

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *MULTIPLE LINEAR REGRESSION*
UNTUK ANALISIS HUBUNGAN POLUSI CAHAYA DENGAN
PERKEMBANGAN EKONOMI DAN INFRASTRUKTUR PERKOTAAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari
syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer
pada Program Studi Ilmu Komputer



oleh

FAJAR ZULIANSYAH TRIHUTAMA

NIM 1905394

PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2023

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *MULTIPLE LINEAR REGRESSION*
UNTUK ANALISIS HUBUNGAN POLUSI CAHAYA DENGAN
PERKEMBANGAN EKONOMI DAN INFRASTRUKTUR PERKOTAAN**

Oleh

Fajar Zuliansyah Trihutama

NIM 1905394

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer di Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

© Fajar Zuliansyah Trihutama 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2023

Hak Cipta Dilindungi Undang Undang

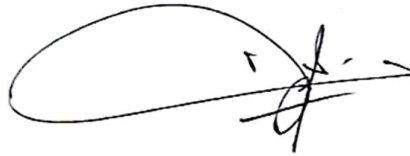
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

FAJAR ZULIANSYAH TRIHUTAMA

1905394

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *MULTIPLE LINEAR REGRESSION*
UNTUK ANALISIS HUBUNGAN POLUSI CAHAYA DENGAN
PERKEMBANGAN EKONOMI DAN INFRASTRUKTUR PERKOTAAN**

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH:
Pembimbing I,



Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T.

NIP. 197809262008121001

Pembimbing II,



Dr. Judhistira Aria Utama, S.Si., M.Si.

NIP. 197703312008122001

Mengetahui,
Kepala Program Studi Ilmu Komputer



Dr. Muhammad Nursalman, M.T.

NIP. 197909292006041002

PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Implementasi Algoritma *Multiple Linear Regression* untuk Analisis Hubungan Polusi Cahaya dengan Perkembangan Ekonomi dan Infrastruktur Perkotaan” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya penulis sendiri. Penulis tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, penulis siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya penulis ini.

Bandung, Agustus 2023

Yang Membuat Pernyataan,



Fajar Zuliansyah Trihutama

NIM 1905394

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *MULTIPLE LINEAR REGRESSION*
UNTUK ANALISIS HUBUNGAN POLUSI CAHAYA DENGAN
PERKEMBANGAN EKONOMI DAN INFRASTRUKTUR PERKOTAAN**

Oleh

Fajar Zuliansyah Trihutama — fajarzuliansyaht@gmail.com

1905394

ABSTRAK

Pembangunan kota berkelanjutan merupakan respons terhadap dinamika kehidupan manusia termasuk penggunaan energi berlebih seperti cahaya artifisial yang berdampak pada polusi cahaya. Dengan data indikator perkembangan ekonomi dan luas infrastruktur perkotaan di wilayah di pulau Jawa dan daerah-daerah dengan kepadatan populasi tinggi di Indonesia. Peneliti akan menganalisis hubungan antara polusi cahaya dan pembangunan ekonomi serta perkembangan infrastruktur perkotaan. Dengan mengimplementasikan algoritma *Multiple Linear Regression (MLR)* peneliti ingin menemukan faktor terpenting yang menyebabkan kenaikan intensitas polusi cahaya. Algoritma tersebut mengestimasi koefisien regresi sebagai kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen. Hasil eksperimen model MLR secara simultan menunjukkan bahwa ada 2 faktor yang berkontribusi, yaitu *Public* dan *Tourism_House* untuk infrastruktur perkotaan serta Inflasi dan IPM untuk indikator perkembangan ekonomi dengan nilai *R-Squared* sebesar 0.81, *F-Statistic* 5.74, dan MSE 17.29. Selain itu, diperoleh hasil bahwa waktu komputasi metode optimasi cenderung fluktuatif sesuai dengan bentuk data yang dimodelkan. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pembangunan kebijakan yang berfokus pada pengelolaan polusi cahaya secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Infrastruktur Perkotaan, *Multiple Linear Regression*, *Open Street Map*, Perkembangan Ekonomi, Polusi Cahaya, VIIRS

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *MULTIPLE LINEAR REGRESSION*
UNTUK ANALISIS HUBUNGAN POLUSI CAHAYA DENGAN
PERKEMBANGAN EKONOMI DAN INFRASTRUKTUR PERKOTAAN**

Arranged by

Fajar Zuliansyah Trihutama — fajarzuliansyaht@gmail.com

1905394

ABSTRACT

Sustainable urban development is a response to the dynamics of human life including excessive energy use such as artificial light that results in light pollution. Using data on economic development indicators and the extent of urban infrastructure in the island of Java and high population density areas in Indonesia. We will analyze the relationship between light pollution and economic development and urban infrastructure development. By implementing the Multiple Linear Regression (MLR) algorithm, we aim to find the most important factors that cause the increase in light pollution intensity. The algorithm estimates the regression coefficient as the contribution of the independent variable to the dependent variable. The experimental results of the MLR model simultaneously show that there are 2 contributing factors, namely Public and Tourism_House for urban infrastructure and Inflation and HDI for economic development indicators with an R-Squared value of 0.81, F-Statistic 5.74, and MSE 17.29. In addition, it was found that the computation time of the optimization method tends to fluctuate according to the shape of the data being modeled. This research is expected to help the development of policies that focus on the sustainable management of light pollution.

