

**ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER DENGAN
METODE *GROUP* LASSO DALAM DATA BERDIMENSI TINGGI**

**(Studi Kasus : Analisis Faktor-Faktor Capaian
Indeks Pembangunan Manusia Kota/Kabupaten di Jawa Barat)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
gelar Sarjana Matematika Program Studi Matematika



Oleh
RIZAL PADHILAH
NIM 1900826

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2023**

**ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER DENGAN
METODE *GROUP LASSO* DALAM DATA BERDIMENSI TINGGI
(Studi Kasus : Analisis Faktor-Faktor Capaian
Indeks Pembangunan Manusia Kota/Kabupaten di Jawa Barat)**

LEMBAR HAK CIPTA

Oleh
RIZAL PADHILAH
NIM 1900826

Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Program Studi Matematika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Rizal Padhilah 2023
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh ataupun sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

RIZAL PADHILAH

ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER DENGAN
METODE *GROUP LASSO* DALAM DATA BERDIMENSI TINGGI
(Studi Kasus : Analisis Faktor-Faktor Capaian
Indeks Pembangunan Manusia Kota/Kabupaten di Jawa Barat)

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,



Drs. Nar Herrhyanto, M.Pd.

NIP. 196106181987031001

Pembimbing II,



Dr. Lukman, S.Si, M.Si.

NIP. 196801281994021001

Mengetahui,

Kepala Departemen Pendidikan Matematika



Dr. H. Dadang Juandi, M.Si.

NIP. 196401171992021001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Analisis Regresi Logistik Biner dengan Metode *Group* LASSO dalam Data Berdimensi Tinggi (Studi Kasus : Analisis Faktor-Faktor Capaian Indeks Pembangunan Manusia Kota/Kabupaten di Jawa Barat)**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2023

Yang membuat pernyataan,



Rizal Padhilah

NIM. 1900826

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur ke hadirat Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala rahmat, karunia, keberkahan dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh proses penelitian hingga penyusunan karya tulis skripsi yang berjudul “Analisis Regresi Logistik Biner dengan Metode *Group LASSO* dalam Data Berdimensi Tinggi (Studi Kasus : Analisis Faktor-Faktor Capaian Indeks Pembangunan Manusia Kota/Kabupaten di Jawa Barat)”.

Sebagai mahasiswa yang berperan untuk memberikan perubahan ke arah yang lebih baik melalui kontribusi keilmuan serta keterampilan, maka penulis menyadari fenomena perkembangan teknologi yang kian pesat terjadi bersamaan dengan adanya kesenjangan pengetahuan ataupun keterampilan. Khususnya pada kajian keilmuan matematika bidang statistika. Hal tersebut menjadi motivasi bagi penulis untuk memberikan kontribusi pengetahuan ataupun keterampilan sesuai dengan perkembangan saat ini, salah satunya melalui penelitian ini.

Penulis berharap bahwa hasil penelitian yang tercantum dalam karya tulis skripsi ini dapat memberikan kontribusi baru yang bermanfaat khususnya bagi keilmuan matematika dan umumnya bagi agama, negara dan dunia. Penulis juga menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari tingkatan yang sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya saran ataupun kritik dari pembaca yang dapat meningkatkan kualitas karya tulis ataupun keterampilan penulisan di masa yang akan datang.

Bandung, April 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan karunia serta hidayah-Nya, sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan karya tulis skripsi ini. Penulis menyadari bahwa seluruh rangkaian proses penelitian hingga penyusunan karya tulis skripsi ini tidak akan berhasil diselesaikan tanpa adanya dukungan serta dorongan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Terlebih banyak rintangan serta tantangan yang telah penulis hadapi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini izinkan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Drs. Nar Herrhyanto, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I serta Bapak Dr. Lukman, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II, dimana keduanya secara sukarela telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan juga mengarahkan penulis semenjak awal proses penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
- 2) Bapak Dr. H. Dadang Juandi, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Indonesia.
- 3) Bapak Drs. H. Cece Kustiawan, M.Si. selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Pendidikan Indonesia.
- 4) Ibu Dra. Rini Marwati, M.S. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membersamai dari awal perkuliahan hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
- 5) Seluruh Dosen Program Studi Matematika yang secara tidak langsung telah memberikan semangat, motivasi dan juga ajakan untuk menyelesaikan skripsi tepat pada waktunya.
- 6) Kedua orang tua serta saudara dekat yang tiada henti selalu memberikan doa, nasihat, dukungan dan juga motivasi untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
- 7) Teman-teman mahasiswa Departemen Pendidikan Matematika khususnya Program Studi Matematika yang telah berjuang bersama serta saling

memotivasi dan mengajak untuk menjalani proses bimbingan secara bersama dan menyelesaikan skripsi tepat pada waktunya.

