

***FORECASTING JUMLAH PENDUDUK INDONESIA
MENGUNAKAN DEEP LEARNING***

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika



Oleh:

ALFATH ADITYA PUTRA

09021281924027

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI

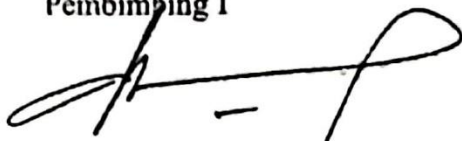
FORECASTING JUMLAH PENDUDUK INDONESIA MENGGUNAKAN DEEP
LEARNING

Oleh:

ALFATH ADITYA PUTRA


09021281924027

Pembimbing I



Julian Supardi, M.T., Ph.D.
NIP. 197207102010121001

Palembang, 11 Januari 2024
Pembimbing II



Desty Kodiah, S.Kom., M.T.
NIP. 198912212020122011

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. Muhammad Fachrurrozi, M.T.
NIP. 198605222008121002

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Kamis tanggal 11 Januari 2024 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Alfath Aditya Putra
NIM : 09021281924027
Judul : *Forecasting Jumlah Penduduk Indonesia Menggunakan Deep learning*

dan dinyatakan lulus.

1. Ketua

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003



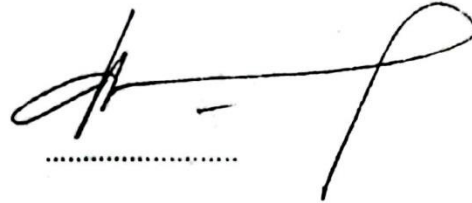
2. Penguji

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D
NIP. 1978022320060042002



3. Pembimbing I

Julian Supardi, M.T., Ph.D.
NIP. 197207102010121001



4. Pembimbing II

Desty Rodiah, S.Kom., M.T.
NIP. 198912212020122011



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Muhammad Fachrurrozi, M.T.
NIP. 198005222008121002

HALAMAN PERTANYAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alfath Aditya Putra
NIM : 09021281924027
Program Studi : Teknik Informatika
Judul : *Forecasting* Jumlah Penduduk Indonesia Menggunakan
Deep learning

Hasil Pengecekan *Software* Turnitin: 12%

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil plagiat. Apabila ada ditemukan unsur plagiat di dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada berupa paksaan dari siapapun.



Palembang, 11 Januari 2024



Alfath Aditya Putra
NIM. 09021281924027

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Bekerjalah kamu, maka Allah dan Rasul-Nya serta orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu itu, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Mengetahui akan yang gaib dan yang nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan.”

(Q.S. At Taubah: 105)

Kupersembahkan karya tulis ini kepada:

- Orang Tua serta Keluargaku.
- Dosen Pembimbing Akademik dan Skripsi.
- Teman-teman Teknik Informatika Reguler 2019
- Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Laju pertumbuhan penduduk ada tiga faktor utama yaitu kelahiran, kematian, dan migrasi. Ketiga faktor tersebut dapat digunakan untuk melakukan perkiraan terhadap jumlah penduduk di masa yang akan datang dengan dilandasi prediksi jumlah penduduk ini, maka dapat dijadikan untuk membuat berbagai kebijakan dalam perencanaan pembangunan di suatu wilayah. Pada penelitian ini digunakan metode *autoencoder* untuk melakukan prediksi terhadap jumlah penduduk. Dengan metode ini, dimensi *input* direduksi menjadi sebuah kode, selanjutnya *input* tersebut akan direkonstruksi kembali menjadi *output* dengan dimensi yang sama dengan semula. Untuk melakukan verifikasi terhadap metode yang diusulkan digunakan data kependudukan Indonesia dari tahun 1950 sampai dengan 2022, hasil dari pengujian dengan *autoencoder* memiliki akurasi terbaik yaitu MSE 0.000043483, MAE 0.005248234, dan R^2 0.990231442.

Kata Kunci: *Autoencoder, Deep Learning, Forecasting, Penduduk*

ABSTRACT

The rate of population growth has three main factors, these are natality, mortality, and migration. These three factors can be used to estimate the population in the future. Based on this population prediction, it can be used for various policies in development planning in a region. In this research, the autoencoder method will be use for predict population. With this method, the input dimensions will reduce to a code, then input will be reconstructed back into an output with dimension same as before. To verify proposed method, Indonesian population data from 1950 until 2022 will be used, the results of testing with autoencoder with the best accuracy are MSE 0.000043483, MAE 0.005248234, and R2 0.990231442.