Keywords: Urban Infrastructure, Multiple Linear Regression, Open Street Map, Economic Development, Light Pollution, VIIRS

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah swt. karena hanya dengan kehendak, berkat, serta karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Algoritma *Multiple Linear Regression* Untuk Analisis Hubungan Polusi Cahaya Dengan Perkembangan Ekonomi Dan Infrastruktur Perkotaan” ini dapat terselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditunjukkan untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat untuk penyusunan skripsi yang merupakan syarat untuk mendapatkan gelar sarjana komputer atas jenjang studi S1 pada Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan yang perlu disempurnakan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran maupun kritik yang membangun agar tidak terjadi kesalahan yang sama dikemudian hari dan dapat meningkatkan kualitas ke tahap lebih baik.

Bandung, Agustus 2023



Penyusun

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillahirabilalamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kelancaran dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dalam proses menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini, peneliti banyak mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terimakasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya, kepada:

1. Diri saya sendiri hingga mencapai titik ini atas segala usaha dan tenaga yang dicurahkan dan terus melakukan yang terbaik kepada diri sendiri.
2. Kedua orang tua yaitu Rudy dan Norsia yang selalu memberi dukungan moril dan materiil, motivasi, dan doa serta selalu menjadi penyemangat utama dalam menempuh pendidikan tinggi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Lala Septem Riza, M.T. selaku pembimbing I atas segala waktu dan tenaga yang dicurahkan untuk membimbing penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Dr. Judhistira Aria Utama, S.Si., M.Si. selaku pembimbing II atas saran dan masukan yang diberikan kepada penulis selama proses menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi.
5. Bapak Yudi Ahmad Hambali, M.T. selaku dosen pembimbing akademik atas bimbingan selama menempuh pendidikan di Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Bapak Dr. Muhammad Nursalman, M.T selaku Kepala Program Studi Ilmu Komputer FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
7. Ibu Dr. Rani Megasari, M.T. selaku Kepala Program Studi Ilmu Komputer FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia Periode 2018-2023.

8. Bapak dan Ibu Dosen Prodi Pendidikan Ilmu Komputer dan Ilmu Komputer yang telah berbagi ilmu yang bermanfaat kepada penulis dan mahasiswa lainnya.
9. Melisa Nurmaulina atas segala dorongan, semangat, dan kekuatan untuk menghadapi berbagai tantangan selama di dunia perkuliahan dan karir penulis hingga saat ini.
10. Tim penelitian yaitu Alif, Iqbal, Wicak, Yudi, Zulfikar, M Fajar, Ira, dan Melvyn yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan kegiatan positif lainnya selama proses penelitian dan pengerjaan skripsi.

Semoga semua amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Bandung, Agustus 2023



Fajar Zuliansyah Trihutama

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Urbanisasi.....	9
2.1.1 Pengenalan Urbanisasi	12
2.2 Astrofisika	15
2.2.1 Polusi Cahaya	16
2.2.2 <i>Visible Infrared Imaging Radiometer Suite</i>	18
2.3 Infrastruktur Perkotaan	19
2.4 <i>Remote Sensing</i>	20

2.4.1	Pengenalan dan Sejarah <i>Remote Sensing</i>	20
2.4.2	Radiasi.....	22
2.4.3	Spektrum Elektromagnetik.....	23
2.4.4	<i>Absorption Band</i> dan Jendela Atmosfer	24
2.4.5	<i>Spectral Signatures</i>	25
2.4.6	<i>Pixels</i> dan <i>Bits</i>	26
2.4.7	Warna pada Citra	27
2.4.8	Metode pada <i>Remote Sensing</i>	28
2.5	Sistem Informasi Geografis.....	30
2.5.1	Pengenalan dan Sejarah Sistem Informasi Geografis.....	30
2.5.2	Perangkat Lunak QGIS	32
2.6	<i>Open Street Map</i>	33
2.6.1	Pengenalan <i>Open Street Map</i>	33
2.6.2	Pengambilan Data <i>Open Street Map</i>	35
2.7	Perkembangan Ekonomi	41
2.7.1	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).....	42
2.7.2	Indeks Pembangunan Manusia (IPM).....	43
2.7.3	Upah Minimum Kota/Kabupaten (UMK).....	44
2.7.4	Inflasi	44
2.7.5	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)	45
2.8	Algoritma <i>Multiple Linear Regression</i>	46
2.8.1	Pengenalan <i>Multiple Linear Regression</i>	46
2.8.2	Parameter Hasil Pemodelan <i>Multiple Linear Regression</i>	52
2.9	Bahasa Pemrograman Python.....	56
2.9.1	Pengenalan Bahasa Pemrograman Python	56

