

**ANALISIS SPASIAL PERSEBARAN SEKOLAH BERDASARKAN  
KETERJANGKAUAN DAN KENYAMANAN TERMAL MENGGUNAKAN  
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KECAMATAN KOTABUMI  
SELATAN KABUPATEN LAMPUNG UTARA**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**NABILA DITA CAHYANI  
NPM. 2015071050**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**ANALISIS SPASIAL PERSEBARAN SEKOLAH BERDASARKAN  
KETERJANGKAUAN DAN KENYAMANAN TERMAL MENGGUNAKAN  
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KECAMATAN KOTABUMI  
SELATAN KABUPATEN LAMPUNG UTARA**

**Oleh**

**NABILA DITA CAHYANI**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS SPASIAL PERSEBARAN SEKOLAH BERDASARKAN KETERJANGKAUAN DAN KENYAMANAN TERMAL MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KECAMATAN KOTABUMI SELATAN KABUPATEN LAMPUNG UTARA**

**Oleh**

**NABILA DITA CAHYANI**

Pendidikan merupakan suatu hal yang penting dalam menunjang kualitas Sumber Daya Manusia. Pemerataan pendidikan di Indonesia masih mempunyai permasalahan dan kendala. Dalam memilih sekolah biasanya siswa mempertimbangkan jangkauan dan kenyamanan dari sekolah. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendukung pemerataan pendidikan di Indonesia dengan menganalisis pola sebaran sekolah serta menganalisis keterjangkauan dan kenyamanan sekolah berdasarkan tingkat polusi dan suhu di wilayah kecamatan Kotabumi Selatan.

Metode yang digunakan dalam analisis pola sebaran sekolah yaitu *Nearest Neighbor Analyst*. Sedangkan untuk keterjangkauan sekolah menggunakan teknik *Buffer* serta menggunakan metode *overlay* dalam menganalisis kenyamanan sekolah. Adapun parameter kenyamanan yaitu tingkat polusi udara dan suhu.

Pola sebaran sekolah dari hasil penelitian ini, yaitu acak untuk jenjang Sekolah Dasar dengan nilai *z-score* -0,8147, pola acak untuk SMP dengan nilai *z-score* 0,8231 dan pola mengelompok untuk jenjang SMA dan SMK dengan nilai *z-score* -5,3215. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terdapat 1 desa yang tidak berada dalam jangkauan fasilitas pendidikan baik SD, SMP, SMA dan SMK, yaitu Desa Sinar Mas Alam. Luasan permukiman yang berada dalam jangkauan SD seluas 15,08 km<sup>2</sup>, SMP seluas 9,29 km<sup>2</sup>, SMA dan SMK seluas 13,1 km<sup>2</sup> dari total luas permukiman yang ada di Kecamatan Kotabumi Selatan sebesar 17,46 km<sup>2</sup>. Persebaran sekolah berdasarkan kenyamanan sekolah dilihat dari parameter suhu dan polusi udara tergolong menyebar pada 3 kategori tingkat kenyamanan, yaitu tingkat kenyamanan rendah, tingkat kenyamanan sedang dan tingkat kenyamanan tinggi.

**Kata Kunci:** Keterjangkauan, Pendidikan, Pola Sebaran, Tingkat Kenyamanan

## **ABSTRACT**

### **SPATIAL ANALYSIS OF SCHOOL DISTRIBUTION BASED ON AFFORDABILITY AND THERMAL CONVENIENCE USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN KOTABUMI SELATAN DISTRICT, LAMPUNG UTARA DISTRICT**

**By**

**NABILA DITA CAHYANI**

Education is an important thing in supporting the quality of Human Resources. The equalization of education in Indonesia still have problems and obstacles. In choosing a school, students usually consider the reach and comfort of the school. This study aims to support the equalization of education in Indonesia by analyzing the pattern of school distribution and analyzing the accessibility and comfort of schools based on the level of pollution and temperature in the Kotabumi Selatan sub-district. The method used in analyzing school distribution patterns is Nearest Neighbor Analyst. Meanwhile, for school affordability, the Buffer method is used and the overlay method is used to analyze school comfort. The comfort parameter are the level of air pollution and temperature. The school distribution pattern from the results of this research is random for elementary school level with a z-score value of -0.8147, a random pattern for junior high school with a z-score value of 0.8231 and a clustered pattern for high school and vocational school levels with a z-score value of - 5.3215. Based on the analysis that has been carried out, there is 1 village that is not within reach of educational facilities, including elementary, middle, high school and vocational school, namely Sinar Mas Alam Village. The area of settlements within the reach of elementary schools is 15.08 km<sup>2</sup>, junior high schools are 9.29 km<sup>2</sup>, high schools and vocational schools are 13.1 km<sup>2</sup> out of the total area of settlements in South Kotabumi District of 17.46 km<sup>2</sup>. The distribution of schools based on school comfort seen from temperature and air pollution parameters is classified as spread across 3 comfort level categories, namely low comfort level, medium comfort level and high comfort level.

**Keywords:** Affordability, Education, Distribution Pattern, Comfort Level

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : ANALISIS SPASIAL PERSEBARAN SEKOLAH  
BERDASARKAN KETERJANGKAUAN DAN  
KENYAMANAN TERMAL MENGGUNAKAN  
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI  
KECAMATAN KOTABUMI SELATAN KABUPATEN  
LAMPUNG UTARA

Nama Mahasiswa : Nabila Dita Cahyani  
NPM : 2015071050  
Program Studi : S1 Teknik Geodesi  
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas : Teknik



**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.  
NIP 197203022006041002

Pembimbing II

Anggun Tridawati, S.T., M.T.  
NIP 199501302022032016

**MENGETAHUI**

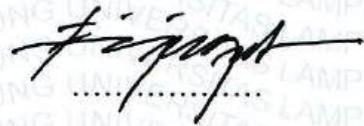
2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.  
NIP 19641012 199203 1 002

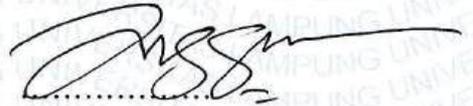
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

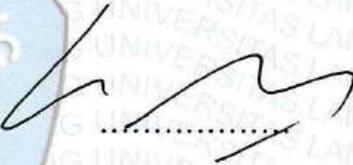
Ketua : Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.



Sekretaris : Anggun Tridawati, S.T., M.T.



Anggota : Eko Rahmadi, S.T., M.T.

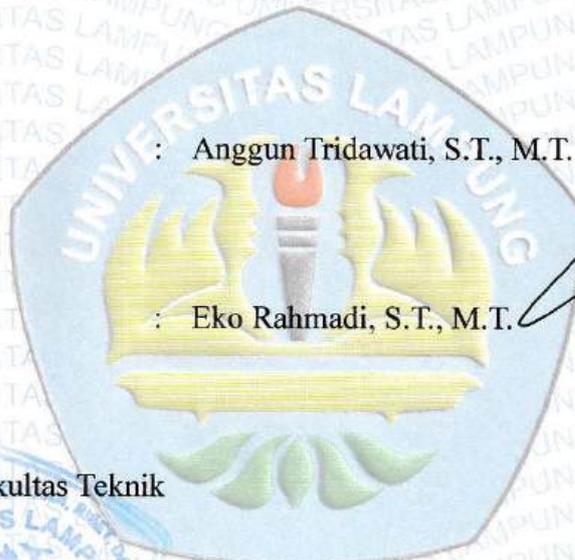


2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }  
NIP. 19750928/200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Akhir: 08 Oktober 2024



## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa skripsi berjudul “Analisis Spasial Persebaran Sekolah Berdasarkan Keterjangkauan dan Kenyamanan Termal Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kotabumi Selatan Kabupaten Lampung Utara” adalah karya penulis sendiri dan penulis tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulisan lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 9 Oktober 2024



Nabila Dita Cahyani  
NPM 2015071050

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung pada tanggal 16 Maret 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, dari bapak Syaiful Nawas dan ibu Nilawati. Penulis memiliki 2 orang kakak bernama M. Rifqi Andikasani dan Ervia Adeliani. Tempat tinggal penulis berada di Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara. Jenjang pendidikan penulis dimulai dari Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) Permata Bunda di Kotabumi, Lampung Utara dan menyelesaikannya pada tahun 2007, Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) TKIT Insan Robbani Kotabumi, Lampung Utara dan diselesaikan pada tahun 2008, Pendidikan Sekolah Dasar (SD) SDIT Insan Robbani diselesaikan pada tahun 2014, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 7 Kotabumi diselesaikan pada tahun 2017, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 3 Kotabumi diselesaikan pada tahun 2020. Serta Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2020.

Selama berkuliah dan menjadi mahasiswa Teknik Geodesi dan Geomatika, penulis aktif di organisasi kampus yaitu menjadi anggota departemen Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi (HIMAGES) FT UNILA pada tahun 2022. Selain itu, penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Bilateral yang bekerjasama dengan Universitas Bengkulu dan Institut Teknologi Sumatera (ITERA) pada bulan Juli-Agustus selama 45 hari di Kelurahan Tebat Karai, Kecamatan Tebat Karai, Kabupaten Kepahiang, Bengkulu. Penulis juga melaksanakan Kerja Praktik (KP) di BAPPEDA Provinsi Lampung selama 3 bulan (Agustus-November) dengan judul laporan KP “Pemanfaatan Sistem

Informasi Geografis dalam Bentuk Dashboard pada Pembuatan Peta Sebaran Fasilitas Pendidikan (SMA dan SMK) di Kota Bandar Lampung”. Setelah pelaksanaan Kerja Praktik, penulis melakukan penelitian skripsi pada bulan Juni 2024 yang berjudul “Analisis Spasial Persebaran Sekolah Berdasarkan Keterjangkauan dan Kenyamanan Termal Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kotabumi Selatan Kabupaten Lampung Utara”.

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmatNya yang begitu luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Tanpa nikmat kelancaran yang Allah SWT berikan mungkin penulis tidak dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada orang-rang yang sangat penulis cintai dan sayangi, yaitu Orang Tua dan Kakak-kakak Penulis yang tiada hentinya memberikan semangat, do'a serta dukungan saat proses pembuatan Skripsi ini. Do'a yang mereka panjatkan sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Ucapan terimakasih juga penulis berikan kepada para Bapak/Ibu Dosen yang sudah membimbing penulis selama masa perkuliahan hingga saat proses penelitian Skripsi ini dilakukan serta teman-teman Angkatan 2020 yang selama ini telah memberi semangat dan bantuan kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga saat penulisan Skripsi ini.

## **MOTTO**

“Maka Nikmat Tuhan yang manakah yang kamu dustakan?”

(Q.S. Ar-Rahman ayat 13)

“Allah tidak membebani hambanya melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah ayat 286)

“Apa yang ada dalam pikiran kita menentukan apa yang akan terjadi pada kita.

Jika ingin mengubah hidup, maka kita perlu sedikit mengubah pikiran kita”

(Wayne Dyer)

## SANWACANA

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT. Atas limpahan Rahmat, Hidayah dan RidhoNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Analisis Spasial Persebaran Sekolah Berdasarkan Keterjangkauan dan Kenyamanan Termal Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kotabumi Selatan Kabupaten Lampung Utara” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung. Pada proses penyusunan Skripsi ini penulis banyak mendapat dukungan, bantuan, bimbingan, doa dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika Universitas Lampung.
3. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Skripsi program studi Teknik Geodesi Universitas Lampung.
4. Ibu Rizka Mayasari, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. selaku Pembimbing Utama atas kesediannya untuk membimbing, saran dan kritik dalam proses penyelesaian Skripsi ini.
6. Ibu Anggun Tridawati, S.T., M.T. selaku Pembimbing Kedua atas kesediannya untuk membimbing, saran dan kritik dalam proses penyelesaian Skripsi ini.
7. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji pada ujian Skripsi yang telah memberikan masukan dan saran terhadap Skripsi ini.

8. Orang Tua penulis yang telah memberikan semangat, do'a dan kasih sayang yang begitu luar biasa sehingga penulis bisa menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
9. M. Rifqi Andikasani, Sesotya Ariani, Ervia Adeliani dan Rania Azkia Syabani yang telah menghibur dan memberikan semangat yang tiada hentinya bagi penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.
10. Devy Achnasya Putri, Nisrina Amanda Rizky, Shoffana Aulia Yazni, Ayesha Raqia Tarifa dan teman-teman Jurusan Teknik Geodesi Angkatan 2020 yang telah saling memberikan dukungan dan semangat dalam mengerjakan Skripsi ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang selama ini telah memberikan semangat, bantuan serta dukungan kepada penulis sejak awal masa perkuliahan sampai dengan penyelesaian penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini tentunya terdapat kesalahan maupun kekurangan. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 9 Oktober 2024

Penulis

Nabila Dita Cahyani  
NPM 2015071050

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.6. Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Landasan Konseptual .....	9
2.2.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	9
2.2.2. Pendidikan.....	10
2.2.3. Pola Sebaran .....	11
2.2.4. Analisis Tetangga Terdekat .....	11
2.2.5. Keterjangkauan atau Aksesibilitas.....	13
2.2.6. Analisis <i>Buffering</i> .....	14
2.2.7. <i>Land Surface Temperature (LST)</i> .....	15
2.2.8. Polusi Udara .....	17
2.2.9. Pembobotan <i>Rank Order Centroid (ROC)</i> .....	19
2.2.10. Sistem Informasi Geografis.....	20
2.2.11. Pemetaan.....	21
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2. Alat dan Data.....	23
3.2.1. Alat.....	23
3.2.2. Data.....	24