Kata Kunci: *Autoencoder, Deep Learning, Forecasting, Population*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Swt. atas segala rahmat dan karunianya yang telah diberikan untuk dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Forecasting Jumlah Penduduk Indonesia Menggunakan Deep learning*” dalam menyelesaikan studi strata-1 program studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama pembuatan skripsi ini. Secara khusus ucapan terimakasih ini ditujukan kepada:

1. Keluarga tersayangku, ayah dan ibuku serta kakak saudaraki yang telah memberi dukungan dan perhatian kepada penulis.
2. Dekan fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
3. Dosen pembimbing skripsi, bapak Julian Supardi, M.T., Ph.D. dan Ibu Desty Rodiah, S.Kom., M.T. yang telah memberikan arahan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Dosen pembimbing akademik, bapak Muhammad Ali Buchari, M.T. yang telah memberi arahan dalam urusan akademik
5. Seluruh dosen jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang berharga.
6. Seluruh staf fakultas Ilmu Komputer, Kak Ricy, Kak Welly, Mbak Septy, dan staf-staf lainnya yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Teman-teman Teknik Informatika Reguler 2019 yang telah menjalin persahabatan bersama selama ini.
8. Semua pihak lainnya yang telah terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Palembang, Januari 2024

Alfath Aditya Putra
NIM. 09021281924027

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI.....	i
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERTANYAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-2
1.4 Tujuan Penelitian	I-2
1.5 Manfaat Penelitian	I-2
1.6 Batasan masalah.....	I-3
1.7 Sistematika penulisan.....	I-3
1.8 Ringkasan.....	I-4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	II-1
2.1. Pendahuluan	II-1
2.2. Landasan Teori.....	II-1
2.2.1. <i>Forecasting</i> Jumlah Penduduk	II-1
2.2.2. <i>Autoencoder</i>	II-2
2.2.3. <i>Artificial Neural Networks (ANN)</i>	II-6
2.2.4. <i>Activation Function</i>	II-6
2.2.4.1. <i>Linear Function</i>	II-6
2.2.4.2. ReLU (<i>Non-Linear</i>)	II-7
2.2.5. Parameter.....	II-7
2.2.5.1. <i>Learning Rate</i>	II-7
2.2.5.2. <i>Epoch</i>	II-7
2.2.5.3. <i>Gradient Descent</i>	II-8
2.2.6. Performa Peramalan	II-8
2.2.6.1. <i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	II-8
2.2.6.2. <i>Mean Square Error (MSE)</i>	II-9
2.2.6.3. Koefisien Determinasi	II-9

2.3. Penelitian Lain yang Relevan.....	II-10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1. Pendahuluan.....	III-1
3.2. Pengumpulan Data	III-1
3.2.1. Jenis Data	III-1
3.2.2. Sumber Data.....	III-1
3.2.3. Metode Pengumpulan Data	III-1
3.3. Tahapan Penelitian.....	III-1
3.3.1. Membuat Kerangka Kerja	III-2
3.3.2. Menetapkan Kriteria Pengujian.....	III-4
3.3.3. Menetapkan Format Data Pengujian	III-4
3.3.4. Menentukan Alat yang Digunakan Dalam Pelaksanaan Penelitian.....	III-5
3.3.5. Melakukan Pengujian Penelitian	III-6
3.3.6. Melakukan Analisis Hasil Pengujian dan Kesimpulan.....	III-6
3.4. Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-7
3.4.1. Fase Insepsi	III-7
3.4.2. Fase Elaborasi.....	III-7
3.4.3. Fase Kontruksi.....	III-7
3.4.4. Fase Transisi.....	III-8
3.5. Manajemen Proyek Penelitian.....	III-9
3.6. Ringkasan.....	III-13
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK	IV-1
4.1. Pendahuluan.....	IV-1
4.2. Fase Insepsi	IV-1
4.2.1. Pemodelan Bisnis	IV-1
4.2.2. Kebutuhan Sistem.....	IV-2
4.2.2.1. Fitur <i>Data Input</i>	IV-2
4.2.2.2. Fitur <i>Training</i> model.....	IV-3
4.2.2.3. Fitur <i>Load</i> model	IV-3
4.2.2.4. Fitur <i>Forecasting</i>	IV-3
4.2.3. Analisis dan Desain	IV-3
4.2.3.1. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	IV-3
4.2.3.2. Analisis Data.....	IV-3
4.2.3.3. Analisis Praproses Data.....	IV-3
4.2.3.4. Analisis Algoritma <i>Autoencoder</i>	IV-6
4.2.3.5. Analisis <i>Forecasting</i>	IV-10
4.2.3.6. Desain Perangkat Lunak.....	IV-13
4.3. Fase Elaborasi	IV-19