2.9.2	Instalasi Bahasa Pemrograman Python.....	56
2.9.3	Contoh Penggunaan Bahasa Pemrograman Python.....	57
2.10	Penelitian Terkait.....	60
BAB III METODE PENELITIAN.....		62
3.1	Desain Penelitian.....	62
3.2	Metode Penelitian.....	64
3.2.1	Metode Pengumpulan Data.....	64
3.2.2	Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	65
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	66
3.3.1	Alat Penelitian.....	66
3.3.2	Bahan Penelitian.....	67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		68
4.1	Pengumpulan Data.....	68
4.1.1	Data OSM dari HOTOSM <i>Export Tool</i>	68
4.1.2	Data Citra VIIRS DNB dari NOAA/EOG.....	72
4.1.3	Data Indikator Perkembangan Ekonomi dari BPS.....	74
4.2	Perancangan Model Komputasi.....	77
4.2.1	Pengumpulan Data.....	79
4.2.2	Pemrosesan Data.....	84
4.2.3	Model Analisis.....	95
4.3	Implementasi Model Komputasi.....	98
4.3.1	Pengumpulan Data.....	98
4.3.2	Pemrosesan Data.....	100
4.3.3	Model Analisis.....	100
4.4	Rancangan Skenario Eksperimen.....	105

4.4.1	Skenario Eksperimen 1	106
4.4.2	Skenario Eksperimen 2	107
4.4.3	Skenario Pengujian Model	109
4.4.3.1	<i>Mean Squared Errors</i> (MSE)	109
4.4.3.2	<i>R-Squared</i> (R^2).....	109
4.4.3.3	<i>F-Statistic</i>	110
4.4.3.4	<i>P-values</i>	110
4.4.3.5	<i>Standard Error</i> (SE).....	110
4.5	Hasil Eksperimen dan Pembahasan	110
4.5.1	Eksperimen 1	111
4.5.2	Eksperimen 2	123
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		131
5.1	Kesimpulan.....	131
5.2	Saran	131
DAFTAR PUSTAKA		133
LAMPIRAN		144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Area Iluminasi Polusi Cahaya di (A) Toruń dan (B) Szosa Lubicka (Karpińska & Kunz, 2020).....	17
Gambar 2.2 Satelit Suomi NPP	18
Gambar 2.3 Tahapan dalam Proses Penginderaan Jauh (George-Alexandru Ilie & Vasile, 2011).....	22
Gambar 2.4 Kurva Jumlah Energi Suatu Objek Terhadap Panjang Gelombang (Graham, 1999).....	23
Gambar 2.5 Spektrum Elektromagnetik (EM) (Graham, 1999).....	24
Gambar 2.6 Diagram Jendela Atmosfer (Graham, 1999)	25
Gambar 2.7 Contoh Kumpulan Piksel pada Suatu Citra (Graham, 1999)	27
Gambar 2.8 Kecerahan Pantulan Berbagai Spektrum.....	28
Gambar 2.9 Instrumen Pasif dan Instrumen Aktif <i>Remote Sensing</i>	29
Gambar 2.10 Perbedaan antara Data Vektor dan Data Raster	31
Gambar 2.11 Tampilan Registrasi Akun OSM	36
Gambar 2.12 Pemilihan Wilayah Pada HOTOSM <i>Export Tool</i>	37
Gambar 2.13 Form <i>Describe</i> pada HOTOSM <i>Export Tool</i>	38
Gambar 2.14 Form <i>Format</i> pada HOTOSM <i>Export Tool</i>	39
Gambar 2.15 Form Data pada HOTOSM <i>Export Tool</i>	40
Gambar 2.16 Form <i>Summary</i> dan Ekspor Pada HOTOSM <i>Export Tool</i>	41
Gambar 2.17 Algoritma MLR Ordinary Least Squares.....	49
Gambar 2.18 Algoritma MLR Gradient Descent	51
Gambar 2.19 Tampilan Halaman Web Bagian Unduh Python	56
Gambar 2.20 Kode untuk Kalkulasi Sederhana	57
Gambar 2.21 Kode Kalkulasi Ketinggian Bola.....	58
Gambar 2.22 Kode Kalkulasi Rerata Tinggi Badan	58
Gambar 2.23 Kode Contoh Fungsi Python	59
Gambar 3.1 Desain Penelitian	62
Gambar 3.2 Metode Waterfall untuk Pengembangan Perangkat Lunak.....	65
Gambar 4.1 Antarmuka Pengguna HOTOSM <i>Export Tool</i>	69
Gambar 4.2 Data OSM Sebaran Luas Area Infrastruktur di Kota Yogyakarta.....	71