3.3. Diagram Alir Penelitian .....	26
3.4. Tahap Persiapan .....	27
3.4.1. Studi Literatur .....	27
3.4.2. Pengumpulan Data.....	27
3.5. Pengolahan Data .....	28
3.5.1. Pola Sebaran Sekolah .....	28
3.5.2. Keterjangkauan Sekolah .....	30
3.5.3. Tingkat Kenyamanan ( <i>Comfort Analysis</i> ) Sekolah.....	32
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>44</b>
4.1. Hasil dan Pembahasan.....	44
4.1.1. Pola Sebaran.....	44
4.1.2. Jangkauan Sekolah .....	54
4.1.3. Polusi Udara .....	67
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>82</b>
5.1. Kesimpulan .....	84
5.2. Saran.....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>89</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pola Sebaran .....	12
2. Lokasi Penelitian.....	22
3. Diagram Alir .....	26
4. Titik Sekolah pada <i>Google Earth Pro</i> .....	29
5. <i>Average Nearest Neighbor Tools</i> .....	30
6. <i>Buffer Tools</i> .....	31
7. <i>Isochrones From Layer</i> .....	32
8. <i>Script</i> untuk menampilkan konsentrasi NO <sub>2</sub> .....	33
9. Tampilan Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Wilayah Penelitian.....	33
10. <i>Script</i> untuk menampilkan konsentrasi SO <sub>2</sub> .....	34
11. Tampilan Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Wilayah Penelitian.....	34
12. <i>Script</i> untuk menampilkan konsentrasi CO.....	35
13. Tampilan Konsentrasi CO di Wilayah Penelitian .....	35
14. Band citra yang digunakan dalam pengolahan LST .....	36
15. Perhitungan TOA <i>Spectral Radiance</i> .....	37
16. Perhitungan Nilai <i>Brightness Temperature</i> .....	38
17. Perhitungan NDVI .....	39
18. NDVI.....	39
19. Perhitungan <i>Proportion of Vegetation</i> .....	40
20. Perhitungan Emisivitas.....	40
21. Perhitungan LST Band 10 .....	41
22. Perhitungan LST Band 11 .....	41
23. Hasil Pengolahan LST.....	42
24. <i>Weighted Sum</i> .....	43

25. Peta Sebaran Sekolah Dasar di Kecamatan Kotabumi Selatan .....	45
26. Hasil Analisis Pola Sebaran Titik SD.....	47
27. Peta Sebaran Sekolah Menengah Pertama di Kecamatan Kotabumi Selatan..	48
28. Hasil Analisis Pola Sebaran Titik SMP .....	49
29. Peta Sebaran SMA dan SMK di Kecamatan Kotabumi Selatan.....	50
30. Hasil Analisis Pola Sebaran Titik SMA dan SMK.....	52
31. Peta Jangkauan Sekolah Dasar di Kecamatan Kotabumi Selatan.....	55
32. Peta Jangkauan Sekolah Menengah Pertama di Kecamatan Kotabumi Selatan .....	59
33. Peta Jangkauan SMA dan SMK di Kecamatan Kotabumi Selatan .....	61
34. Peta radius Waktu Tempuh Sekolah dengan Berjalan Kaki di Kecamatan Kotabumi Selatan.....	65
35. Peta Radius Waktu Tempuh Sekolah Menggunakan Kendaraan di Kecamatan Kotabumi Selatan.....	66
36. Peta Sebaran Konsentrasi NO <sub>2</sub> di Kecamatan Kotabumi Selatan.....	68
37. Peta Sebaran Konsentrasi SO <sub>2</sub> di Kecamatan Kotabumi Selatan .....	69
38. Peta Sebaran Konsentrasi CO di Kecamatan Kotabumi Selatan .....	71
39. Peta Tingkat Polusi Udara di Kecamatan Kotabumi Selatan .....	74
40. Peta <i>Land Surface Temperature</i> (LST) di Kecamatan Kotabumi Selatan.....	76
41. Peta Tingkat Kenyamanan Sekolah Berdasarkan Polusi Udara dan Suhu di Kecamatan Kotabumi Selatan .....	78

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu.....	7
2. Kebutuhan sarana pendidikan dan pembelajaran sesuai SNI 03-1733-2004 ....	14
3. Konversi Parameter ISPU .....	18
4. Kategori angka Rentang ISPU.....	19
5. Waktu Penelitian .....	23
6. Data Penelitian.....	24
7. Pembobotan ROC Polusi Udara .....	36
8. Daftar Nama dan Lokasi Sekolah Dasar .....	45
9. Daftar Nama dan Lokasi Sekolah Menengah Pertama .....	48
10. Daftar Nama dan Lokasi SMA dan SMK.....	50
11. Jangkauan Sekolah Dasar .....	56
12. Jangkauan SMP.....	60
13. Jangkauan SMA dan SMK .....	62
14. Kebutuhan Sekolah .....	64
15. Perhitungan Kategori ISPU NO <sub>2</sub> .....	73
16. Perhitungan Kategori ISPU SO <sub>2</sub> .....	73
17. Perhitungan Kategori ISPU CO.....	73
18. Perhitungan ROC.....	77
19. Tingkat Kenyamanan Sekolah Dasar (SD).....	79
20. Tingkat Kenyamanan SMP.....	80
21. Tingkat Kenyamanan SMA dan SMK.....	81

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pendidikan merupakan suatu hal yang penting dalam menunjang kualitas Sumber Daya Manusia (SDM). Pendidikan yang maju menandakan kemajuan bangsa tersebut dan sebaliknya. Hal tersebut disebabkan pendidikan akan menentukan kualitas sumber daya manusia. Kesadaran akan pendidikan yang besar akan berpengaruh juga pada kualitas dari SDM yang ada di suatu daerah. Ketersediaan sumber daya manusia yang berkualitas di setiap daerah tidak sama. Sering kali sumber daya yang berkualitas banyak berada di daerah-daerah maju ataupun daerah yang menjadi pusat aktivitas di suatu wilayah. Sehingga sering terjadi kesenjangan layanan pendidikan disuatu daerah. Tidak semua calon siswa mempunyai kemudahan akses terhadap layanan pendidikan yang berkualitas di daerah tempat tinggalnya sehingga layanan pendidikan yang berkualitas hanya dapat dinikmati oleh kalangan di wilayah tertentu saja (Mashudi, 2019). Saat ini, masih banyak permasalahan pendidikan yang harus dihadapi. Salah satunya yaitu masalah dalam perluasan akses pendidikan.

Dalam pelaksanaannya pemerataan pendidikan di Indonesia masih mempunyai permasalahan dan kendala. Banyak perbedaan yang mempengaruhi diantaranya perbedaan sosial ekonomi masyarakat, perbedaan fasilitas pendidikan, ataupun tidak meratanya fasilitas dari suatu jenjang pendidikan. Ketersediaan sarana dan prasarana layanan pendidikan merupakan suatu hal yang penting untuk menyelesaikan permasalahan pemerataan layanan pendidikan. Sekolah adalah salah satu sarana yang digunakan dalam pemenuhan kebutuhan pendidikan.

Keberadaan sekolah harus berada pada lokasi yang sesuai terjangkau oleh kalangan masyarakat serta memiliki sebaran yang merata di suatu wilayah. Dalam hal pemerataan pendidikan berhubungan dengan jangkauan dari sarana pendidikan terhadap seluruh warga. Pemerataan pendidikan dapat dilihat dari beberapa faktor yang berbeda. Menurut studi Coleman dalam bukunya *Equality of Educational Opportunity* konsep pemerataan yaitu pemerataan aktif dan pemerataan pasif. Pemerataan pasif merupakan pemerataan yang lebih condong pada kesamaan mendapatkan kesempatan untuk mendaftar di sekolah, sedangkan pemerataan aktif berarti kesamaan dalam memberikan kesempatan pada siswa terdaftar sehingga mendapatkan hasil yang baik (Mashudi, 2019).

Pemerintah telah melakukan pemerataan Sumber Daya Manusia dalam bidang pendidikan berdasarkan kewilayahan yang disebut dengan sistem zonasi. Sistem zonasi sekolah adalah sistem yang dibuat oleh pemerintah dengan tujuan untuk mengatur zona sekolah siswa sesuai dengan domisili siswa masing-masing. Sistem zonasi PPDB sudah mulai dilakukan sejak tahun 2017 yang bertujuan untuk mendukung pemerataan kualitas pendidikan yang ada di setiap daerah. Selain itu, penyelenggaraan zonasi juga dilakukan untuk menghilangkan stigma sekolah unggulan atau sekolah favorit di suatu daerah. Sistem zonasi ini diterapkan pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah. Menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional jenis pendidikan dasar berbentuk Sekolah Dasar (SD) dan Madrasah Ibtidaiyah (MI) atau bentuk lain yang sederajat serta Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan Madrasah Tsanawiyah (MTs), atau bentuk lain yang sederajat. Sedangkan untuk pendidikan menengah terdiri dari Sekolah Menengah Atas (SMA), Madrasah Aliyah (MA), Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), dan Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK), atau bentuk lain yang sederajat.

Upaya pemerataan pendidikan melalui zonasi ini juga dilakukan di Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara. Sebagai salah satu kecamatan yang berada pada pusat kabupaten, Kecamatan Kotabumi Selatan memiliki jumlah penduduk yang tinggi sehingga pembangunan fasilitas pendidikan di wilayah

tersebut juga meningkat. Hal ini menyebabkan tingginya persebaran sekolah sehingga perlu dilakukan analisis terhadap pola sebaran sekolah yang ada di wilayah tersebut sebagai acuan dalam menentukan pembangunan fasilitas pendidikan kedepannya. Selain itu, banyak siswa yang ingin mengetahui kawasan pemukiman atau tempat tinggal mana saja yang masih termasuk dalam zona sekolah yang mereka ingin tuju serta aksesibilitas dan kenyamanan dari sekolah yang ingin mereka tuju. Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin melakukan analisis terhadap pola sebaran sekolah yang ada di kecamatan Kotabumi Selatan serta melakukan analisis kenyamanan dan keterjangkauan sekolah berdasarkan SNI 03-1733-2004 tentang tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan yang didalamnya terdapat aturan radius jangkauan fasilitas pendidikan terhadap pemukiman sesuai dengan jenjang pendidikannya. Upaya pemerataan pendidikan ini juga telah dilakukan di Tarogong Kidul, Kabupaten Garut. Dalam mendukung pemerataan kebutuhan pendidikan Ayyumi dkk., (2022) telah melakukan penelitian mengenai pola sebaran SD, SMP dan SMA serta keterjangkauannya di Tarogong Kidul, Kabupaten Garut. Penelitian dilakukan karena belum meratanya sebaran dari masing-masing sarana pendidikan di wilayah tersebut. Namun, dalam penelitian tersebut belum memiliki analisis kenyamanan (*Comfort Analysis*). Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian mengenai persebaran sekolah beserta faktor keterjangkauan dan kenyamanan dari masing-masing sekolah yang ada.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Kecamatan Kotabumi Selatan merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Lampung Utara dengan pembangunan fasilitas pendidikan yang cukup tinggi. Kecamatan Kotabumi Selatan memiliki jumlah sekolah mulai dari SD, SMP, SMA dan SMK cukup banyak dibandingkan kecamatan lain di Lampung Utara. Dengan jumlah yang banyak ini tentunya sangat berpengaruh pada persebaran dari masing-masing jenjang sekolah tersebut. Dengan jumlah sekolah yang tinggi perlu dipastikan juga sekolah-sekolah tersebut dapat menjangkau kawasan pemukiman yang ada di sekitarnya. Oleh karena itu, diperlukan analisis pola sebaran dari

masing-masing jenjang sekolah dan keterjangkauannya terhadap pemukiman yang ada di sekitar sekolah tersebut.

Dalam membantu siswa yang akan memasuki jenjang sekolah yang baru selain dibutuhkan analisis keterjangkauan dan aksesibilitas dari rumah ke sekolah tentunya juga diperlukan analisis mengenai tingkat kenyamanan dari lokasi sekolah tersebut.

Rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pola persebaran spasial sekolah di Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara?
2. Bagaimana persebaran spasial sekolah berdasarkan parameter keterjangkauan di Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara terhadap pemukiman?
3. Bagaimana persebaran spasial sekolah berdasarkan parameter kenyamanan terhadap tingkat polusi dan suhu di lokasi sekolah yang berada pada Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan diantaranya, yaitu:

1. Mengetahui pola persebaran spasial sekolah di Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara.
2. Mengetahui persebaran spasial sekolah berdasarkan parameter keterjangkauan di Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara terhadap pemukiman.
3. Mengetahui persebaran spasial sekolah berdasarkan parameter kenyamanan terhadap tingkat polusi dan suhu di lokasi sekolah yang berada pada Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan serta dapat mengimplementasikan ilmu yang telah didapat di bangku perkuliahan.

2. Bagi Masyarakat

a. Masyarakat dapat dengan mudah mengetahui lokasi sebaran fasilitas pendidikan yang ada di Kecamatan Kotabumi Selatan melalui peta pola sebaran yang dibuat dalam penelitian ini sebelum melakukan pendaftaran ke sekolah yang dituju.

b. Memudahkan masyarakat dalam mengetahui aksesibilitas atau keterjangkauan sekolah yang dituju berkaitan dengan sistem penerimaan siswa yang menggunakan sistem zonasi saat ini.

c. Membantu masyarakat dalam mengetahui sekolah mana yang memiliki tingkat kenyamanan yang baik dilihat dari faktor polusi dan suhu udara di lokasi sekolah untuk menjadi pertimbangan dalam memilih sekolah yang ingin dituju.

3. Bagi Keilmuan Teknik Geodesi

Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber informasi serta menambah ilmu di bidang Sistem Informasi Geografis terutama pada pembuatan peta pola sebaran dan aksesibilitas sekolah.

#### **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup dari penelitian ini, yaitu:

1. Daerah yang dikaji dalam penelitian ini adalah Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara.

2. Data yang digunakan yaitu data vektor SD, SMP, SMA dan SMK yang ada di Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara. Dalam parameter

kenyamanan digunakan data NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan CO (Sentinel 5p) serta Citra Landsat 8.

3. Metode yang digunakan untuk analisis keterjangkauan sekolah adalah *Buffer* kemudian untuk pola sebaran sekolah dianalisis menggunakan *Nearest Neighbor Analyst*.
4. Metode yang digunakan untuk analisis kenyamanan yaitu metode *Overlay* dari hasil polusi udara dan suhu di lokasi sekolah.
5. Pengolahan data menggunakan *software* pengolah data spasial dan QGIS 3.36.0.