4.3.1. Pemodelan Bisnis	IV-19
4.3.1.1. Perancangan Data	IV-19
4.3.1.2. Perancangan <i>User Interface</i>	IV-20
4.3.2. Kebutuhan Sistem.....	IV-22
4.3.3. Diagram	IV-22
4.3.3.1. Diagram Aktivitas	IV-22
4.3.3.2. Diagram <i>Sequence</i>	IV-24
4.4. Fase Konstruksi.....	IV-26
4.4.1. Kebutuhan Sistem.....	IV-27
4.4.2. Diagram Kelas	IV-28
4.4.3. Implementasi	IV-29
4.4.3.1. Implementasi Kelas	IV-29
4.4.3.2. Implementasi <i>User Interface</i>	IV-29
4.5. Fase Transisi	IV-29
4.5.1. Pemodelan Bisnis	IV-30
4.5.2. Kebutuhan Sistem.....	IV-30
4.5.3. Rencana Pengujian	IV-30
4.5.4. Implementasi	IV-32
4.6. Ringkasan.....	IV-34
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	V-1
5.1. Pendahuluan	V-1
5.2. Data Hasil Penelitian.....	V-1
5.2.1. Skenario Pengujian.....	V-1
5.2.2. Pengujian <i>Autoencoder</i>	V-1
5.3. Analisis Hasil Pengujian	V-2
5.4. Ringkasan.....	V-5
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	VI-1
6.1. Pendahuluan	VI-1
6.2. Kesimpulan	VI-1
6.3. Saran.....	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	vii
LAMPIRAN.....	vii

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1. Arsitektur <i>Autoencoder</i>	II-2
Gambar II-4. Fungsi Aktivasi Linear	II-6
Gambar II-5. Fungsi Aktivasi ReLU.....	II-7
Gambar III-2. Diagram Alir Sistem <i>Forecasting</i> dengan <i>Deep learning</i>	III-2
Gambar IV-1. Diagram Use Case Sistem <i>Forecasting</i> dengan <i>Deep learning</i>	IV-14
Gambar IV-2. <i>User Interface</i> Input data.....	IV-20
Gambar IV-3. <i>User Interface</i> Training model	IV-21
Gambar IV-4. <i>User Interface</i> Forecasting.....	IV-21
Gambar IV-5. Diagram Aktivitas Input Data.....	IV-23
Gambar IV-6. Diagram Aktivitas <i>Training</i> model.....	IV-23
Gambar IV-7. Diagram Aktivitas <i>Forecasting</i>	IV-24
Gambar IV-8. Diagram Aktivitas <i>Load</i> Model	IV-24
Gambar IV-9. Diagram <i>Sequence</i> Input Data	IV-25
Gambar IV-10. Diagram <i>Sequence</i> Training model	IV-25
Gambar IV-11. Diagram <i>Sequence</i> Forecasting	IV-26
Gambar IV-12. Diagram <i>Sequence</i> Load Model.....	IV-26
Gambar IV-13. Diagram Kelas	IV-28
Gambar V-1. Perbandingan Nilai MSE	V-4
Gambar V-2. Perbandingan Nilai MAE.....	V-4
Gambar V-3. Perbandingan Nilai R^2	V-5