Gambar 4.3 Data <i>Citra tiled Cloud-free VIIRS Day Night Band (DNB)</i>	72
Gambar 4.4 Kode Unduh Data VIIRS DNB di Situs EOG.....	73
Gambar 4.5 Model Komputasi	78
Gambar 4.6 <i>Tiled 3 dan 6 Data Citra VIIRS DNB</i>	81
Gambar 4.7 <i>Pseudocode</i> Proses Ekstraksi File Tgz	81
Gambar 4.8 Data <i>Polygon dan Line</i> Kota Surabaya	83
Gambar 4.9 Jendela Simpan <i>Layer</i> dan Bentuk Data GeoJSON.....	84
Gambar 4.10 Kode <i>Crop</i> Data Citra per Wilayah	87
Gambar 4.11 Kode Konversi Citra menjadi Tabel CSV.....	88
Gambar 4.12 Kode Kalkulasi Rerata Kecerahan Data Polusi Cahaya.....	89
Gambar 4.13 Jendela <i>Refactor Fields</i> QGIS	91
Gambar 4.14 Hasil Perhitungan Luas Area menggunakan <i>Geometry Tools</i>	92
Gambar 4.15 Kode Agregasi Kategori Infrastruktur Perkotaan	93
Gambar 4.16 Implementasi <i>Pseudocode</i> Ekstraksi File Tgz.....	99
Gambar 4.17 Proses Impor Kelas dan <i>Library</i>	100
Gambar 4.18 Kode Objek: <i>MultipleLinearRegression</i>	101
Gambar 4.19 Kode Objek: <i>DataLoader</i>	102
Gambar 4.20 Metode MLR: <i>Ordinary Least Squares</i>	102
Gambar 4.21 Metode MLR: <i>Gradient Descent</i>	103
Gambar 4.22 Metode Prediksi Y dan Hitung <i>Feature Importance</i>	103
Gambar 4.23 Metode Hitung <i>F-Statistic Multiple Linear Regression</i>	103
Gambar 4.24 Metode Hitung <i>Standard Error Multiple Linear Regression</i>	104
Gambar 4.25 Metode Hitung <i>P-Value Multiple Linear Regression</i>	104
Gambar 4.26 Metode Hitung <i>MSE dan R₂ Multiple Linear Regression</i>	104
Gambar 4.27 Metode Evaluasi Model <i>Multiple Linear Regression</i>	105
Gambar 4.28 Diagram Rancangan Skenario Eksperimen.....	106
Gambar 4.29 Visualisasi Hasil Koefisien Regresi MLR Data 1	112
Gambar 4.30 Visualisasi Hasil <i>Feature Importance</i> MLR Data 1	113
Gambar 4.31 Visualisasi Hasil Koefisien Regresi MLR Data 2	116
Gambar 4.32 Visualisasi Hasil <i>Feature Importance</i> MLR Data 2	117
Gambar 4.33 Visualisasi Hasil Koefisien Regresi MLR Data 3	120

Gambar 4.34 Visualisasi Hasil <i>Feature Importance</i> MLR Data 3	121
Gambar 4.35 Visualisasi Koefisien Regresi Hasil MLR per Tahun.....	123
Gambar 4.36 Visualisasi <i>Feature Importance</i> Hasil MLR per Tahun	125
Gambar 4.37 Visualisasi Tren MSE Hasil MLR per Tahun	126
Gambar 4.38 Visualisasi Tren <i>R-Squared</i> Hasil MLR per Tahun.....	127
Gambar 4.39 Visualisasi Tren <i>F-Statistic</i> Hasil MLR per Tahun	128
Gambar 4.40 Visualisasi <i>Standard Error</i> Hasil MLR per Tahun.....	128
Gambar 4.41 Visualisasi Tren <i>P-values</i> Hasil MLR per Tahun.....	129
Gambar 4.42 Visualisasi Waktu Komputasi MLR: OLS dan GD per Tahun	130