- 8) Bank Indonesia yang telah memberikan program beasiswa Bank Indonesia Reguler Tahun 2022 kepada penulis, sehingga penulis memperoleh bantuan berupa anggaran pendidikan salah satunya dalam menyelesaikan penelitian ini.
- 9) Beberapa pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan, dimana telah memberikan dukungan ataupun bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis pun tidak lupa memberikan apresiasi setinggi-tingginya atas dukungan dan bantuannya serta dengan tulus memberikan doa terbaik. Semoga *Allah subhanahu wa ta'ala* meridhoi setiap dukungan dan bantuan yang diberikan, juga membalas kebaikannya serta selalu memberikan keberkahan, kemudahan dan kesehatan kelak. *Aamiin*.

Bandung, April 2023

Penulis

**ANALISIS REGRESI LOGISTIK BINER DENGAN
METODE *GROUP* LASSO DALAM DATA BERDIMENSI TINGGI
(Studi Kasus : Analisis Faktor-Faktor Capaian
Indeks Pembangunan Manusia Kota/Kabupaten di Jawa Barat)**

ABSTRAK

Disusun oleh :

Rizal Padhilah – rizalpadhilah1@upi.edu

NIM 1900826

Data berdimensi tinggi merupakan data dengan karakteristik jumlah variabel bebas yang lebih banyak daripada amatan. Banyak variabel dalam data seperti ini seringkali memunculkan masalah, sehingga perlu pendekatan yang berbeda dalam analisis. Salah satu metode yang dapat mengatasi hal tersebut adalah metode *Group* LASSO. *Group* LASSO digunakan untuk mempermudah penyeleksian variabel yang membentuk sebuah kelompok. *Group* LASSO dapat diterapkan dalam analisis regresi, khususnya regresi logistik biner. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model regresi logistik biner *Group* LASSO pada data capaian IPM Kota/Kabupaten di Jawa Barat tahun 2020, sehingga memperoleh faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap capaian IPM. Pada penelitian ini, jumlah amatan yang digunakan berupa banyak Kota/Kabupaten di Jawa Barat sebanyak 27 amatan. Adapun variabel bebas dalam penelitian ini digunakan kelompok variabel yang diduga berpengaruh terhadap capaian IPM, seperti pendidikan, kesehatan, ekonomi, lingkungan, kependudukan, dan penyandang masalah kesejahteraan sosial. Dari hasil analisis, diperoleh model regresi logistik biner *Group* LASSO dengan nilai λ yang optimal sebesar 0,0167 dari validasi silang. Dari model tersebut dihasilkan faktor yang berpengaruh terhadap capaian IPM Kota/Kabupaten di Jawa Barat tahun 2020, yaitu kelompok pendidikan, kelompok ekonomi, kelompok lingkungan, dan kelompok kependudukan dengan akurasi model prediksi 100%.

Kata Kunci : Regresi Logistik Biner, *Group* LASSO, Data Berdimensi Tinggi, Multikolinearitas, Indeks Pembangunan Manusia

**BINARY LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS WITH
GROUP LASSO METHOD IN HIGH DIMENSIONAL DATA
(Case Study : Analysis of Outcome Factors City/Regency
Human Development Index in West Java)**

ABSTRACT

Written by :

Rizal Padhilah – rizalpadhilah1@upi.edu

NIM 1900826

High-dimensional data is data characterized by more independent variables than observations. Many variables in such data often lead to problems, so a different approach is needed in the analysis. One method that can overcome this is the Group LASSO method. Group LASSO is used to simplify the selection of variables that form a group of variables to obtain a simpler model. Group LASSO can be applied in regression analysis, especially binary logistic regression. This study aims to apply the Group LASSO binary logistic regression model to the data on HDI achievements of Cities/Regencies in West Java in 2020 to obtain factors that affect HDI achievements. In this study, the number of observations used in the form of many Cities/Regencies in West Java is 27 observations. The independent variables in this study used a group of variables that are thought to affect HDI achievements, such as education, health, economy, environment, population, and people with social welfare problems. The analysis obtained a Group LASSO binary logistic regression model with an optimal λ value of 0.0167 from cross-validation. From this model, the factors influencing the HDI achievement of Cities/Regencies in West Java in 2020 are the education, economic, environmental, and population groups with a 100% accurate prediction model.