## **1.6. Hipotesis**

Kecamatan Kotabumi Selatan sebagai salah satu kecamatan dengan fasilitas sekolah yang banyak tersebar di wilayah tersebut. Dengan kondisi ini, dapat diambil hipotesis bahwa:

1. Keterjangkauan sekolah terhadap pemukiman telah menjangkau seluruh kawasan permukiman di Kecamatan Kotabumi Selatan.
2. Sebagian besar sekolah memiliki tingkat kenyamanan yang tinggi dilihat dari faktor polusi dan suhu pada lokasi sekolah tersebut.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya serta dijadikan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tempat Penelitian	Metode	Objek Penelitian	Perbedaan Penelitian
Kurniawan Pujo Ristanto, Dr. Gamal Rindarjono, M.Si., dan Dr. Rita Noviani S.Si, M.Sc. (Analisis Persebaran dan Jangkauan Sekolah Menengah (SMA, MA SMK) di Kota Magelang, Jawa Tengah Tahun 2020) (Ristanto dkk., 2023)	Kota Magelang, Jawa Tengah	Analisis tetangga terdekat dan metode <i>Buffer</i>	Sebaran dan jangkauan SMA, MA, dan SMK di Kota Magelang	Perbedaan dengan penelitian ini yaitu lokasi, tujuan, objek dan data yang digunakan dalam penelitian.
I wayan Preana (Pemetaan Pola Sebaran Sekolah Dasar Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Nusa Penida) (Preana, 2020)	Kecamatan Nusa Penida	Metode <i>Plotting</i> titik koordinat dan analisis tetangga terdekat	Sebaran dan pola sebaran Sekolah Dasar di Kecamatan Nusa Penida	Perbedaan dengan penelitian ini yaitu metode, objek dan data yang digunakan dalam penelitian.
Fani Setyawan, Ayu Handayani, Brigitta Maria R, Dedy Swandry B., Glendy Somae, dan Adi	Kecamatan Cugenang Kabupaten Cianjur	Metode <i>Nearest Neighbor Analyst</i>	Sebaran sekolah dasar terdampak bencana	Perbedaan dengan penelitian ini yaitu metode dan

Wibowo (Analisis Spasial Sebaran Sekolah Dasar Terdampak Bencana Gempa di Kecamatan Cugenang Kabupaten Cianjur) (Setyawan dkk., 2023)		dan teknik <i>Proximity</i> dengan metode <i>Buffer</i>	gempa	objek yang diambil.
Syah Rizal, Permita Luana Diyah Syaibana (Analisis Keterjangkauan dan Pola Persebaran SMA/MA Negeri di Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Analisis <i>Buffering</i> dan <i>Nearest Neighbor</i> pada Aplikasi Q-GIS) (Rizal dan Syaibana, 2022)	Kabupaten Banyuwangi	Analisis <i>buffering</i> dan analisis <i>Nearest Neighbor</i>	SMA/MA Negeri di Kabupaten Banyuwangi	Perbedaan dengan penelitian ini yaitu terdapat pada objek yang diambil dalam penelitian.
Fadhia Habiba Ayyumi, Astrid Damayanti, dan Kintan Maulidina (Pola Sebaran dan Keterjangkauan SD, SMP, dan SMA di Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut) (Ayyumi dkk., 2022)	Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut	<i>Nearest Neighbor Analysis</i> dan <i>Buffer Analysis</i>	SD, SMP, dan SMA di Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut	Perbedaan pada penelitian ini yaitu pada wilayah penelitian yang diteliti.
Anjar Dimara Sakti, Muhammad Ario Eko Rahadiano, Biswajeet Pradhan, dkk. ( <i>School Location Analysis by Integrating the Accessibility, Natural and Biological Hazards to Support Equal Access to Education</i> ) (Sakti dkk., 2022)	Kabupaten Jawa Barat	<i>Hazard Analysis, Comfort Analysis,</i> dan <i>Accessibility Analysis</i>	SD, SMP, SMA, dan SMK	Perbedaan dari penelitian ini yaitu pada metode yang digunakan dalam penelitian.

Penelitian ini mempunyai perbedaan dengan penelitian yang telah disebutkan pada tabel diatas. Perbedaan tersebut meliputi tujuan, objek penelitian, metode serta data yang digunakan dalam penelitian. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Kotabumi Selatan Kabupaten Lampung Utara dengan menggunakan

metode *Buffer* dan *Plotting* titik yang dianalisis menggunakan *Nearest Neighbor Analysis*. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan *Comfort Analysis* dari lokasi sekolah berdasarkan faktor polusi udara dan suhu pada lokasi sekolah di Kecamatan Kotabumi Selatan.

## **2.2. Landasan Konseptual**

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat landasan konseptual yang dijadikan acuan dalam penelitian. Landasan konseptual yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut.

### **2.2.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Provinsi Lampung mempunyai 13 Kabupaten dan 2 Kota. Salah satu Kabupaten yang memiliki luas wilayah yang besar adalah Kabupaten Lampung Utara. Kabupaten Lampung Utara terdiri dari 232 desa, 15 kelurahan dan 23 kecamatan. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung jumlah penduduk di Kabupaten Lampung Utara pada tahun 2022 mencapai 635.129 jiwa.

Kabupaten Lampung Utara memiliki 23 kecamatan yaitu Blambangan Pagar, Bukit Kemuning, Abung Selatan, Abung Pekurun, Abung Semuli, Kotabumi Utara, Abung Surakarta, Abung Tengah, Abung Timur, Abung Tinggi, Muara Sungkai, Sungkai Barat, Hulu Sungkai, Kotabumi, Kotabumi Selatan, Abung Barat, Bunga Mayang, Abung Kunang, Sungkai Jaya, Sungkai Selatan, Sungkai Tengah, Sungkai Utara, dan Tanjung Raja.

Kecamatan Kotabumi Selatan berada di bagian selatan Kabupaten Lampung Utara. Kecamatan Kotabumi Selatan berbatasan dengan 4 kecamatan lainnya yaitu Kecamatan Kotabumi, Kecamatan Abung Kunang, Kecamatan Abung Selatan dan Kecamatan Abung Pekurun. Kecamatan Kotabumi Selatan memiliki 14 kelurahan/desa yang terdiri dari 5 Kelurahan dan 9 desa diantaranya ,yaitu Kelurahan Tanjung Harapan, Kelurahan Kota Alam , Kelurahan Kelapa Tujuh,

Kelurahan Tanjung Senang, Kelurahan Tanjung Aman, Desa Alam Jaya, Desa Mulang Maya, Desa Taman Jaya, Desa Karang Agung, Desa Curup Guruh Kagungan, Desa Sinar Mas Alam, Desa Bandar Putih, Desa Way Melan dan Desa Jerangkang.

### **2.2.2. Pendidikan**

Pendidikan adalah pengembangan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik mengembangkan dan mewujudkan potensi dirinya untuk berkembang secara aktif dalam bidang agama, pengendalian diri, budi pekerti, kecerdasan, akhlak yang tinggi, dan kemampuan-kemampuan yang diperlukan bagi dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional, 2003). Fasilitas pendidikan yaitu segala sesuatu yang mendukung proses belajar mengajar di lembaga pendidikan. Fasilitas pendidikan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan pemenuhan mental, spiritual, dan sosial melalui penciptaan suasana dan proses pembelajaran yang menarik siswa untuk aktif dalam pengembangan potensi diri secara maksimal.

Dalam Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 378/KPTS/1987 terdapat empat jenis dari fasilitas pendidikan diantaranya, yaitu Taman Kanak-Kanak, Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, dan Sekolah Menengah Umum. Taman Kanak-Kanak merupakan fasilitas pendidikan bagi anak usia 5-6 tahun, Sekolah Dasar (usia 6-12 tahun), Sekolah Menengah Pertama (melayani anak-anak lulusan Sekolah Dasar), dan Sekolah Menengah Umum (melayani anak-anak lulusan SMP).

Berdasarkan Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional Nomor 20 tahun 2003 pasal 14 terdapat tiga jenjang pendidikan formal diantaranya pendidikan dasar, menengah, dan pendidikan tinggi. Pada pasal 17 dijelaskan mengenai pendidikan dasar adalah jenjang pendidikan yang melandasi pendidikan menengah. Pendidikan dasar terdiri dari Sekolah Dasar (SD) dan Madrasah Ibtidaiyah (MI)

serta Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan Madrasah Tsanawiyah (MTs), atau yang sederajat. Berdasarkan pasal 18 pendidikan menengah terdiri dari SMA, MA, SMK, dan MAK sederajat.

### **2.2.3. Pola Sebaran**

Pola persebaran adalah cara di mana suatu fenomena atau objek tersebar atau didistribusikan di suatu wilayah atau area tertentu. Ini mencakup pengamatan dan analisis tentang bagaimana fenomena atau objek tertentu tersebar dalam ruang, apakah itu dalam bentuk pola yang teratur, acak, atau berkelompok. Pola persebaran ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti geografi, iklim, budaya, ekonomi, dan interaksi manusia.

Menurut Petter Hagget, pola permukiman dibedakan menjadi tiga yakni seragam (*Uniform*) yaitu memiliki jarak antar titik yang relatif sama, acak (*Random*) di mana memiliki jarak titik yang tidak beraturan, dan mengelompok (*Clustered*), yaitu jarak titik yang mengelompok dan cenderung berdekatan. Pola sebaran acak (*Random*), seragam (*Dispersed/Uniform*), serta mengelompok (*Clustered*) dapat ditentukan dalam nilai yang berbentuk angka. Untuk menentukan nilai tersebut terdapat metode yang dapat digunakan untuk menentukan nilai dari pola sebaran tidak hanya dari segi waktu saja tetapi juga dalam segi ruang (*Space*) (Salsabila, 2023).

### **2.2.4. Analisis Tetangga Terdekat**

Analisis tetangga terdekat (*Nearest Neighbor Analysis*) adalah sebuah metode statistik yang digunakan dalam mengidentifikasi pola persebaran spasial dari suatu fenomena atau objek dalam suatu wilayah.

Nilai T atau indeks penyebaran tetangga terdekat didapatkan menggunakan rumus dibawah ini.

$$T = \frac{Ju}{Jh} \dots\dots\dots (1)$$

$$Ju = \frac{\text{Jumlah Jarak}}{\text{Jumlah titik}}$$

$$Jh = \frac{1}{2\sqrt{P}} \dots\dots\dots (2)$$

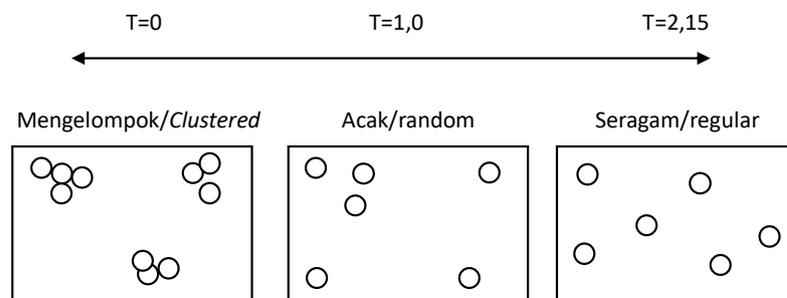
$$P = \frac{\text{Jumlah Titik}}{\text{Luas Wilayah}}$$

- T = Indeks Penyebaran tetangga terdekat
- Ju = Jarak rata-rata yang diukur antara suatu titik dengan tetangga terdekat.
- Jh = Jarak rata-rata yang diperoleh andaikata semua titik mempunyai pola random
- P = Kepadatan titik dalam tiap km<sup>2</sup> yaitu jumlah titik (N) dibagi luas wilayah (A)

Dalam hal ini, analisis tetangga terdekat juga bisa dilakukan dengan menggunakan *tools Average Nearest Neighbor* pada *software* pengolah data spasial. Kriteria nilai T ditentukan besarnya dengan menggunakan kriteria pada yaitu:

- a. Jika nilai T < 1 maka termasuk pola sebaran *Cluster Pattern*
- b. Jika nilai T = 1 maka termasuk pola sebaran *Random Pattern*
- c. Jika nilai T > 1 maka termasuk pola sebaran *Dispersed Pattern*

Berikut visual dari pola persebaran menggunakan kriteria pada *software* pengolah data spasial pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Sebaran (Pujayanti dkk., 2014)

Analisis tetangga terdekat melibatkan identifikasi lokasi dan jarak antar titik lokasi serta luas wilayah rumus yang dipakai dalam NNA (*Nearest Neighbor Analyst*). Analisis *Nearest Neighbor* dapat dilakukan dengan *tools* dari aplikasi *ArcGIS* yaitu *Average Nearest Neighbor Tools* (Tri dkk., 2023).

### **2.2.5. Keterjangkauan atau Aksesibilitas**

Kata aksesibilitas adalah kata serapan dari bahasa Inggris yaitu *Accessibility* yang berarti tingkat kemudahan atau keterjangkauan dalam mencapai suatu hal. Dalam geografi, terdapat konsep esensial geografi. Konsep Geografi atau Konsep Esensial Geografi merupakan rancangan atau gambaran dari objek, proses, atau apa pun yang berkaitan dengan ilmu geografi. Banyak para ahli yang memberikan konsep-konsep tentang geografi, sehingga perlu dibangun konsep-konsep dasar bagi perkembangan geografi di Indonesia. Oleh karena itu, diadakan seminar dan lokakarya bagi para ahli geografi pada tahun 1998, yang menghasilkan kesepakatan mengenai sepuluh konsep penting dalam geografi, yaitu 1) konsep lokasi, 2) konsep jarak, 3) konsep keterjangkauan, 4) konsep pola, 5) konsep morfologi, 6) konsep aglomerasi, 7) konsep nilai kegunaan, 8) konsep interaksi dan interdependensi, 9) konsep diferensiasi area, 10) konsep keterkaitan keruangan. Dalam hal ini, aksesibilitas termasuk ke dalam konsep keterjangkauan, di mana keterjangkauan adalah tingkat kemudahan suatu lokasi diakses. Ukuran keterjangkauan atau aksesibilitas meliputi kemudahan dalam usaha perjalanan menuju tempat yang akan dituju, biaya yang dibutuhkan, waktu tempuh, dan keamanan selama perjalanan (Salsabila, 2023).

Akses pendidikan mengacu pada kemampuan individu untuk memperoleh pendidikan yang sesuai dengan kebutuhan mereka tanpa adanya hambatan untuk menggunakan kesempatannya memasuki suatu program pendidikan, salah satunya aksesibilitas menuju sekolah. Berdasarkan SNI 03-1733-2004 jangkauan fasilitas pendidikan yang sesuai dengan standar seperti yang dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Kebutuhan sarana pendidikan dan pembelajaran sesuai SNI 03-1733-2004

No.	Jenis Sarana	Jumlah Penduduk Pendukung (Jiwa)	Kebutuhan Per Satuan sarana		Standard (m <sup>2</sup> /jiwa)	Kriteria		Keterangan
			Luas Lantai Min. (m <sup>2</sup> )	Luas Lahan Min. (m <sup>2</sup> )		Radius Pencapaian	Lokasi dan penyelesaian	
1.	Taman Kanak-kanak	1.250	216 termasuk rumah penjaga 36 m <sup>2</sup>	500	0,28 m <sup>2</sup> /j	500 m <sup>2</sup>	Ditengah kelompok warga. Tidak menyebrang jalan raya. Bergabung dengan taman sehingga terjadi pengelompokan kegiatan.	2 rombongan prabelajar @60 murid dapat Bersatu dengan sarana lain
2.	Sekolah Dasar	1.600	633	2.000	1,25	1.000 m <sup>2</sup>		Kebutuhan harus
3.	SLTP	4.800	2.282	9.000	1,88	1.000 m <sup>2</sup>		berdasarkan
4.	SMU	4.800	3.835	12.500	2,6	3.000 m <sup>2</sup>	Dapat dijangkau dengan kendaraan umum. Disatukan dengan lapangan olahraga. Tidak selalu harus dipusat lingkungan.	perhitungan dengan rumus 2, 3, dan 4. Dapat digabung dengan sarana pendidikan lain, mis. SD, SMP, SMA dalam satu kompleks
5.	Taman Bacaan	2.500	72	150	0,09	1.000 m <sup>2</sup>	Di tengah kelompok warga tidak menyeberang jalan lingkungan.	