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Spasial yang di-export dari HOTOSM <i>Export Tool</i>	69
Tabel 4.2 File Data Citra NPP-VIIRS.....	73
Tabel 4.3 Data Indikator Ekonomi	74
Tabel 4.4 Data Indikator Ekonomi PDRB	74
Tabel 4.5 Data Indikator Ekonomi IPM.....	75
Tabel 4.6 Data Indikator Ekonomi TPT.....	75
Tabel 4.7 Data Indikator Ekonomi Inflasi.....	76
Tabel 4.8 Data Indikator Ekonomi UMK	76
Tabel 4.9 Data Koordinat Georeferensi 36 Wilayah	84
Tabel 4.10 Dataframe Indikator Perkembangan Ekonomi.....	85
Tabel 4.11 File Data Citra NPP-VIIRS per Wilayah.....	87
Tabel 4.12 Dataframe Kecerahan Cahaya Citra Kota Surabaya	88
Tabel 4.13 Dataframe Rerata Kecerahan Seluruh Wilayah Penelitian.....	90
Tabel 4.14 Dataframe Luas Infrastruktur Perkotaan Kota Surabaya.....	94
Tabel 4.17 Daftar Sumber Data BPS	98
Tabel 4.19 Data Indikator Perekonomian Tahun 2018.....	108
Tabel 4.20 Data Indikator Perekonomian Tahun 2019.....	108
Tabel 4.21 Data Indikator Perekonomian Tahun 2020.....	108
Tabel 4.22 Data Indikator Perekonomian Tahun 2021	108
Tabel 4.23 Data Indikator Perekonomian Tahun 2022.....	109
Tabel 4.24 Hasil MLR Data 1	111
Tabel 4.25 Metriks Evaluasi Tunggal MLR Data 1.....	113
Tabel 4.26 Metriks Evaluasi Variabel MLR Data 1	114
Tabel 4.27 Perbandingan Waktu Komputasi Metode Optimasi Data 1.....	114
Tabel 4.28 Hasil MLR Data 2	115
Tabel 4.29 Metriks Evaluasi Tunggal MLR Data 2.....	117
Tabel 4.30 Metriks Evaluasi Variabel MLR Data 2	118
Tabel 4.31 Perbandingan Waktu Komputasi Metode Optimasi Data 2.....	118
Tabel 4.32 Hasil MLR Data 3	119
Tabel 4.33 Metriks Evaluasi Tunggal MLR Data 3.....	121

Tabel 4.34 Metriks Evaluasi Variabel MLR Data 3	122
Tabel 4.35 Perbandingan Waktu Komputasi Metode Optimasi Data 3.....	123

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data 1 Eksperimen 1	144
Lampiran 2. Data 2 Eksperimen 1	146
Lampiran 3. Data 3 Eksperimen 1	148
Lampiran 4. Data Eksperimen 2	152

DAFTAR PUSTAKA

- Aaronson, D., Agarwal, S., & French, E. (2012). The Spending and Debt Response to Minimum Wage Hikes. *American Economic Review*, 102(7), 3111–3139.
- Adam, F. P. (2010). Tren Urbanisasi di Indonesia. *Piramida*, 6(1), 1–15.
- Akinsola, F. A., & Odhiambo, N. M. (2017). *Inflation and economic growth: A review of the international literature*.
- Andersson, E. (2006). Urban Landscapes and Sustainable Cities. *Ecology and Society*, 11(1). JSTOR. <http://www.jstor.org/stable/26267821>
- Arizal, M., & Marwan, M. (2019). Pengaruh produk domestik regional bruto dan indeks pembangunan manusia terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ecogen*, 2(3), 433–442.
- Aronoff, S. (1989). Geographic Information Systems: A Management Perspective. *Geocarto International*, 4(4), 58–58.
- Aschauer, D. A. (1989). Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177–200.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic Growth, 2nd edn*, Cambridge (MA) et al. MIT Press. Federal grants for local development.
- Becker, G. S., Philipson, T. J., & Soares, R. R. (2005). The Quantity and Quality of Life and The Evolution of World Inequality. *American Economic Review*, 95(1), 277–291.
- Board, S. S., Council, N. R., & others. (2011). *New Worlds, New Horizons in Astronomy and Astrophysics*. National Academies Press.
- Bolay, J.-C. (2012). What sustainable development for the cities of the South? Urban issues for a third millennium. *International Journal of Urban*

Sustainable Development, 4(1), 76–93.
<https://doi.org/10.1080/19463138.2011.626170>

Bottou, L. (2010). Large-Scale Machine Learning with Stochastic Gradient Descent. *Proceedings of COMPSTAT'2010: 19th International Conference on Computational Statistics Paris France, August 22-27, 2010 Keynote, Invited and Contributed Papers*, 177–186.

BPS, S. (2018). Badan Pusat Statistik. *BPS-Statistics Indonesia*.

Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing* (5th ed). Guilford Press.

