their impacts on land surface temperature in a lower Himalayan region. *Journal of Environmental Management*, 245(February), 348–357.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.063>
- Wardani, D. W., Danoedoro, P., dan Susilo, B. (2016). Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Berbasis Citra Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Menengah Dengan Metode Multi Layer Perceptron dan Markov Chain. *Majalah Geografi Indonesia*, 30(1), 9. <https://doi.org/10.22146/mgi.15605>
- Wiweka. (2014). Pola Suhu Permukaan Dan Udara Menggunakan Citra Satelit Landsat Multitemporal. *Jurnal Ecolab*, 8(1), 11–22.
<https://doi.org/10.20886/jklh.2014.8.1.11-22>
- Zha, Y., Gao, J., dan Ni, S. (2003). *Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery.pdf*. International Journal of Remote Sensing.

Buku

- BPS. (2021). *Kota Semarang dalam angka 2022*.
- Chuvieco, E. (2009). Fundamentals of satellite remote sensing. In *Fundamentals of Satellite Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1201/b18954>
- Danoedoro, P. (2012). *Pengolahan Citra digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*.
- Fawzi, N. I., dan Husna, V. N. (2021). Landsat 8_Sebuah Teori dan Teknik Pemrosesan Tingkat Dasar. In *El -Markazi* (Vol. 1, Issue April).
<https://www.researchgate.net/publication/350819219>
- Foody, G. (2003). Classification methods for remotely sensed data. In *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* (Vol. 27, Issue 3).

<https://doi.org/10.1177/030913330302700318>

Giri, C. P. (2016). Remote Sensing of Land Use and Land Cover Principles. In *Practical Handbook of Remote Sensing* (Vol. 4, Issue 1).

<http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>

Lillesand, T. M., Kiefer, R., dan Congalton, R. G. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation. 7th Edition. In *Photogrammetric Engineering dan Remote Sensing* (Vol. 81, Issue 8). <https://doi.org/10.14358/pers.81.8.615>

Mal, S., dan Singh, R. B. (2014). *Land Use and Cover Change*. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54868-3_4

Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*.

USGS. (2019). Landsat 8 Data Users Handbook. *Nasa*, 8(November), 114. <https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>

Peraturan

Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Wilayah Perkotaan, Direktorat Jenderal Bina Marga 26 (1990).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai, (2011).