### 2.2.6. Analisis Buffering

Analisis *Buffering* merupakan teknik analisis dalam sistem informasi geografis yang memindai dan mencatat keadaan lingkungan dengan mengevaluasi fitur geografis. Dalam proses ini diperoleh berbagai informasi geografis yang dapat digunakan dalam mengevaluasi atau memilih objek berdasarkan lokasi baik di dalam atau di luar jangkauan *Buffer* tersebut (Tri dkk., 2023).

*Buffer* adalah bentuk zona dari sebuah objek yang mengarah keluar baik objek tersebut berupa titik, garis ataupun area (*polygon*). Dari pembuatan *buffer* akan membentuk wilayah cakupan dari objek spasial tersebut dalam cakupan jarak

tertentu. Zona yang terbentuk akan berguna dalam proses identifikasi mengenai objek spasial yang berdekatan.

Daerah *buffer* yang dihasilkan biasanya memperlihatkan kondisi mengenai jangkauan layanan atau cakupan dari titik tersebut. Sedangkan untuk *buffer* yang diperoleh dari pengolahan *polygon* dan *line* (garis) lebih mendeskripsikan pada dampak dari suatu hal yang terdapat dalam unsur peta. Pada bentuk *polygon* terdapat 2 macam *buffer* yaitu yang mengarah ke dalam atau yang biasa disebut *set-backs* dan ke luar. *Buffer* dengan mengarah ke dalam digunakan sebagai representasi dari keadaan poligon yang berpengaruh terhadap suatu regulasi. (Aqli, 2010)

#### **2.2.7. Land Surface Temperature (LST)**

*Land Surface Temperature* mengacu pada suhu permukaan bumi yang diukur dari satelit atau sensor yang dipasang di pesawat. Ini secara khusus menunjukkan suhu permukaan padat bumi, termasuk permukaan alami seperti tanah dan tumbuh-tumbuhan, serta permukaan buatan manusia seperti jalan dan bangunan. LST merupakan suatu hal yang penting dalam perubahan iklim yang berpengaruh pada lingkungan sekitar yang diukur pada permukaan bumi. LST adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk melakukan pemetaan dan penentuan dari sebaran suhu permukaan disuatu daerah ataupun dalam suatu tutupan lahan (Pramitha dkk., 2023).

Terdapat beberapa kegunaan dari LST diantaranya, yaitu (Ambarwati, 2021):

- a) Bermanfaat dalam pemetaan *Geothermal*.
- b) Dipakai dalam menentukan emisi gas rumah kaca dalam tutupan lahan tertentu.
- c) Digunakan dalam menentukan *Urban Heat Island* dalam menganalisis daerah perencanaan perkotaan (*Urban Planning*).
- d) Digunakan dalam mengetahui tingkat kelembaban tanah (*Soil Moisture*) yang dimanfaatkan pada bidang pertanian dan lainnya.

Dalam pembuatan peta LST diperlukan perhitungan koreksi dari *Top of Atmosphere* (TOA) dengan rumus seperti dibawah ini (Mardiati dkk., 2022).

$$L\lambda = ML * Qcal + AL \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

ML = *Radiance Multiplicative Band*

AL = *Radiance Add Band*

Lλ = *TOA Spectral Radiance* (Watts/ (m<sup>2</sup>.sr.μm))

Qcal = *Digital Number* (DN)

Untuk melakukan konversi nilai *Spectral Radiance* ke nilai *Brightness Temperature* dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$BT = \frac{k2}{\ln\left(\frac{k1}{L\lambda} + 1\right)} - 273,15 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

BT = *Top of Atmosphere Brightness temperature* (°C)

K1 = *K1 Constant Band*

Lλ = *TOA Spectral Radiance* (Watts/ (m<sup>2</sup>.sr.μm))

K2 = *K2 Constant Band*

Perhitungan *Land Surface Emissivity* dan *Land Surface Temperature*

$$PV = \left[ \frac{(NDVI - NDVI \min)}{(NDVI \max - NDVI \min)} \right]^2 \dots \dots \dots (5)$$

$$E = 0,004 * PV + 0,986$$

$$LST = \frac{BT}{1+W\left(\frac{BT}{14.388}\right)\ln e} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- NDVI = Nilai DN dari Citra NDVI  
 NDVI min = Nilai DN minimum dari citra NDVI  
 NDVI max = Nilai DN maximum dari citra NDVI  
 PV = *Proportion of Vegetation*  
 E = Emisivitas Permukaan Tanah  
 BT = *Top of Atmosphere Brightness temperature* (°C)  
 W = Panjang gelombang pada radiasi yang teremisi

### 2.2.8. Polusi Udara

Analisis kenyamanan meliputi analisis pencemaran udara, tingkat kebisingan, dan suhu. Data polutan udara umumnya berasal dari Sentinel-5P dan mencakup CO, NO<sub>2</sub>, dan SO<sub>2</sub> (Sakti dkk., 2022). Polusi CO merujuk pada keberadaan karbon monoksida (CO) dalam atmosfer. Beberapa sumber utama emisi karbon monoksida meliputi kendaraan bermotor, industri, pembakaran biomassa (seperti pembakaran kayu untuk memasak atau pemanas ruangan), dan kebakaran hutan. Polusi SO<sub>2</sub> merujuk pada keberadaan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dalam atmosfer. SO<sub>2</sub> merupakan gas beracun yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar fosil yang terdapat kandungan belerang, seperti batu bara dan minyak bumi, serta aktivitas industri seperti peleburan logam, pembangkit listrik tenaga batubara, dan pengolahan bijih logam.

Polusi NO<sub>2</sub> merujuk pada keberadaan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dalam atmosfer. NO<sub>2</sub> adalah gas yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, asap kendaraan bermotor, pembangkit listrik, dan industri. Ketiga gas ini sangat berbahaya bagi kesehatan terutama pernapasan. Gas ini dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan, memperburuk kondisi seperti asma, dan dapat berisiko pada infeksi pernapasan. Pemaparan jangka panjang dapat mengakibatkan gangguan

pernapasan kronis dan penurunan fungsi paru-paru. Oleh karena itu, diperlukan pertimbangan dalam memilih lokasi tempat tinggal atau beraktivitas dalam upaya menghindari risiko dari polusi udara yang berbahaya.

Terdapat Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang mendeskripsikan kondisi mutu udara di lokasi tertentu. Adapun konversi parameter ISPU seperti tabel dibawah ini. (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara, 2020).

Tabel 3. Konversi Parameter ISPU

ISPU	24 Jam partikulat (PM10) µg/m <sup>3</sup>	24 Jam partikulat (PM2.5) µg/m <sup>3</sup>	24 Jam sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	24 Jam karbon monoksida (CO) µg/m <sup>3</sup>	24 Jam ozon (o <sup>3</sup> ) µg/m <sup>3</sup>	24 Jam nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	24 Jam Hidrokarb on (HC) µg/m <sup>3</sup>
0 – 50	50	15,5	52	4.000	120	80	45
51-100	150	55,4	180	8.000	235	200	100
101 – 200	350	150,4	400	15.000	400	1.130	215
201 - 300	420	250,4	800	30.000	800	2.260	432
>300	500	500	1.200	45.000	1.000	3.000	648

Dalam menghitung nilai ISPU menggunakan rumus dibawah ini.

$$I = \frac{(Ia - Ib)}{(Xa - Xb)} (Xx - Xb) + Ib \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

Ia = ISPU batas atas

Ib = ISPU batas bawah

I = ISPU terhitung

Xa = Konsentrasi ambien batas atas

Xb = Konsentrasi ambien batas bawah

Xx = konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran

Tabel 4. Kategori angka Rentang ISPU

Kategori	Status Warna	Angka Rentang
Baik	Hijau	1-50
Sedang	Biru	51-100
Tidak Sehat	Kuning	101-200
Sangat Tidak Sehat	Merah	201-300
Berbahaya	Hitam	$\geq 301$

(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara, 2020)

### 2.2.9. Pembobotan *Rank Order Centroid* (ROC)

Metode Pembobotan *Rank Order Centroid* (ROC) adalah salah satu metode yang sederhana dibandingkan dengan metode pembobotan lainnya. *Entropy* pada metode ROC tidak terlalu sulit dibandingkan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Metode ROC memiliki kemudahan dalam mendapatkan bobot dari masing-masing kriteria yang diperoleh (Lestari, 2019).

Pembobotan ROC digunakan dalam pemodelan klasifikasi untuk mengatasi masalah kelas dengan memberikan bobot pada masing-masing kelas kriteria. ROC sering digunakan dalam menggabungkan prinsip-prinsip peringkat dengan *centroid* (pusat) dari data dalam menentukan bobot. Setiap kelas atau kriteria diberikan peringkat berdasarkan kepentingannya yang biasanya dibentuk dengan “Kriteria 1 lebih penting daripada kriteria 2, yang lebih penting 3”. Selain itu, dalam pemilihan prioritas terdapat aturan dengan nilai tertinggi adalah nilai yang paling penting dibandingkan nilai lainnya kemudian penentuan bobot untuk masing-masing kriteria yang ditentukan berdasarkan hasil dari nilai perhitungan ROC. Adapun rumus ROC sebagai berikut.

$$Cr1 \geq Cr2 \geq Cr3 \geq Cr4 \geq \dots \geq Crn \dots \dots \dots (8)$$

$$W1 \geq W2 \geq W3 \geq W4 \geq \dots \geq Wn \dots \dots \dots (9)$$

Kemudian, apabila  $k$  adalah banyaknya kriteria, maka

$$W1 = \frac{(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k})}{K} \dots\dots\dots(10)$$

$$W2 = \frac{(0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k})}{K} \dots\dots\dots(11)$$

$$W3 = \frac{(0 + 0 + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k})}{K} \dots\dots\dots(12)$$

$$WK = \frac{(0 + \dots + 0 + \frac{1}{k})}{K} \dots\dots\dots(13)$$

Pembobotan ROC dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Wj = \left(\frac{1}{K}\right) \sum_{i=j}^k \left(1 + \frac{1}{i}\right) \dots\dots\dots(14)$$

### 2.2.10. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi yang dimanfaatkan untuk memproses data spasial yang bergeoreferensi (berupa fakta, detail, dan lainnya) kemudian disimpan pada suatu basis data dan yang sesuai dengan kondisi aslinya (Masykur, 2014). Pada umumnya SIG terintegrasi pada 5 komponen diantaranya sebagai berikut.

a. *Data*

Data adalah suatu hal yang sangat penting dalam SIG. Pada umumnya secara fundamental data yang bekerja pada SIG yaitu data vektor dan data raster.

b. *Software*

*Software* yang digunakan pada SIG merupakan *software* yang dapat menyimpan data, analisis dan menampilkan informasi geografis sehingga diperlukan *tools* yang mendukung.

c. *Hardware*

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam SIG harus memadai dan memiliki spesifikasi yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena data yang

digunakan memiliki kapasitas penyimpanan yang tinggi baik pada data vektor maupun raster.

d. *User*

SIG tidak dapat dijalankan atau dikerjakan tanpa adanya pengguna (manusia). Pada proses pelaksanaannya SIG sangat membutuhkan pengguna atau manusia dalam melakukan spesialis teknis mulai dari proses desain hingga pemeliharaan sistem hingga ke tangan pengguna.

e. *Metode*

Keberhasilan dalam sistem informasi geografis sangat berkaitan dengan proses perencanaan pekerjaan. Metode yang dipakai dalam SIG disesuaikan dengan masalah yang ada serta aspek lainnya.

### **2.2.11. Pemetaan**

Pemetaan merupakan suatu ilmu yang mendalami hal yang berkaitan dengan kenampakan bumi yang dilakukan menggunakan suatu alat dengan memperoleh hasil yang akurat (Wiwik Ambarwati dkk., 2016). Pemetaan juga dapat diartikan sebagai kegiatan mengelompokkan suatu gabungan wilayah yang berhubungan dengan letak geografis suatu wilayah yang terdiri dari dataran tinggi, sumber daya serta potensi penduduk yang memiliki ciri khusus dalam menggunakan skala yang sesuai serta berhubungan dengan sosial kultural (Mudhari, 2018). Dapat dikatakan pemetaan adalah suatu proses yang dilakukan untuk mendeskripsikan suatu wilayah dengan menggunakan beberapa data terkait wilayah tersebut yang nantinya akan dijadikan sebuah peta. Pemetaan memiliki berbagai jenis salah satunya yaitu pemetaan tematik. Pemetaan ini adalah suatu proses pembuatan peta dengan berbagai tema yang berbeda contohnya peta sebaran Kesehatan, peta sebaran pendidikan, peta kontur, peta mitigasi bencana dan peta lainnya yang memiliki tema tertentu.



kesesuaiannya apakah telah sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Kecamatan Kotabumi Selatan juga merupakan salah satu pusat di Lampung Utara dimana terdapat banyak sekolah favorit yang diminati oleh siswa yang akan masuk ke jenjang sekolah berikutnya sehingga sangat diperlukan analisis jangkauan dan analisis kenyamanan dari masing-masing sekolah yang dapat dimanfaatkan siswa dalam menganalisis sekolah yang sesuai untuk menjadi sekolah yang akan dituju oleh para siswa.