Keywords : Binary Logistic Regression, Group LASSO, High Dimensional Data, Multicollinearity, Human Development Index

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Data Berdimensi Tinggi.....	7
2.2 Regresi Logistik	8
2.3 Asumsi Regresi Logistik.....	9
2.4 Regresi Logistik Biner	9
2.5 Uji Multikolinearitas	11
2.6 Penaksir Parameter Regresi Logistik Biner	11
2.7 Interpretasi Parameter Regresi Logistik Biner.....	13
2.8 LASSO	14
2.9 <i>Group</i> LASSO	16
2.10 Penaksir Parameter Regresi Logistik Biner <i>Group</i> LASSO.....	18
2.11 Algoritma <i>Group Descent</i>	20
2.12 Validasi Silang Lipat <i>k</i>	20

2.13 Ketepatan Klasifikasi Regresi Logistik Biner	21
2.14 Indeks Pembangunan Manusia	22
2.15 Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia	24
2.15.1 Aspek Pendidikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia	25
2.15.2 Aspek Kesehatan terhadap Indeks Pembangunan Manusia .	25
2.15.3 Aspek Ekonomi terhadap Indeks Pembangunan Manusia...	26
2.15.4 Aspek Lingkungan terhadap Indeks Pendidikan Manusia...	27
2.15.5 Aspek Kependudukan terhadap Indeks Pembangunan Manusia.....	27
2.15.6 Aspek Penyandang Masalah Kesejahteraan Sosial terhadap Indeks Pembangunan Manusia.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Sumber Data Penelitian.....	30
3.2 Variabel Penelitian.....	30
3.2.1 Variabel Terikat.....	30
3.2.2 Variabel Bebas	30
3.3 Langkah-Langkah Penelitian	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Gambaran Umum Provinsi Jawa Barat.....	39
4.2 Analisis Deskriptif	39
4.2.1 Deskripsi Kota/Kabupaten Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Indeks Pembangunan Manusia.....	39
4.2.2 Deskripsi Data Kelompok Pendidikan.....	41
4.2.3 Deskripsi Data Kelompok Kesehatan	42
4.2.4 Deskripsi Data Kelompok Ekonomi	44
4.2.5 Deskripsi Data Kelompok Lingkungan	45
4.2.6 Deskripsi Data Kelompok Kependudukan	46
4.2.7 Deskripsi Data Penyandang Masalah Kesejahteraan Sosial ..	48
4.3 Uji Multikolinearitas.....	49
4.3.1 Hubungan Antarvariabel.....	49
4.3.2 <i>Varians Inflation Factor</i>	51