DAFTAR TABEL

Tabel III-1. Tabel Evaluasi Hasil.....	III-5
Tabel III-2. Tabel Model Arsitektur <i>Autoecoder</i> Yang Akan Diujicoba	III-6
Tabel III-3. Tabel WBS Dari Penelitian Yang Akan Dilakukan.....	III-9
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional.....	IV-2
Tabel IV-2. Kebutuhan Non-Fungsional	IV-2
Tabel IV-3. Contoh Data Percobaan	IV-4
Tabel IV-4. Contoh Data Untuk <i>Training</i>	IV-5
Tabel IV-5. Contoh Data Yang Sudah Dinormalisasi.....	IV-5
Tabel IV-6. Contoh Data yang sudah direkontruksi kembali pada <i>epoch</i> 1	IV-8
Tabel IV-7. Contoh Data yang sudah direkontruksi kembali pada <i>epoch</i> 113	IV-9
Tabel IV-8. Contoh denormalisasi data yang sudah direkontruksi	IV-9
Tabel IV-9. Contoh hasil <i>forecasting</i> dari 2011 sampai 2015	IV-10
Tabel IV-10. Contoh perhitungan jumlah populasi.....	IV-10
Tabel IV-11. Contoh data jumlah populasi asli dan prediksi.....	IV-11
Tabel IV-12. Contoh normalisasi data jumlah populasi asli dan prediksi	IV-12
Tabel IV-13. Definisi <i>Use Case</i>	IV-14
Tabel IV-14. Definisi <i>Use Case</i>	IV-15
Tabel IV-15. Skenario <i>Input Data</i>	IV-15
Tabel IV-16. Skenario <i>Training</i> model.....	IV-16
Tabel IV-17. Skenario <i>Forecasting</i>	IV-17
Tabel IV-18. Skenario <i>Load Model</i>	IV-18
Tabel IV-19. Implementasi Kelas	IV-29
Tabel IV-20. <i>Use Case Input Data</i>	IV-30
Tabel IV-21. <i>Use Case Training</i> model.....	IV-31
Tabel IV-22. <i>Use Case Forecasting</i>	IV-31
Tabel IV-23. <i>Use Case Load Model</i>	IV-31
Tabel IV-24. Pengujian <i>Use Case Input Data</i>	IV-32
Tabel IV-25. Pengujian <i>Use Case Training</i> model.....	IV-32
Tabel IV-26. Pengujian <i>Use Case Forecasting</i>	IV-33
Tabel IV-27. Pengujian <i>Use Case Load Model</i>	IV-33
Tabel V-1. Parameter pengujian <i>autoencoder</i>	V-1
Tabel V-2. Hasil pengujian <i>autoencoder</i>	V-2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan dan kesimpulan dari penelitian yang menjadi landasan penelitian.

1.2 Latar Belakang

Forecasting adalah memperkirakan suatu keadaan yang akan datang berdasarkan keadaan masa lalu dan sekarang untuk menetapkan peristiwa yang akan terjadi, sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan (Hintarsyah *et al*, 2018). *Forecasting* dapat digunakan untuk menghitung laju pertumbuhan jumlah penduduk.

Penduduk adalah orang yang berada di dalam wilayah yang terkait dengan aturan-aturan yang berlaku dan saling berinteraksi satu sama lain. Faktor-faktor yang menyebabkan laju pertumbuhan penduduk yaitu, *fertility* (kelahiran), *mortality* (kematian), dan *migration* (migrasi) (Suartha, 2016). *Forecasting* jumlah penduduk berguna untuk perencanaan pembangunan di segala bidang (Rahayu *et al*, 2016). *Forecasting* dapat dilakukan dengan *deep learning*. *Deep learning* dapat meningkatkan kinerja untuk melakukan *forecasting* (Lim dan Zohren, 2021).

Deep learning merupakan mekanisme pembelajaran yang diterapkan untuk pembelajaran mesin. *Deep learning* mempunyai bermacam-macam arsitektur diantaranya adalah *Convolutional Neural Networks* (CNN), *Recurrent Neural Network* (RNN), *Generative Adversarial Network* (GAN), dan *Autoencoder* (Putra,

2019). Pada penelitian ini, metode *Deep learning* yang digunakan untuk melakukan *forecasting* yaitu dengan *Autoencoder*.

Autoencoder dapat melakukan *training* model dengan data yang *non-linear* (Nugraha, 2022). *Autoencoder* termasuk *unsupervised learning* yang artinya *training* model dapat dilakukan tanpa membutuhkan target atau label (Muttaqin, 2023).