Waktu pelaksanaan penelitian memiliki durasi kurang lebih 3 bulan. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Waktu Penelitian

Kegiatan Penelitian	Waktu Penelitian											
	Mei		Juni				Juli			Agustus		
	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Studi Pustaka												
Pengumpulan Data												
Pengolahan Data												

### 3.2. Alat dan Data

Adapun beberapa alat dan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, yaitu:

1. Laptop Asus A416JP-EK5122TS
2. Mouse Logitech M170

3. *Google Earth Pro*
4. *Google Maps*
5. *Google Earth Engine*
6. Perangkat lunak pengolah data spasial
7. Perangkat lunak QGIS 3.36.0

### 3.2.2. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, yaitu:

Tabel 6. Data Penelitian

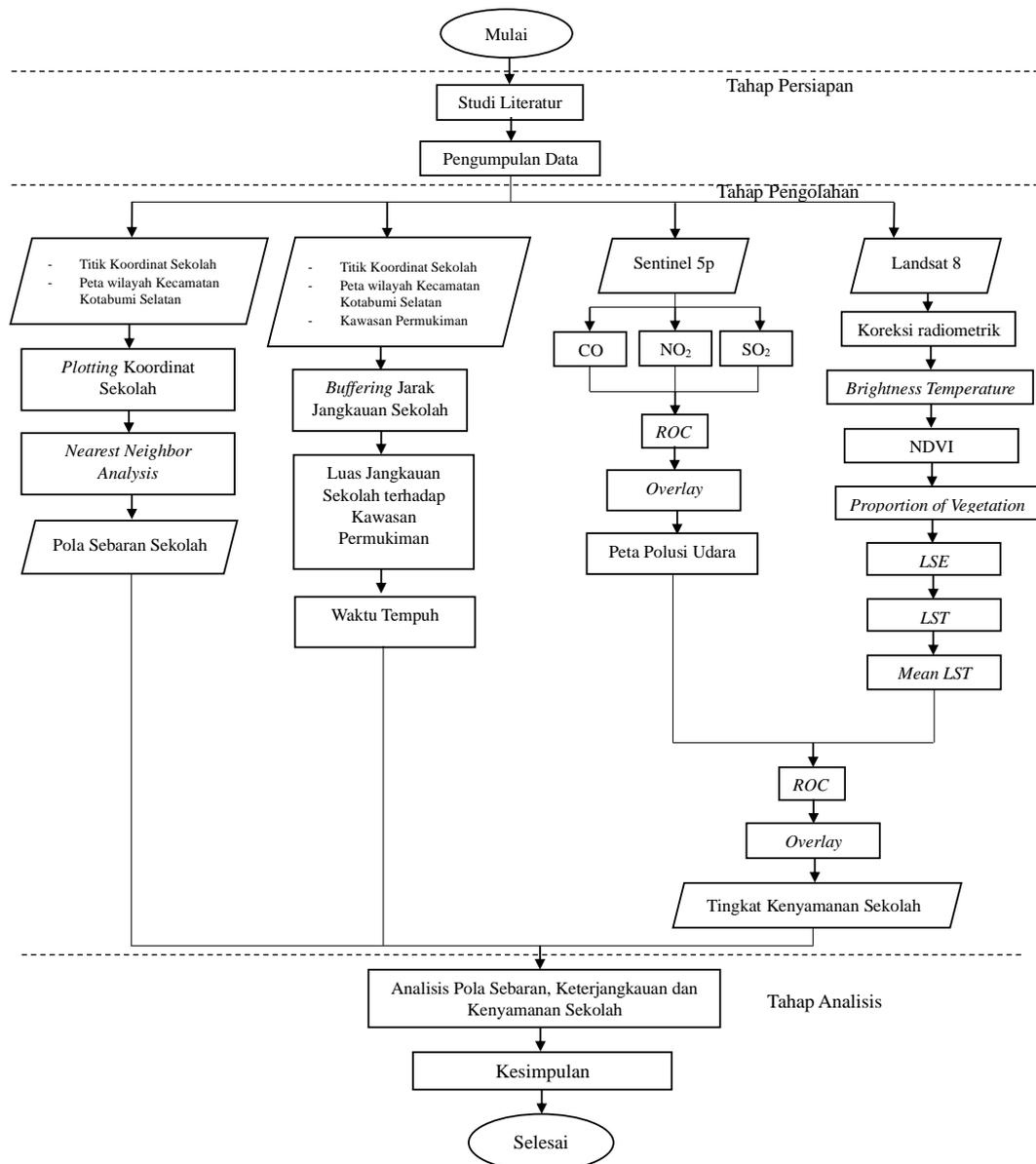
No	Data	Jenis Data	Tipe Data	Sumber
1.	Data Koordinat titik sekolah SD, SMP, SMA, dan SMK di Kecamatan Kotabumi Selatan	Data Primer	Vektor	Bappeda Provinsi Lampung, Survei Lapangan dan <i>Google Earth Pro</i>
2.	Data Kawasan Permukiman	Data Sekunder	Vektor	Bappeda Provinsi Lampung
3.	Data nama dan alamat SD, SMP, SMA dan SMK di Kecamatan Kotabumi Selatan	Data Sekunder	Tabular	Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Lampung Utara dan <i>website</i> <a href="https://dapo.kemdikbud.go.id/">https://dapo.kemdikbud.go.id/</a>
4.	Peta wilayah administrasi Kecamatan Kotabumi Selatan	Data Sekunder	Vektor	Indonesia Geospasial
5.	Data konsentrasi SO <sub>2</sub> (Sulfur Dioksida)	Data Sekunder	Raster	Sentinel 5P <a href="https://code.earthengine.google.com/">https://code.earthengine.google.com/</a>

(Lanjutan) Tabel 6. Data Penelitian

No	Data	Jenis Data	Tipe Data	Sumber
6.	Data konsentrasi NO <sub>2</sub> (Nitrogen Dioksida)	Data Sekunder	Raster	Sentinel 5P <a href="https://code.earthengine.google.com/">https://code.earthengine.google.com/</a>
7.	Data konsentrasi CO (Karbon Monoksida)	Data Sekunder	Raster	Sentinel 5P <a href="https://code.earthengine.google.com/">https://code.earthengine.google.com/</a>
8.	Citra Landsat-8 Tahun 2024	Data Sekunder	Raster	USGS <i>Earth Explorer</i> <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>

### 3.3. Diagram Alir Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan studi literatur, pengumpulan data, proses pengolahan data, analisis, dan kesimpulan dari hasil akhir penelitian. Adapun diagram alir dalam penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram Alir

### **3.4. Tahap Persiapan**

Tahap persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi literatur dan pengumpulan data. Adapun tahap persiapan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

#### **3.4.1. Studi Literatur**

Dalam penelitian ini menggunakan sumber informasi yang berasal dari berbagai sumber, seperti penelitian terdahulu, buku, *website*, jurnal dan sumber lainnya. Informasi yang diambil tersebut digunakan dalam referensi penulisan skripsi baik dalam penulisan latar belakang, tinjauan pustaka maupun metodologi dalam penelitian.

#### **3.4.2. Pengumpulan Data**

Dalam proses pengumpulan data ini terdapat dua jenis data yang dibutuhkan, yaitu data primer dan data sekunder. Data tersebut diperoleh dari instansi terkait maupun sumber-sumber lainnya.

##### **a. Data Primer**

Data primer yang digunakan adalah data koordinat sebaran fasilitas pendidikan (SD, SMP, SMA dan SMK) yang ada di Kecamatan Kotabumi Selatan Kabupaten Lampung Utara. Data koordinat SD dan SMP diperoleh melalui *Google Maps*, *Google Earth Pro* dan survei lapangan sedangkan data koordinat SMA dan SMK diperoleh dari instansi Bappeda Provinsi Lampung.

##### **b. Data Sekunder**

Dalam pengolahan analisis *Nearest Neighbor* dan analisis jangkauan sekolah diperlukan beberapa data sekunder diantaranya, yaitu data kawasan permukiman yang bersumber dari Bappeda Provinsi Lampung, data nama dan alamat sekolah di Kecamatan Kotabumi Selatan yang bersumber dari Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Lampung Utara dan *website*

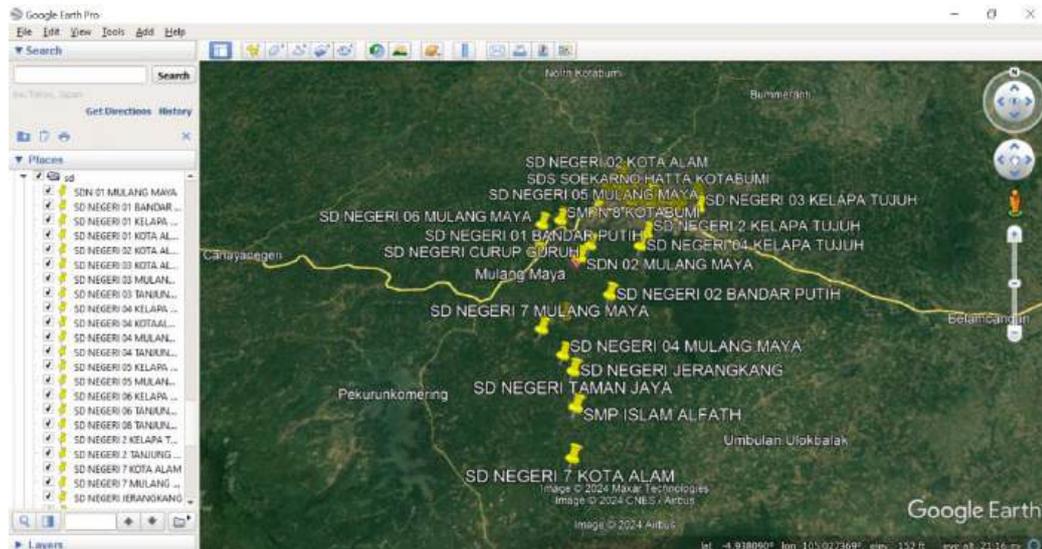
<https://dapo.kemdikbud.go.id/>, peta wilayah administrasi Kecamatan Kotabumi Selatan serta data jalan. Sedangkan dalam pengolahan *Comfort Analysis* juga menggunakan beberapa data sekunder diantaranya, yaitu data konsentrasi NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan CO (bersumber dari Sentinel 5p yang diperoleh melalui *Platform Google Earth Engine*) serta data Citra Landsat 8 wilayah Kecamatan Kotabumi Selatan (Bersumber dari *USGS Earth Explorer*).

### **3.5. Pengolahan Data**

Dalam pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya sebagai berikut.

#### **3.5.1. Pola Sebaran Sekolah**

Pada pengolahan pola sebaran sekolah SD, SMP, SMA dan SMK di Kecamatan Kotabumi Selatan diawali dengan melakukan pengumpulan data koordinat sekolah. Data koordinat Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP) diperoleh dari *Google Maps*, *Google Earth Pro* dan terdapat beberapa koordinat sekolah yang diperoleh dari survei langsung di lapangan sedangkan data koordinat Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) diperoleh melalui data Bappeda Provinsi Lampung. Dalam proses pengumpulan data koordinat sekolah melalui *Google Earth Pro* dilakukan dengan melakukan pencarian masing-masing nama sekolah kemudian menambahkan tanda letak (*Add Placemark*) pada titik sekolah yang dicari. *Placemark* yang telah dibuat kemudian diberi nama sesuai dengan nama sekolah tersebut kemudian dilakukan penyimpanan dengan format .kmz.

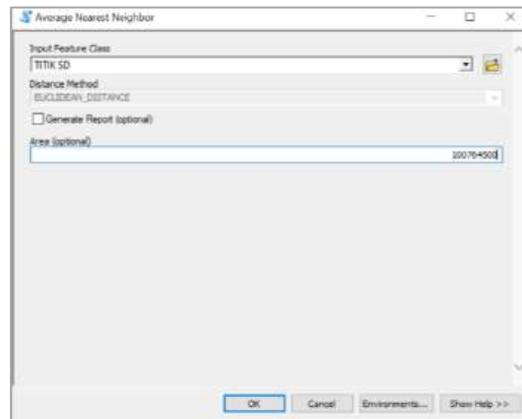


Gambar 4. Titik Sekolah pada *Google Earth Pro*

Data koordinat yang telah diperoleh kemudian dimasukkan (*Plotting*) pada perangkat lunak pengolah data spasial. Data koordinat sekolah yang masih berupa format .kmz diubah menjadi format .shp untuk dilakukan pengolahan. Pengolahan pola sebaran dilakukan dengan menggunakan titik sekolah yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan analisis *Nearest Neighbor* (Analisis Tetangga Terdekat) dengan menggunakan *tools Average Nearest Neighbor* pada perangkat lunak pengolah data spasial. *Nearest Neighbor Analysis* adalah analisis yang digunakan dalam menjelaskan bagaimana pola persebaran dari titik-titik lokasi suatu tempat yang mempertimbangkan jumlah titik lokasi, jarak dan luas wilayahnya.

Analisis dilakukan dengan memasukkan data titik sekolah per jenjang pendidikan serta memasukkan luas area dari wilayah administrasi Kecamatan Kotabumi Selatan. Hasil analisis *Average Nearest Neighbor* akan muncul pada bagian *Result* berupa grafik beserta nilai dari hasil analisis. Nilai indeks tersebut adalah hasil dari rasio antara rata-rata jarak yang diukur antar tiap titik sampel tetangga terdekat dan hasil bagi antara luas wilayah dengan jumlah titik sampelnya. Nilai indeks penyebaran tetangga terdekat kemudian diklasifikasikan menjadi pola mengelompok, acak dan seragam sesuai dengan nilai yang diperoleh dalam hasil analisis pada *tools Average Nearest Neighbor*. Data titik dari masing-masing

jenjang sekolah di *layout* sesuai dengan ketentuan dan kaidah kartografi yang baik dan benar.



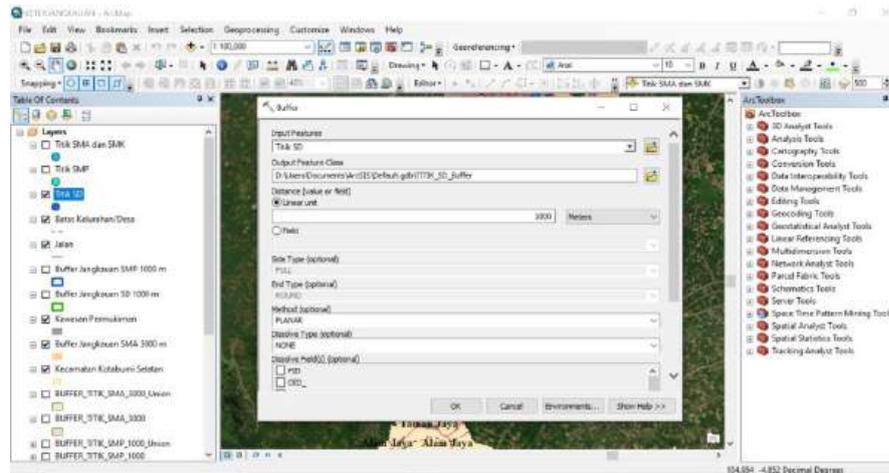
Gambar 5. *Average Nearest Neighbor Tools*

### 3.5.2. Keterjangkauan Sekolah

Keterjangkauan sekolah dalam penelitian ini dilihat dari jangkauan *Buffer* dengan jarak yang menggunakan aturan SNI 03-1733-2004 untuk radius jangkauan jaraknya serta menggunakan jangkauan waktu tempuh dari masing-masing sekolah berdasarkan radius waktu dengan menggunakan *Isochrones*.