Cao, C., Xiong, J., Blonski, S., Liu, Q., Uprety, S., Shao, X., Bai, Y., & Weng, F. (2013). Suomi NPP VIIRS Sensor Data Record Verification, Validation, and Long-term Performance Monitoring. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(20), 11–664.

Card, D., & Krueger, A. B. (1995). *Myth and Measurement: The New Economics of the Minimum Wage*. HeinOnline.

Carroll, B. W., & Ostlie, D. A. (2006). An Introduction to Modern Astrophysics and Cosmology. *An Introduction to Modern Astrophysics and Cosmology/BW Carroll and DA Ostlie. 2nd Edition. San Francisco: Pearson*.

Cheon, S., & Kim, J.-A. (2020). Quantifying the influence of urban sources on night light emissions. *Landscape and Urban Planning*, 204, 103936.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103936>

Chepesiuk, R. (2009). *Missing The Dark: Health Effects of Light Pollution*. National Institute of Environmental Health Sciences.

- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2013). *Applied Multiple Regression/correlation Analysis for The Behavioral Sciences*. Routledge.
- Dama, H. Y., Lapian, A. L. C., & Sumual, J. I. (2016). *Pengaruh Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) terhadap Tingkat Kemiskinan di Kota Manado (Tahun 2005-2014)*. 16(03).
- Danoedoro, P. (1996). *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Fakultas Geografi UGM.
- Das, S., Ahmed, S., Haque, S., & Ismail, S. (2021). Assessing Correlation Between Night-Time Light and Road Infrastructure: An Empirical Study. *GIScience 2021 Short Paper Proceedings. 11th International Conference on Geographic Information Science. September 27-30, 2021. Poznań, Poland* (Online). <https://doi.org/10.25436/E27P4D>
- Dominoni, D. M. (2015). The effects of light pollution on biological rhythms of birds: An integrated, mechanistic perspective. *Journal of Ornithology*, 156(S1), 409–418. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1196-3>
- Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis* (Vol. 326). John Wiley & Sons.
- Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Zhizhin, M., & Hsu, F.-C. (2013). Why VIIRS data are superior to DMSP for mapping nighttime lights. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, 35(0), 62. <https://doi.org/10.7125/APAN.35.7>
- Faggian, A., Modrego, F., & McCann, P. (2019). Human Capital and Regional Development. *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, 149–171.

- Fainstein, S. S. (2000). New Directions in Planning Theory. *Urban Affairs Review*, 35(4), 451–478.
- Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C. C., Elvidge, C. D., Baugh, K., Portnov, B. A., Rybnikova, N. A., & Furgoni, R. (2016). The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. *Science Advances*, 2(6), e1600377.
- Falchi, F., Furgoni, R., Gallaway, T. A., Rybnikova, N. A., Portnov, B. A., Baugh, K., Cinzano, P., & Elvidge, C. D. (2019). Light pollution in USA and Europe: The good, the bad and the ugly. *Journal of Environmental Management*, 248, 109227. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.128>
- Fingleton, B., Garretsen, H., & Martin, R. (2015). Shocking Aspects of Monetary Union: The Vulnerability of Regions in Euroland. *Journal of Economic Geography*, 15(5), 907–934.
- Fox, J. (2015). *Applied regression analysis and generalized linear models*. Sage Publications.
- Frick, S. A., & Rodríguez-Pose, A. (2018). Big or Small Cities? On city size and economic growth. *Growth and Change*, 49(1), 4–32. <https://doi.org/10.1111/grow.12232>
- Gallaway, T. (2010). On Light Pollution, Passive Pleasures, and The Instrumental Value of Beauty. *Journal of Economic Issues*, 44(1), 71–88.
- Gallaway, T., Olsen, R. N., & Mitchell, D. M. (2010). The economics of global light pollution. *Ecological Economics*, 69(3), 658–665. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.10.003>

- Gennaioli, N., La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., & Shleifer, A. (2013). Human Capital and Regional Development. *The Quarterly Journal of Economics*, *128*(1), 105–164.
- George-Alexandru Ilie, & Vasile, G. (2011). *Spaceborne SAR Tomography: Application in Urban Environment*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22514.71365>
- Ghosh, A., & Phillips, S. (1998). Warning: Inflation May be Harmful to Your Growth. *Staff Papers*, *45*(4), 672–710.
- Gindling, T. H., & Terrell, K. (2007). The Effects of Multiple Minimum Wages Throughout The Labor Market: The Case of Costa Rica. *Labour Economics*, *14*(3), 485–511.
- Goldberg, M. D., Kilcoyne, H., Cikanek, H., & Mehta, A. (2013). Joint Polar Satellite System: The United States Next Generation Civilian Polar-Orbiting Environmental Satellite System. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *118*(24), 13–463.
- Graham, S. (1999). Remote Sensing: Introduction and History. *NASA Earth Observatory*. [Htps://Earthobservatory.nasa.gov/Features/RemoteSensing](https://Earthobservatory.nasa.gov/Features/RemoteSensing).
- Graham, S., & Marvin, S. (2002). *Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and The Urban Condition*. Routledge.
- Haklay, M., & Weber, P. (2008). Openstreetmap: User-generated street maps. *IEEE Pervasive Computing*, *7*(4), 12–18.