Pada penelitian ini akan dibuat model dari hasil *training* dengan menggunakan *autoencoder* untuk melakukan *forecasting* jumlah penduduk berdasarkan data jumlah kelahiran, kematian, dan migrasi yang bertujuan untuk menghasilkan model dengan tingkat performa peramalan yang baik.

1.3 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dikembangkan model *autoencoder* untuk melakukan *forecasting* terhadap jumlah penduduk berdasarkan jumlah kelahiran, kematian, dan migrasi. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan model *autoencoder* yang terbaik untuk melakukan *forecasting* jumlah penduduk indonesia berdasarkan data jumlah kelahiran, kematian, migrasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model dengan *autoencoder* yang menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dengan data jumlah kelahiran, kematian, migrasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah model yang dibuat dengan *autoencoder* dapat digunakan untuk *forecasting* jumlah penduduk Indonesia yang dapat membantu dalam perencanaan pembangunan di masa yang akan datang.

1.6 Batasan masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data diambil dari *2022 Revision of World Population Prospects*.
2. Data yang diambil berupa data angka kelahiran, kematian, dan migrasi dari Indonesia.

1.7 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan yang akan digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pertama, berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan, dan kesimpulan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab kedua, berisikan teori-teori dasar yang akan digunakan pada penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga, berisikan proses penjelasan dalam menjalankan penelitian, mulai dari persiapan data.

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada bab keempat, berisikan mengenai analisis dari perancangan perangkat lunak yang akan digunakan untuk penelitian.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab kelima, berisikan hasil dari pengujian yang dilakukan pada penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab keenam, berisikan kesimpulan dari uraian pada bab sebelumnya dan saran berdasarkan dari penelitian.

1.8 Ringkasan

Pada penelitian ini, metode yang digunakan yaitu dengan *deep learning* pada kasus jumlah penduduk Indonesia. Untuk melakukan *forecasting* pada kasus ini,

menggunakan faktor laju pertumbuhan penduduk Indonesia yaitu kelahiran, kematian, dan migrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Admojo, F. T., & Sulistya, Y. I. (2022). Analisis performa algoritma Stochastic Gradient Descent (SGD) dalam mengklasifikasi tahu berformalin. *Indonesian Journal of Data and Science*, 3(1), 1-8.
- Asmuruf, M. (2015). Pengaruh Pendapatan Dan Jumlah Penduduk Terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) Di Kota Sorong. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 15(5).
- Chamidah, N., Wiharto, W., & Salamah, U. (2012). Pengaruh Normalisasi Data pada Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagasi Gradient Descent Adaptive Gain (BPGDAG) untuk Klasifikasi. *J. ITSMART*, 1(1), 28-33.
- Chicco, D., Warrens, M. J., & Jurman, G. (2021). *The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation. PeerJ Computer Science*, 7, e623.
- Danukusumo, K. P. (2017). Implementasi deep learning menggunakan convolutional neural network untuk klasifikasi citra candi berbasis GPU (Doctoral dissertation, UAJY).
- Fauzi, M. R., Mia, M. T. A., & Yahya, A. K. (2019). MODEL PREDIKSI CANCER MENGGUNAKAN AUTOENCODER. *Jurma: Jurnal Program Mahasiswa Kreatif*, 3(1), 17-23.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.
- Gur-Ari, G., Roberts, D. A., & Dyer, E. (2018). *Gradient descent happens in a tiny subspace. arXiv preprint arXiv:1812.04754*.
- Hintarsyah, A. P., Christy, J., & Warnars, H. L. H. S. (2018). *Forecasting Sebagai Decision Support Systems Aplikasi Dan Penerapannya Untuk Mendukung Proses Pengambilan Keputusan. Jurnal Sistem Komputer*, 8, 19–27.
- Kusmaryanto, S. (2014). Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Wajah Metode Ekstraksi Fitur Berbasis Histogram. *Jurnal EECCIS*, 8(2), 193-198.