#### 3.5.2.1. Buffering Jarak Jangkauan Sekolah

Pengolahan *buffering* jangkauan sekolah dilakukan berdasarkan aturan jangkauan dalam SNI 03-1733-2004 tentang tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan. Dalam SNI 03-1733-2004 disebutkan bahwa jarak jangkauan Sekolah Dasar (SD) sejauh 1.000 m, SLTP sejauh 1.000 m, dan SLTA sejauh 3.000 m. Pengolahan *buffering* dalam penelitian ini dilakukan pada perangkat lunak pengolah data spasial dengan menggunakan *tools Buffer* pada bagian *Geoprocessing*.



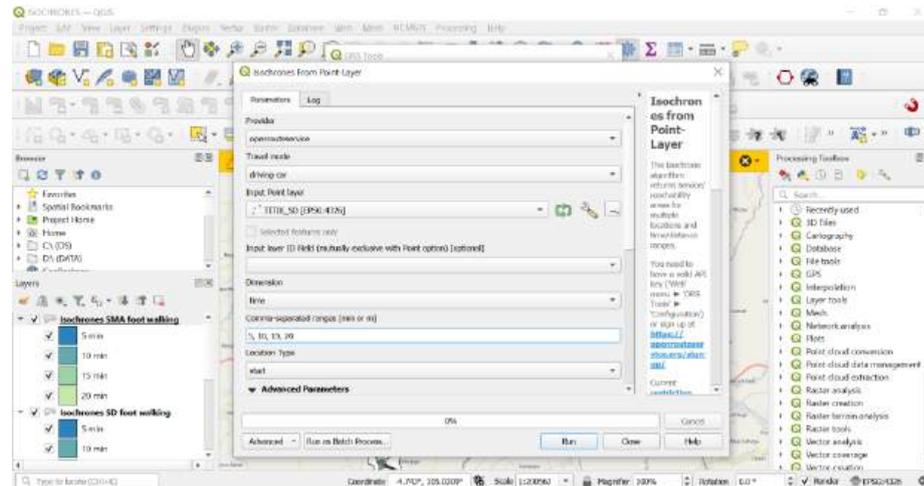
Gambar 6. *Buffer Tools*

Proses pengolahan *buffering* jangkauan sekolah dilakukan sesuai jarak jangkauan pada SNI 03-1733-2004. *Side Type* yang digunakan dalam *buffering* yaitu *FULL* dengan *End Type ROUND*. Metode *buffering* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Planar Method*. Dalam proses analisis *buffer* ini juga diperlukan data *polygon* kawasan permukiman yang diperoleh dari instansi terkait. Data kawasan permukiman digunakan dalam proses analisis wilayah permukiman yang termasuk dalam jangkauan *buffer* dari masing-masing titik sekolah yang ada. Data kawasan permukiman juga digunakan dalam menghitung jumlah luasan permukiman yang berada dalam area *buffer* dari masing-masing jenjang sekolah.

### 3.5.2.2. Jangkauan Waktu Tempuh Menuju Sekolah

Proses pengolahan waktu tempuh menuju sekolah dilakukan dengan menggunakan *software* QGIS 3.36.0. Pembuatan peta waktu tempuh berguna untuk mengetahui berapa lama waktu tempuh yang diperlukan dari kawasan permukiman masyarakat menuju sekolah. Pengolahan dilakukan dengan *Plugins Open Route Service* pada bagian *Isochrones*. Terdapat 2 *Dimension Isochrones* yaitu *Isochrones Time* dan *Isochrones Distance*. Pada penelitian ini *Isochrones* yang digunakan yaitu *Isochrones Time*. Waktu tempuh yang diolah menggunakan *Travel Mode Driving Car* dan *Foot Walking*. Kedua mode tersebut dipilih karena tentu terdapat siswa yang menuju sekolah dengan berjalan kaki ataupun dengan

menggunakan kendaraan pribadi. Adapun rentang waktu tempuh untuk masing-masing jenjang pendidikan yaitu 5 menit, 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Hasil *Isochrones* di *layout* sesuai dengan kaidah kartografi yang baik dan benar kemudian dapat dilihat bagian wilayah permukiman dengan masing-masing waktu tempuhnya menuju sekolah.



Gambar 7. *Isochrones From Layer*

### 3.5.3. Tingkat Kenyamanan (*Comfort Analysis*) Sekolah

Tingkat Kenyamanan sekolah diperoleh berdasarkan 2 faktor, yaitu polusi udara dan suhu permukaan (LST). Adapun pengolahannya sebagai berikut.

#### 3.5.3.1. Polusi Udara

Tingkat polusi udara dalam penelitian ini dilihat dari konsentrasi  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , dan CO. Konsentrasi  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  dan CO diperoleh melalui citra sentinel 5P yang diambil dari *platform Google Earth Engine*. Rentang waktu citra sentinel 5p yang digunakan dalam penelitian polusi udara ini, yaitu dalam jangka waktu 1 tahun (Tahun 2023) mulai dari tanggal 1 Januari 2023 sampai dengan 31 Desember 2023.

### a. Konsentrasi NO<sub>2</sub>

Konsentrasi NO<sub>2</sub> dapat diperoleh pada citra Sentinel-5P NRTI NO<sub>2</sub>: *Near Real-Time Nitrogen Dioxide* melalui platform *Google Earth Engine*. Untuk melakukan pengolahan terhadap citra sentinel 5p di *Google Earth Engine* diperlukan bahasa pemrograman dalam memvisualisasikan konsentrasi NO<sub>2</sub> yang ada pada wilayah Kecamatan Kotabumi Selatan. Bahasa pemrograman tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dalam visualisasi citra mulai dari variasi *band*, *pixels*, hingga warna tampilan konsentrasi NO<sub>2</sub> yang diinginkan. Selanjutnya melakukan *Export Image* ke *Google Drive* untuk kemudian dilakukan *layout* peta sesuai dengan kaidah kartografi.

```

Untitled - Notepad
File Edit Format View Help
var NO2_23 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/SSP/NRTI/L3_NO2')
  .select('NO2_column_number_density')
  .filterDate('2023-01-01', '2023-12-31')
  .mean();

var band_viz = {
  min: 0,
  max: 0.0002,
  palette: ['black', 'blue', 'purple', 'cyan', 'green', 'yellow', 'red']
};

//filter pixel di atas 0
var subset1 = NO2_23.gt(0);

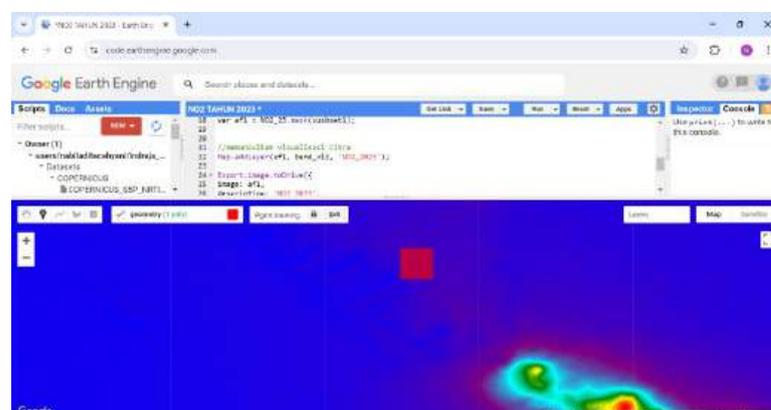
//mask hanya pixel di atas 0,00001
var af1 = NO2_23.mask(subset1);

//memunculkan visualisasi citra
Map.addLayer(af1, band_viz, 'NO2_2023');

Export.image.toDrive({
  image: af1,
  description: 'NO2_2023',
  scale: 10,
  maxPixels: 600000000,
  region: geometry
});

```

Gambar 8. Script untuk menampilkan konsentrasi NO<sub>2</sub>



Gambar 9. Tampilan Konsentrasi NO<sub>2</sub> di Wilayah Penelitian

## b. Konsentrasi SO<sub>2</sub>

Konsentrasi SO<sub>2</sub> dapat diperoleh pada citra Sentinel-5P NRTI SO<sub>2</sub>: *Near Real-Time Sulfur Dioxide* melalui platform *Google Earth Engine*. Gas SO<sub>2</sub> merupakan gas yang bersumber dari gas beracun yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar fosil yang terdapat kandungan belerang yang merupakan salah satu gas yang menyebabkan polusi udara. Sama halnya dengan pengolahan konsentrasi NO<sub>2</sub>, pengolahan konsentrasi gas SO<sub>2</sub> juga memerlukan *script* untuk menampilkan konsentrasi yang dibutuhkan. Adapun *script* yang digunakan adalah sebagai berikut.

```

Untitled - Notepad
File Edit Format View Help
var SO2_23 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/SSP/NRTI/L3_SO2')
  .select('SO2_column_number_density')
  .filterDate('2023-01-01', '2023-12-31')
  .mean();

var band_viz = {
  min: -0.0005,
  max: 0.0005,
  palette: ['black', 'blue', 'purple', 'cyan', 'green', 'yellow', 'red']
};

//filter pixel di atas 0
var subset1 = SO2_23.gt(-0.0005);

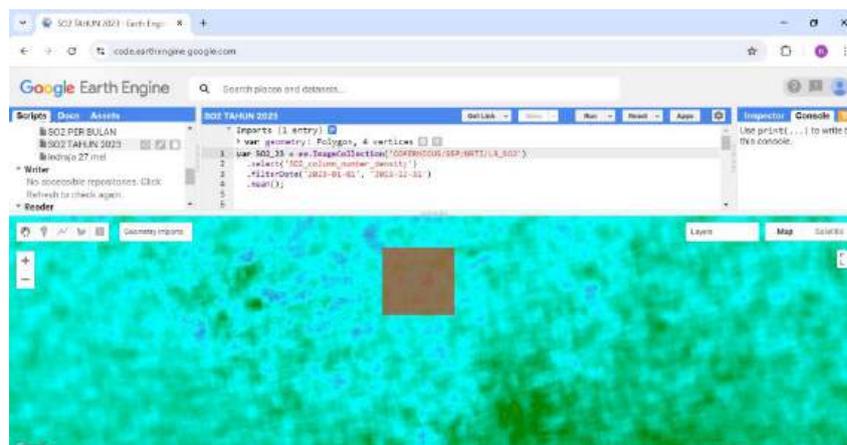
//mask hanya pixel di atas 0,00001
var af1 = SO2_23.mask(subset1);

//memunculkan visualisasi citra
Map.addLayer(af1, band_viz, 'SO2_2023');

Export.image.toDrive({
  image: af1,
  description: 'SO2_2023',
  scale: 10,
  maxPixels: 600000000,
  region: geometry
});

```

Gambar 10. *Script* untuk menampilkan konsentrasi SO<sub>2</sub>



Gambar 11. Tampilan Konsentrasi SO<sub>2</sub> di Wilayah Penelitian

### c. Konsentrasi CO

Konsentrasi CO dapat diperoleh pada citra Sentinel-5P NRTI CO: *Near Real-Time Carbon Monoxide* melalui platform *Google Earth Engine*. Sama seperti kedua gas lainnya yaitu NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub>, gas CO juga tetap menggunakan bahasa pemrograman dalam memunculkan data konsentrasinya. Data konsentrasi gas CO yang telah diolah pada GEE selanjutnya di *layout* pada *software* pengolah data spasial yang dikategorikan berdasarkan 5 kelas mulai dari konsentrasi yang tertinggi hingga yang terendah.

```

Untitled - Notepad
File Edit Format View Help
var CO_23 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/SSP/NRTI/L3_CO')
.select('CO_column_number_density')
.filterDate('2023-01-01', '2023-12-31')
.mean();

var band_viz = {
  min: 0,
  max: 0.05,
  palette: ['black', 'blue', 'purple', 'cyan', 'green', 'yellow', 'red']
};

//filter pixel di atas 0
var subset1 = CO_23.gt(0);

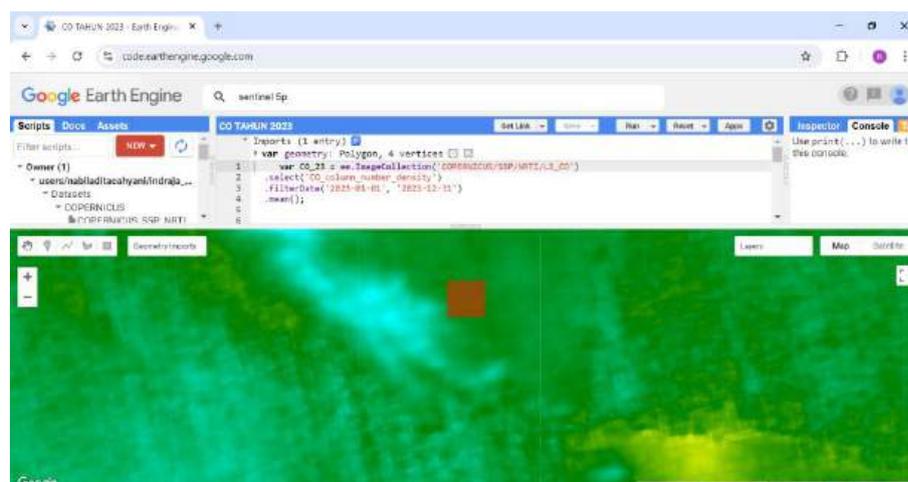
//mask hanya pixel di atas 0.00001
var a1 = CO_23.mask(subset1);

//memunculkan visualisasi citra
Map.addLayer(a1, band_viz, 'CO_2023');

Export.image.toDrive({
  image: a1,
  description: 'CO_2023',
  scale: 10,
  maxPixels: 100000000,
  region: geometry
});