- Hale, J. D., Davies, G., Fairbrass, A. J., Matthews, T. J., Rogers, C. D. F., & Sadler, J. P. (2013). Mapping lightscapes: Spatial patterning of artificial lighting in an urban landscape. *PLoS ONE*, 8(5), e61460. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061460>
- Hall, P. (2014). *Cities of Tomorrow: An Intellectual History of Urban Planning and Design Since 1880*. John Wiley & Sons.
- Han, G., Zhou, T., Sun, Y., & Zhu, S. (2022). The relationship between night-time light and socioeconomic factors in China and India. *PLOS ONE*, 17(1), e0262503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262503>
- Hayes, A. F., & Cai, L. (2007). Using heteroskedasticity-consistent standard error estimators in OLS regression: An introduction and software implementation. *Behavior Research Methods*, 39, 709–722.
- Hidayati, I. (2021). Urbanisasi dan Dampak Sosial di Kota Besar: Sebuah Tinjauan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial*, 7(2), 212. <https://doi.org/10.23887/jiis.v7i2.40517>
- Hu, Z., Hu, H., & Huang, Y. (2018). Association between nighttime artificial light pollution and sea turtle nest density along Florida coast: A geospatial study using VIIRS remote sensing data. *Environmental Pollution*, 239, 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.021>
- Hussain, M., & Imityaz, I. (2018). Urbanization Concepts, Dimensions and Factors. *International Journal of Recent Scientific Research*, 9(1), 23513–23523.

- Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another Look at Measures of Forecast Accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679–688. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.001>
- Ismail, A., Dede, M., & Widiawaty, M. A. (2020). Urbanisasi Dan HIV di Kota Bandung (Perspektif Geografi Kesehatan). *Buletin Penelitian Kesehatan*, 48(2), 139–146. <https://doi.org/10.22435/bpk.v48i2.2921>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., & others. (2013). *An Introduction to Statistical Learning* (Vol. 112). Springer.
- Johnson, B. (2008). Cities, systems of innovation and economic development. *Innovation*, 10(2–3), 146–155. <https://doi.org/10.5172/impp.453.10.2-3.146>
- Justice, C. O., Vermote, E., Townshend, J. R., Defries, R., Roy, D. P., Hall, D. K., Salomonson, V. V., Privette, J. L., Riggs, G., Strahler, A., & others. (1998). The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): Land Remote Sensing for Global Change Research. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36(4), 1228–1249.
- Krugman, P. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., Li, W., & others. (2005). *Applied Linear Statistical Models* (Vol. 5). McGraw-Hill Irwin Boston.
- Kuznets, S. (1973). Modern Economic Growth: Findings and Reflections. *The American Economic Review*, 63(3), 247–258.
- Kyba, C. C., Hänel, A., & Hölker, F. (2014). Redefining Efficiency for Outdoor Lighting. *Energy & Environmental Science*, 7(6), 1806–1809.

- Lampard, E. E. (1965). Historical Aspects of Urbanization. *The Study of Urbanization*, 519–554.
- Lee, R. (2007). Demography, Urbanization, and Migration. In S. Berger (Ed.), *A Companion to Nineteenth-Century Europe* (pp. 56–69). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470996263.ch5>
- Li, X., Xu, H., Chen, X., & Li, C. (2013). Potential of NPP-VIIRS Nighttime Light Imagery for Modeling The Regional Economy of China. *Remote Sensing*, 5(6), 3057–3081. <https://doi.org/10.3390/rs5063057>
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons.
- Lindgren, D. T. (1985). *Land Use Planning and Remote Sensing* (Vol. 2). Taylor & Francis.
- Linge, S., & Langtangen, H. P. (2020). *Programming for Computations-Python: A Gentle Introduction to Numerical Simulations with Python 3.6*. Springer Nature.
- Longair, M. (2011). *High Energy Astrophysics 3rd edition*. Cambridge University Press.
- Mankiw, N. G. (2014). *Principles of Economics*. Cengage Learning.
- McCallum, I., Kyba, C. C. M., Bayas, J. C. L., Moltchanova, E., Cooper, M., Cuaresma, J. C., Pachauri, S., See, L., Danylo, O., Moorthy, I., Lesiv, M., Baugh, K., Elvidge, C. D., Hofer, M., & Fritz, S. (2022). Estimating global economic well-being with unlit settlements. *Nature Communications*, 13(1), 2459. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30099-9>