- Lim, B., & Zohren, S. (2021). *Time-series forecasting with deep learning: a survey. Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 379(2194), 20200209.
- Malekzadeh, M., Clegg, R. G., & Haddadi, H. (2017). Replacement autoencoder: A privacy-preserving algorithm for sensory data analysis. *arXiv preprint arXiv:1710.06564*.
- Muhammad, I., Jondri, J., & Wisesty, U. (2017). Klasifikasi sinyal ecg menggunakan deep learning dengan stacked denoising autoencoders. *eProceedings of Engineering*, 4(3).
- Mu'minin, M. A. (2018). Pengaruh pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk terhadap tingkat pengangguran terbuka di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur tahun 2011-2015 (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Muttaqin, Z. (2023). Implementasi *Unsupervised Learning* Pada Nilai Jasmani Kesamaptaaan Sekolah Polisi Negara Dengan Metode *Clustering Analysis*. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 10(1), 18-23.
- Nasution, D. A., Khotimah, H. H., & Chamidah, N. (2019). Perbandingan Normalisasi Data untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 4(1), 78-82.
- Noviando, E. S. (2016). Studi Penerapan ANN (Artificial Neural Network) Untuk Menghilangkan Harmonisa Pada Gedung Pusat Komputer (Doctoral dissertation, Riau University).
- Nugraha, F. S., & Pardede, H. F. (2022). Autoencoder untuk Sistem Prediksi Berat Lahir Bayi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 9(2).
- Nugroho, M. F. (2017). Fitur Seleksi Forward Selection Untuk Menentukan Atribut Yang Berpengaruh Pada Klasifikasi Kelulusan Mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer UNAKI Semarang Menggunakan Algoritma Naive Bayes. *Jurnal Informatika Upgris*, 3(1).
- Pakaja, F., Naba, A., & Purwanto, P. (2012). Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor. *Jurnal EECCIS*

(*Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems*), 6(1), 23-28.

Prathama, A. Y., Aminullah, A., Saputra, A., & Teknik, D. (2017). UNTUK PENENTUAN PROSENTASE BOBOT PEKERJAAN PADA RUMAH SAKIT PRATAMA, 7.

Putra, J. W. G. (2019). Pengenalan konsep pembelajaran mesin dan deep learning. Tokyo. Jepang.

Rachman, A. N., & Muhamad SR, C. (2019, June). Aplikasi *Forecasting* untuk Prediksi Jumlah Penderita Penyakit Menggunakan Metode Regresi Linier. In *SNIA (Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya) (Vol. 3, pp. D-9)*.

Rahayu, Y., Muludi, K., & Hijriani, A. (2016). Pemetaan Penyebaran dan Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan Model Geometrik di Wilayah Bandar Lampung Berbasis Web-GIS. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 2(2), 95.

Razak, M. A. (2017). Peramalan jumlah produksi ikan dengan menggunakan backpropagation neural network (studi kasus: UPTD pelabuhan perikanan Banjarmasin) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Sakinah, N. P., Cholissodin, I., & Widodo, A. W. (2018). Prediksi Jumlah Permintaan Koran Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, 2548, 964X.

Suartha, N. (2016). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingginya Laju Pertumbuhan Dan Implementasi Kebijakan Penduduk Di Provinsi Bali. *Piramida*, 12(1), 1-7.

Suryanto, A. A., & Muqtadir, A. (2019). Penerapan metode mean absolute error (MEA) dalam algoritma regresi linear untuk prediksi produksi padi. *Saintekbu*, 11(1), 78-83.

Susik, R. (2021). Recurrent autoencoder with sequence-aware encoding. In *Computational Science–ICCS 2021: 21st International Conference, Krakow*,

Poland, June 16–18, 2021, Proceedings, Part II 21, 47-57. Springer International Publishing.

Thohari, A. N. A., & Hertantyo, G. B. (2018). Implementasi Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Pembalap MotoGP Berbasis GPU. *In Conference on Electrical Engineering, Telematics, Industrial technology, and Creative Media (CENTIVE) (pp. 50-5).*

Wang, W., Huang, Y., Wang, Y., & Wang, L. (2014). *Generalized autoencoder: A neural network framework for dimensionality reduction. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition workshops (pp. 490-497).*

Zhang, G., Liu, Y., & Jin, X. (2020). A survey of autoencoder-based recommender systems. *Frontiers of Computer Science, 14, 430-450.*