```

Gambar 12. Script untuk menampilkan konsentrasi CO



Gambar 13. Tampilan Konsentrasi CO di Wilayah Penelitian

#### d. Pembobotan Polusi Udara

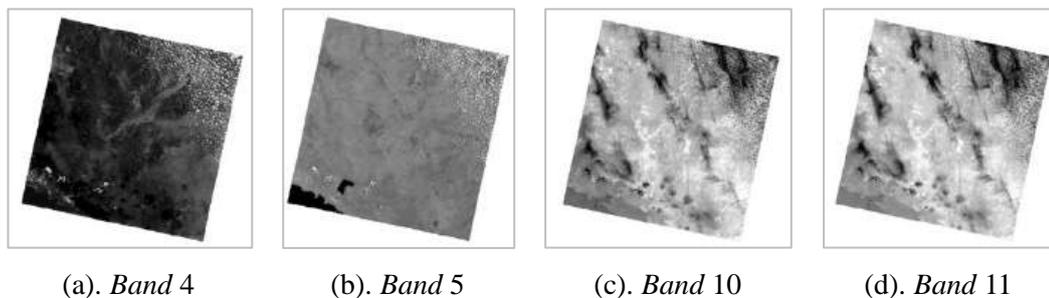
Pembobotan dilakukan dengan menggunakan pembobotan *Rank Order Centroid* untuk masing-masing kriteria dengan nilai kepentingan yang berbeda. Adapun nilai bobot dari masing-masing kriteria adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Pembobotan ROC Polusi Udara

No.	Kriteria	Keterangan	W	Nilai Bobot
1.	C1	NO <sub>2</sub>	$(1+1/2+1/3)/3$	0,6
2.	C2	CO	$(0+1/2+1/3)/3$	0,3
3.	C3	SO <sub>2</sub>	$(0+0+1/3)/3$	0,1

#### 3.5.3.2. Land Surface Temperature (LST)

Proses pengolahan *Land Surface Temperature (LST)* dilakukan pada *software* pengolah data spasial. Dalam pembuatan *Land Surface Temperature* menggunakan citra Landsat-8 tahun 2023 tepatnya pada periode 14 Oktober 2023. Citra Landsat-8 diunduh pada *website USGS Earth Explorer* <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Pemilihan citra dilakukan sesuai dengan periode tahun yang dibutuhkan serta dengan mengidentifikasi kualitas citra yang baik (tidak tertutup awan). Data citra landsat-8 yang digunakan pada penelitian ini yaitu citra Landsat-8 LC09\_L1TP\_124063\_20231014\_20231014\_02\_T1. Selanjutnya, citra Landsat-8 yang telah diunduh tersebut diolah pada *software* pengolah data spasial. Adapun band citra yang digunakan yaitu *band 4, band 5, band 10* dan *band 11*.



Gambar 14. Band citra yang digunakan dalam pengolahan LST

Dalam pengolahan *Land Surface Temperature* perlu dilakukan koreksi dari *Top of Atmosphere* (TOA) pada perangkat lunak pengolah data spasial dengan melakukan perhitungan menggunakan *Raster Calculator* untuk mendapatkan nilai TOA *Spectral Radiance* dari *band 10* dan *band 11*. Nilai dari *Radiance Multiplicative Band*, *Digital Number* dan *Radiance Add Band* diperoleh dari file MTL pada citra Landsat-8 yang telah diunduh sebelumnya.

$$L\lambda = ML * Qcal + AL \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

ML = *Radiance Multiplicative Band*

AL = *Radiance Add Band*

$L\lambda$  = TOA *Spectral Radiance* (Watts/ (m<sup>2</sup> \* sr\*  $\mu$ m))

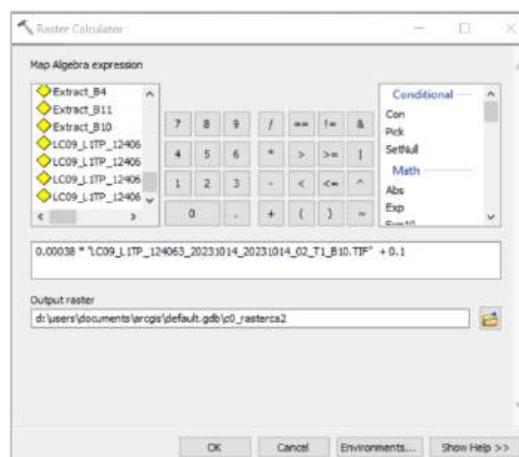
Qcal = *Digital Number* (DN)

$$\text{RADIANCE\_MULT\_BAND\_10} = 3,8 \times 10^{-4}$$

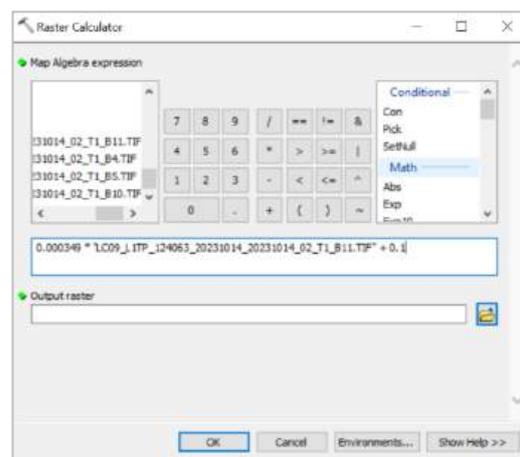
$$\text{RADIANCE\_MULT\_BAND\_11} = 3,49 \times 10^{-4}$$

$$\text{RADIANCE\_ADD\_BAND\_10} = 0,1$$

$$\text{RADIANCE\_ADD\_BAND\_11} = 0,1$$



(a). *Band 10*



(b). *Band 11*

Gambar 15. Perhitungan TOA *Spectral Radiance*

a. Konversi Nilai *Spectral Radiance* ke Nilai *Brightness Temperature*

$$BT = \frac{k2}{\ln\left(\frac{k1}{L\lambda} + 1\right)} - 273,15$$

Keterangan:

BT = *Top of Atmosphere Brightness temperature* (°C)

K1 = *K1 Constant Band*

Lλ = *TOA Spectral Radiance* (Watts/ (m<sup>2</sup> \* sr\* μm))

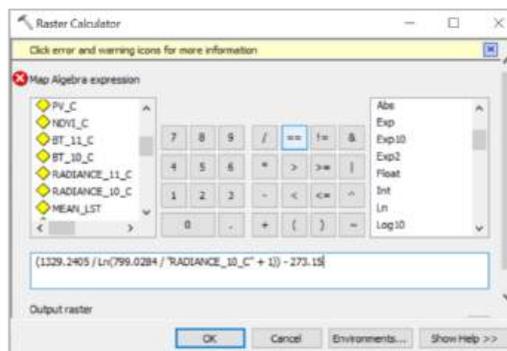
K2 = *K2 Constant Band*

$$K1\_CONSTANT\_BAND\_10 = 799,0284$$

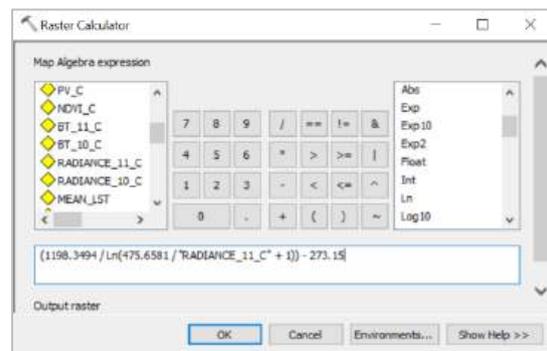
$$K2\_CONSTANT\_BAND\_10 = 1.329,2405$$

$$K1\_CONSTANT\_BAND\_11 = 475,6581$$

$$K2\_CONSTANT\_BAND\_11 = 1.198,3494$$



(a). Band 10



(b). Band 11

Gambar 16. Perhitungan Nilai *Brightness Temperature*

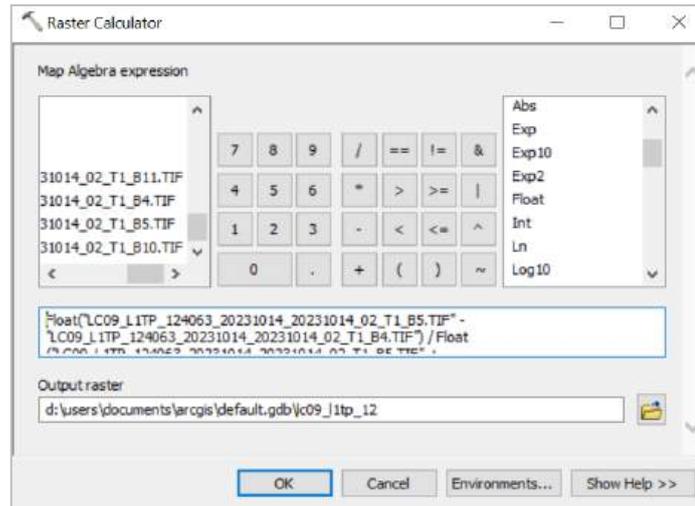
b. Menghitung Nilai NDVI

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

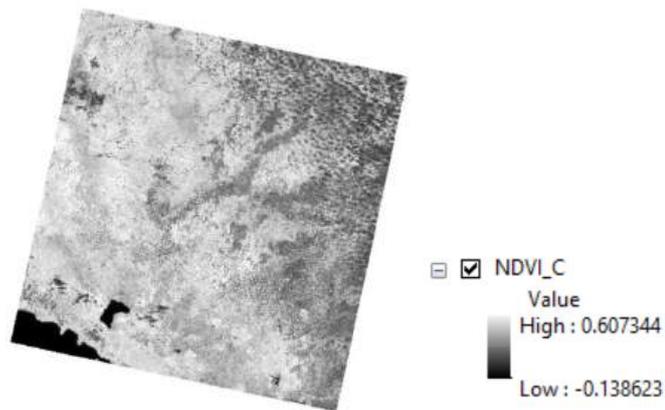
Keterangan:

NIR = *Band 4*

RED = *Band 5*



Gambar 17. Perhitungan NDVI



Gambar 18. NDVI

### c. Perhitungan Nilai *Proportion of Vegetation*

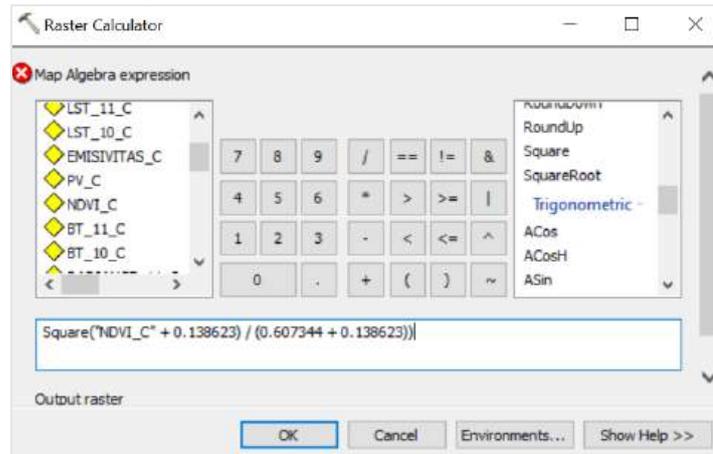
$$PV = \left[ \frac{(NDVI - NDVI \min)}{(NDVI \max - NDVI \min)} \right]^2$$

Keterangan:

PV = *Proportion of Vegetation*

NDVI Max = 0,607344

NDVI Min = -0,138623



Gambar 19. Perhitungan *Proportion of Vegetation*

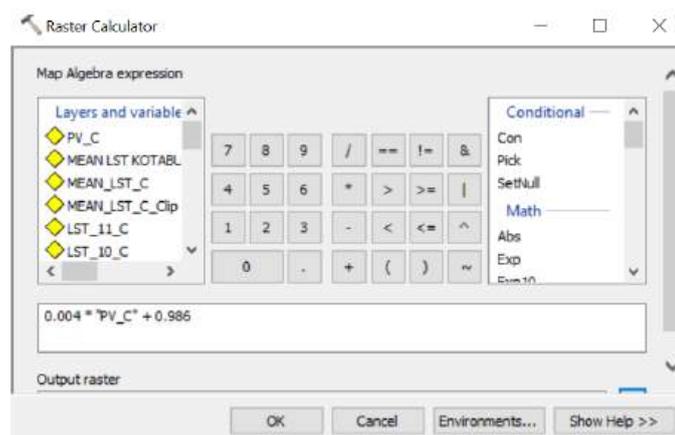
#### d. Perhitungan *Land Surface Emissivity*

$$E = 0,004 * PV + 0,986$$

Keterangan:

PV = *Proportion of Vegetation*

E = Emisivitas Permukaan Tanah



Gambar 20. Perhitungan Emisivitas

#### e. Menghitung Nilai *Land Surface Temperature (LST)*

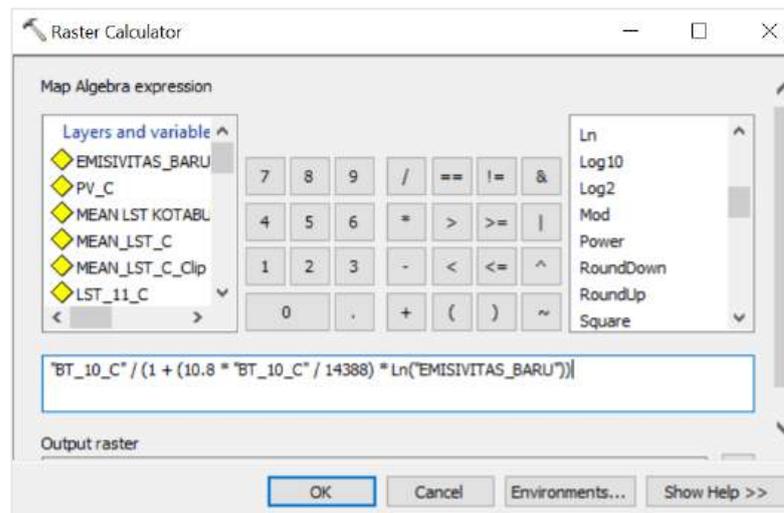
$$LST = \frac{BT}{1 + W \left( \frac{BT}{14388} \right) \ln e}$$

Keterangan:

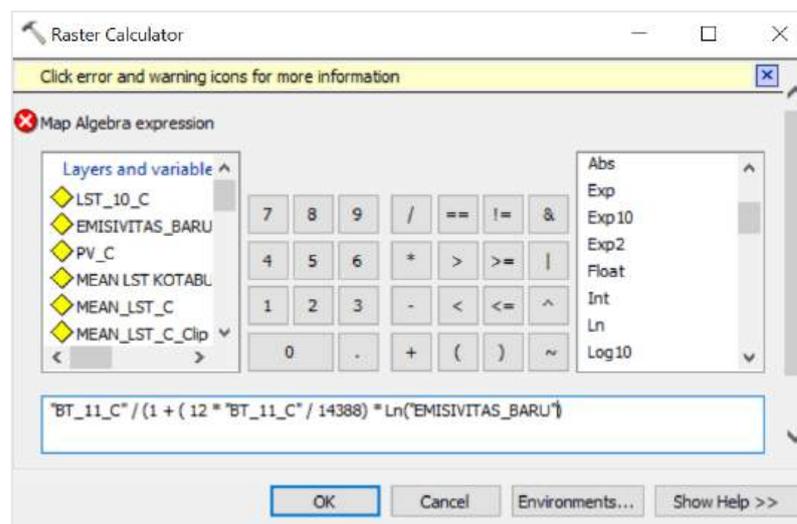
BT = *Top of Atmosphere Brightness temperature* (°C)

W = Panjang gelombang pada radiasi yang teremis

E = Emisivitas Permukaan Tanah



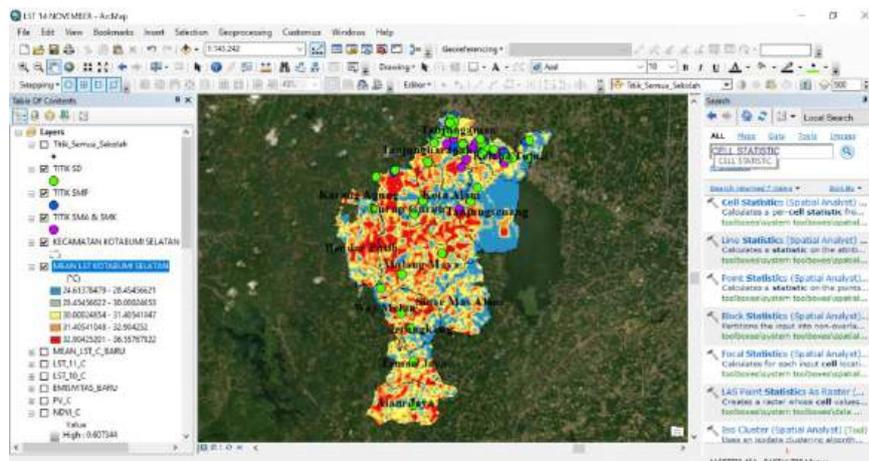
Gambar 21. Perhitungan LST *Band 10*



Gambar 22. Perhitungan LST *Band 11*

#### f. Menghitung Rata-rata Nilai *Land Surface Temperature* (LST)

Dalam menghitung rata-rata LST digunakan *tools Cell Statistic* pada *software* pengolah data spasial. Proses pengolahannya dilakukan dengan memasukkan *layers* LST *band* 10 dan LST *band* 11 yang telah diperoleh pada proses sebelumnya. Selanjutnya memilih *Overlay Statistic* Tipe *MEAN* untuk mendapatkan nilai rata-rata *Land Surface Temperature*. Apabila *layer* hasil pengolahan *mean* LST telah muncul kemudian dilakukan *Clip* terhadap *layer* tersebut sesuai dengan wilayah administrasi Kecamatan Kotabumi Selatan. Untuk memudahkan dalam proses analisis dilakukan pembagian kategori menjadi 5 kelas mulai dari suhu tertinggi hingga terendah kemudian dilakukan proses *layout* peta sesuai kaidah kartografi.



Gambar 23. Hasil Pengolahan LST

#### 3.5.3.3. Pembobotan *Rank Order Centroid* (ROC)

Pembobotan *Rank Order Centroid* (ROC) dilakukan dengan memberikan peringkat berdasarkan kepentingan atau prioritasnya. ROC dilakukan untuk mencari nilai bobot dari parameter polusi udara ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , dan  $\text{CO}$ ) dan Suhu (*Land Surface Temperature*).

a. **Menentukan Prioritas Kriteria**

$$Cr1 \geq Cr2 \geq Cr3 \geq Cr4 \geq \dots \geq Crn$$

b. **Menghitung Nilai Bobot Masing-Masing Kriteria**

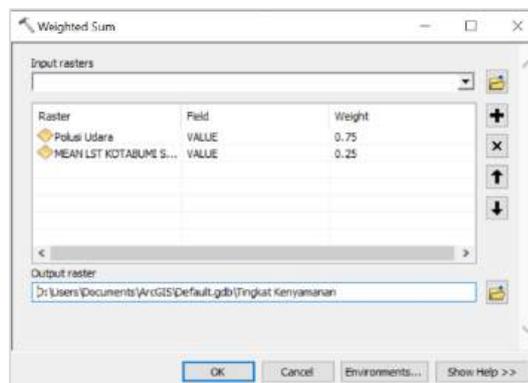
$$W1 \geq W2 \geq W3 \geq W4 \geq \dots \geq Wn$$

$$W1 = \frac{(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k})}{K}$$

$$W2 = \frac{(0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k})}{K}$$

### 3.5.3.4. Pengolahan *Weighted Sum Overlay*

Dalam *Comfort Analysis* terdapat 2 indikator yang menjadi pertimbangan dalam faktor kenyamanan sekolah, yaitu tingkat polusi udara dan suhu pada lokasi sekolah. Dalam menentukan *Comfort Analysis* tersebut dilakukan metode *overlay* antara polusi udara (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan CO) dan suhu (*Land Surface Temperature*). Terdapat berbagai jenis *tools* yang dapat digunakan dalam metode *Overlay* diantaranya *Weighted Sum Overlay*. Pengolahan menggunakan *Weighted Sum* dilakukan dengan memasukkan *layer* yang akan di *overlay* beserta bobot dari masing-masing parameternya. Berdasarkan hasil *Overlay* tersebut selanjutnya dilakukan analisis terhadap sekolah yang memiliki tingkat kenyamanan yang baik dalam hal polusi udara dan suhu.



Gambar 24. *Weighted Sum*

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Pola sebaran sekolah di Kecamatan Kotabumi Selatan ada 2, yaitu pola sebaran acak (*Random*) untuk jenjang Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP) serta pola sebaran mengelompok (*Clustered*) untuk jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).
2. Tidak semua sekolah dapat menjangkau semua kawasan permukiman yang ada di Kecamatan Kotabumi selatan. Jangkauan SD dapat menjangkau kawasan permukiman sebesar 15,08 km<sup>2</sup> dari total keseluruhan kawasan permukiman 17,46 km<sup>2</sup>. Untuk jangkauan SMP dapat menjangkau permukiman dengan luas 9,29 km<sup>2</sup> dari luas total kawasan permukiman 17,46 km<sup>2</sup>. Sedangkan untuk jangkauan SMA dan SMK dapat menjangkau permukiman sebesar 13,1 km<sup>2</sup> dari total keseluruhan kawasan permukiman 17,46 km<sup>2</sup>. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terdapat 1 desa yang tidak terlayani fasilitas pendidikan baik SD, SMP, SMA dan SMK yaitu Desa Sinar Mas Alam.
3. Persebaran spasial sekolah berdasarkan tingkat kenyamanan termal sekolah dilihat dari parameter suhu dan polusi udara tergolong menyebar pada 3 kategori tingkat kenyamanan. Jumlah sekolah dengan tingkat kenyamanan tinggi berjumlah 11 sekolah, tingkat kenyamanan sedang berjumlah 48 sekolah dan dengan tingkat kenyamanan rendah berjumlah 6 sekolah.

## 5.2. Saran

Adapun saran penulis terhadap penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sebaiknya penelitian ini juga dilakukan pada kecamatan-kecamatan lain di Kabupaten Lampung Utara.
2. Sebaiknya dilakukan kajian lebih lanjut mengenai analisis terhadap lokasi sekolah yang baik untuk dilakukan pembangunan sekolah yang baru di masa yang akan datang.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian dengan menambahkan parameter rawan bencana pada lokasi sekolah sebagai bahan pertimbangan dalam proses pemilihan sekolah bagi siswa siswi.
4. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut terkait hubungan antara keterjangkauan dan tingkat kenyamanan termal sekolah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, S. 2021. *Hubungan Perubahan Lahan dengan Perubahan Land Surface Temperature di Kota Depok Tahun 2009-2019*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Aqli, W. 2010. Analisa Buffer dalam Sistem Informasi Geografis untuk Perencanaan Ruang Kawasan. *INERSIA*, VI(2), 192–201.
- Ayyumi, F. H., Damayanti, A., Maulidina, K., dan Maulidina, K. 2022. Pola Sebaran dan Keterjangkauan SD, SMP, dan SMA di Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut. *Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 10(2), 241–254. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/geography>
- Eli, W. O. 2021. Pengaruh Jarak Tempuh Siswa ke Sekolah Terhadap Prestasi Belajar Siswa di Sekolah SMP Negeri 16 Buton Tengah. *Jurnal Akademik Pendidikan Ekonomi*, 8, 62–67. <https://doi.org/10.21787/mp>
- Gunawan dan Ananda, F. 2017. Aspek Kenyamanan Termal Ruang Belajar Gedung Sekolah Menengah Umum di Wilayah Kec. Mandau. *JURNAL INOVTEK POLBENG*, 7(2), 98–103.
- Laia, S., dan Zagoto, S. F. L. 2022. Hubungan Kondisi Lingkungan Sekolah Dengan Aktivitas Belajar Siswa di SMP Negeri1 Onolalu. *Jurnal Bimbingan Dan Konseling*, 2(2). <https://jurnal.uniraya.ac.id/index.php/Counseling>
- Lestari, S. 2019. Penerapan Kombinasi Metode Simple Additive Weighting (SAW) dan Rank Order Centroid (ROC) dalam Keputusan Pemberian Kredit. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 3(4), 371–375. <https://doi.org/10.30865/mib.v3i4.1509>
- Mardiati, D., Utama, P. P., dan Apriyanti, D. 2022. Penggunaan Citra Landsat untuk Pendeteksian Anomali Suhu Permukaan Sebagai Indikasi Keberadaan Manifestasi Panas Bumi. Studi Kasus: Sipholon, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 2(2), 1–12. <https://doi.org/10.31315/imagi.v2i2.9419>

- Mashudi, A. 2019. Kebijakan PPDB Sistem Zonasi SMA/SMK dalam mendorong Pemerataan Kualitas Sumberdaya Manusia di Jawa Timur.
- Nidhomul Haq : Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 4(2), 186–206.  
<https://doi.org/10.31538/ndh.v4i2.327>
- Masykur, F. 2014. Implementasi Sistem Informasi Geografis Menggunakan Google Maps API dalam Pemetaan Asal Mahasiswa. *Jurnal SIMETRIS*, 5.
- Mawardi, M. I., Gultom, H., dan Arsanti, S. V. 2023. Analisis Pola Persebaran Sekolah Dasar Negeri di Kecamatan Johar Baru. *Jurnal Sains Geografi*, 1(2), 30–38. <https://doi.org/10.2210/jsg.vx1ix.xxx>
- Mudhari, M. A. 2018. Sistem Informasi Pemetaan Kantor Pemerintah Kabupaten Situbondo Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 3(2).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara, 1 2020.
- Pramitha, A. F., Ardiansyah, A. N., dan Bahar, S. 2023. Analisis Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan (*Land Use*) Terhadap Perubahan Land Surface Temperature (*LST*) di Kota Tangerang Selatan Tahun 2011-2021. 4(5), 10–21.
- Preana, I. W. 2020. Pemetaan Pola Sebaran Sekolah Dasar Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Nusa Penida. *Jurnal ENMAP (Environment & Mapping) ENMAP*, 1(1).
- Pujayanti, J. A. D., Susilo, B., dan Puspitaningrum, D. 2014. Sistem Informasi Geografis untuk Analisis Persebaran Pelayanan Kesehatan di Kota Bengkulu. *Jurnal Rekursif*, 2(2), 99–111.
- Ristanto, K. P., Rindarjono, G., dan Noviani, R. 2023. Analisis Persebaran Dan Jangkauan Sekolah Menengah (SMA, MA, SMK) di Kota Magelang, Jawa Tengah Tahun 2020. *Jurnal Pendidikan Geografi UNS*, 3(1).
- Rizal, S., dan Syaibana, P. L. D. 2022. Analisis Keterjangkauan dan Pola Persebaran SMA/MA Negeri di Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Analisis Buffering dan Nearest Neighbor pada Aplikasi Q-GIS. *Techno.COM*, 21(2), 355–363.

- Sakti, A. D., Rahadianto, M. A. E., Pradhan, B., Muhammad, H. N., Andani, I. G. A., Sarli, P. W., Abdillah, M. R., Anggraini, T. S., Purnomo, A. D., Ridwana, R., Yulianto, F., Manessa, M. D. M., Fauziyyah, A. N., Yayusman, L. F., and Wikantika, K. 2022. School location analysis by integrating the accessibility, natural and biological hazards to support equal access to education. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/ijgi11010012>
- Salsabila, N. S. 2023. *Kesesuaian Persebaran Daerah Asal dan Aksesibilitas Peserta Didik Terhadap Sistem Zonasi Sekolah SMP Negeri di Kecamatan Jagakarsa Jakarta Selatan Berbasis WebGIS*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Setyawan, F., Handayani, A., Maria, B., Swandry, D., Somae, G., dan Wibowo, A. 2023. Analisis Spasial Sebaran Sekolah Dasar Terdampak Bencana Gempa di Kecamatan Cugenang Kabupaten Cianjur. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 11(1), 87–93. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v11i1.56929>
- Tri, V., Sapakoly, W., dan Papilaya, F. S. 2023. Analisis Pola Sebaran dan Keterjangkauan SMA/SMK di Kota Salatiga Menggunakan Analisis Buffering dan Nearest Neighbor. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika)*, 6(1).
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional 2003.
- Wiwik Ambarwati, O., Yar Johan, dan Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, P. 2016. Sejarah dan Perkembangan Ilmu Pemetaan. In *Jurnal Enggano* (Vol. 1, Issue 2). <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>
- Yang, G., Liu, Y., and Li, X. 2020. Spatiotemporal distribution of ground-level ozone in China at a city level. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64111-3>