- McHaffie, P., Hwang, S., & Follett, C. (2018). *GIS: An Introduction to Mapping Technologies*. CRC Press.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). *Introduction to Linear Regression Analysis*. John Wiley & Sons.
- Morgan-Taylor, M. (2015). *Regulating Light Pollution in Europe: Legal Challenges and Ways Forward*. Routledge.
- Muslim, M. R. (2014). Pengangguran Terbuka dan Determinannya. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, 15(2), 171–181.
- Neteler, M. (2005). Time Series Processing of MODIS Satellite Data for Landscape Epidemiological Applications. *International Journal of Geoinformatics*, 1(1), 133–138.
- Neuman, M., & Hull, A. (2009). The Futures of The City Region. *Regional Studies*, 43(6), 777–787.
- Neumark, D., Salas, J. I., & Wascher, W. (2014). Revisiting The Minimum Wage—Employment Debate: Throwing Out The Baby with The Bathwater? *Ilr Review*, 67(3_suppl), 608–648.
- Neumark, D., Wascher, W. L., & others. (2007). Minimum Wages and Employment. *Foundations and Trends® in Microeconomics*, 3(1–2), 1–182.
- Ouyang, J. Q., Jong, M., Grunsven, R. H. A., Matson, K. D., Hausmann, M. F., Meerlo, P., Visser, M. E., & Spoelstra, K. (2017). Restless roosts: Light pollution affects behavior, sleep, and physiology in a free-living songbird. *Global Change Biology*, 23(11), 4987–4994.
<https://doi.org/10.1111/gcb.13756>

- Prawira, S. (2018). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Upah Minimum Provinsi, dan Tingkat Pendidikan terhadap Pengangguran Terbuka di Indonesia. *Jurnal Ecogen*, 1(1), 162–168.
- Prishardoyo, B. (2008). *Analisis Tingkat Pertumbuhan Ekonomi dan Potensi Ekonomi terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Pati Tahun 2000-2005. 1.*
- Riza, L. S., Izzuddin, A., Utama, J. A., Samah, K. A. F. A., Herdiwijaya, D., Hidayat, T., Anugraha, R., & Mumpuni, E. S. (2022). Data Analysis Techniques in Light Pollution: A Survey and Taxonomy. *New Astronomy Reviews*, 101663. <https://doi.org/10.1016/j.newar.2022.101663>
- Rodrigo-Comino, J., Seeling, S., Seeger, M. K., & Ries, J. B. (2021). Light pollution: A review of the scientific literature. *The Anthropocene Review*, 205301962110512. <https://doi.org/10.1177/20530196211051209>
- Ryden, B., & Peterson, B. M. (2020). *Foundations of Astrophysics*. Cambridge University Press.
- Sagar, A. D., & Najam, A. (1998). The Human Development Index: A Critical Review. *Ecological Economics*, 25(3), 249–264.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2009). *Macroeconomics 19e*. McGraw-Hill Higher Education, Maidenhead.
- Seber, G. A., & Lee, A. J. (2003). *Linear Regression Analysis* (Vol. 330). John Wiley & Sons.
- Sommerville, I. (2011). *Software Engineering, 9/E*. Pearson Education India.

- Stiglitz, J. E., Sen, A., Fitoussi, J.-P., & others. (2009). *Report by The Commission on The Measurement of Economic Performance and Social Progress*. The Commission Paris.
- Sutanto. (1994). *Penginderaan Jauh Jilid II Edisi 2*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tjiptoherijanto, P. (2016). Urbanisasi dan Pengembangan Kota di Indonesia. *Populasi*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.22146/jp.12484>
- UN, D. (2015). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. *United Nations Department of Economics and Social Affairs, Population Division: New York, NY, USA*, 41.
- Weinberg, S. (2008). *Cosmology*. OUP Oxford.
- Xiang, W., & Tan, M. (2017). Changes in Light Pollution and the Causing Factors in China's Protected Areas, 1992–2012. *Remote Sensing*, 9(10), 1026. <https://doi.org/10.3390/rs9101026>
- Ye, Y., Deng, J., Huang, L., Zheng, Q., Wang, K., Tong, C., & Hong, Y. (2021). Modeling and prediction of NPP-VIIRS nighttime light imagery based on spatiotemporal statistical method. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 59(6), 4934–4946. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2020.3011695>
- Yin, Z., Li, X., Tong, F., Li, Z., & Jendryke, M. (2020). Mapping urban expansion using night-time light images from Luojia1-01 and International Space Station. *International Journal of Remote Sensing*, 41(7), 2603–2623. <https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1693661>