4.4 Penerapan Regresi Logistik Biner <i>Group LASSO</i>	51
4.5 Interpretasi Model Regresi Logistik Biner <i>Group LASSO</i>	55
4.5.1 Interpretasi Variabel Kelompok Pendidikan.....	56
4.5.2 Interpretasi Variabel Kelompok Lingkungan	56
4.5.3 Interpretasi Variabel Kelompok Ekonomi	60
4.5.4 Interpretasi Variabel Kelompok Kependudukan	61
4.6 Ketepatan Klasifikasi Model.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pembagian Kategori Hasil Prediksi	22
Tabel 2.2 Tabel Klasifikasi	22
Tabel 3.1 Variabel Bebas Kelompok Pendidikan	31
Tabel 3.2 Variabel Bebas Kelompok Kesehatan.....	32
Tabel 3.3 Variabel Bebas Kelompok Ekonomi.....	33
Tabel 3.4 Variabel Bebas Kelompok Lingkungan.....	33
Tabel 3.5 Variabel Bebas Kelompok Kependudukan	34
Tabel 3.6 Variabel Bebas Kelompok PMKS	35
Tabel 3.7 Data Penelitian	36
Tabel 4.1 Deskripsi Data Kelompok Pendidikan	41
Tabel 4.2 Deskripsi Data Kelompok Kesehatan	43
Tabel 4.3 Deskripsi Data Kelompok Ekonomi	44
Tabel 4.4 Deskripsi Data Kelompok Lingkungan.....	45
Tabel 4.5 Deskripsi Data Kelompok Kependudukan.....	46
Tabel 4.6 Deskripsi Data Kelompok PMKS	48
Tabel 4.7 <i>Output Uji VIF</i>	51
Tabel 4.8 <i>Output Summary Cross-Validation</i>	54
Tabel 4.9 Koefisien Parameter Saat Nilai λ Optimal.....	54
Tabel 4.10 <i>Odds Ratio</i> Variabel Kelompok Pendidikan.....	56
Tabel 4.11 <i>Odds Ratio</i> Variabel Kelompok Lingkungan.....	58
Tabel 4.12 <i>Odds Ratio</i> Variabel Kelompok Ekonomi	60
Tabel 4.13 <i>Odds Ratio</i> Variabel Kelompok Kependudukan.....	61
Tabel 4.14 Ketepatan Klasifikasi Model.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Data Berdimensi Tinggi ($p \gg n$)	7
Gambar 2.2 Ilustrasi Perbedaan Regresi LASSO dan Regresi <i>Ridge</i>	15
Gambar 2.3 Perbandingan LASSO, <i>Group</i> LASSO, dan <i>Ridge</i>	17
Gambar 2.4 Ilustrasi Pemilihan Variabel LASSO dan <i>Group</i> LASSO	17
Gambar 2.5 Perjalanan Metodologi Penghitungan IPM di UNDP	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	37
Gambar 4.1 Grafik Perkembangan Indeks Pembangunan Manusia Jawa Barat...	40
Gambar 4.2 Grafik dan Peta Persebaran Capaian IPM Provinsi Jawa Barat	40
Gambar 4.3 Grafik <i>Heatmap</i> Matriks Korelasi Antarvariabel.....	50
Gambar 4.4 Kurva Koefisien Parameter Regresi Logistik Biner <i>Group</i> LASSO	52
Gambar 4.5 Penentuan Parameter <i>Tuning</i> (λ).....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian.....	74
Lampiran 2. Program Transformasi Data (<i>Z-Score</i>) menggunakan <i>Python</i>	81
Lampiran 3. Program Matriks Korelasi menggunakan <i>Python</i>	83
Lampiran 4. Program <i>Varians Inflation Factor</i> menggunakan <i>Python</i>	84
Lampiran 5. Program Regresi Logistik Biner <i>Group LASSO</i> dengan R.....	86

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman & Rachman, F. F. (2021). Ketimpangan Indeks Pembangunan Manusia dan Komponennya antar Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Selatan 2010-2020. *BESTARI BPS Kalimantan Timur*, 1(01).
- Andriansyah, F., Wulandari, C., Hayatri, T. N., & Zahra, A. H. L. (2022). Strategy of Improvement of The Human Development Indeks in Indonesia Through Sustainable Settlement Management. *Dinamika Ekonomi*, 13(2), 259-270.
- Antara, I. G. M. Y., & Suryana, I. G. P. E. (2020). Pengaruh Tingkat Kepadatan Penduduk terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Bali. *Media Komunikasi Geografi*, 21(1), 63-73.
- Apriati, Y., & Arofah, L. (2016). Profil Pengemis di Kawasan Pemakaman Syekh Muhammad Arsyad Albanjari di Desa Kalampaian Tengah Kecamatan Astambul Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan.
- Arifin, M. Y. (2015). Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Sektor Kesehatan, Pengeluaran Pemerintah Sektor Pendidikan dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Indeks Pembangunan Manusia Jawa Timur 2006-2013.
- Bakin, S. (1999). Adaptive Regression and Model Selection in Data Mining Problems.
- Basri, S. M. (2017). Peranan Pasar Tradisional dalam Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat (Studi Kasus Pada Pasar Pa'baeng-Baeng. *Universitas Muhammadiyah Makassar*.
- Bazdaric, K., Sverko, D., Salaric, I., Martinovic, A., & Lucijanic, M. (2021). The ABC of Linear Regression Analysis: What Every Author and Editor Should Know. *European Science Editing*, 47, e63780.
- Bielza, C., Robles, V., & Larrañaga, P. (2011). Regularized Logistic Regression Without a Penalty Term: An Application to Cancer Classification with Microarray Data. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5110-5118.
- Breheny, P., & Huang, J. (2013). Group Descent Algorithms for Nonconvex Penalized Linear and Logistic Regression Models with Grouped Predictors. *Statistics and computing*, 25, 173-187.

- Brink-Jensen, K., & Ekstrøm, C. T. (2014). Inference for Feature Selection Using The Lasso with High-Dimensional Data. *arXiv preprint arXiv:1403.4296*.
- Casella, G., Ghosh, M., Gill, J., & Kyung, M. (2010). Penalized Regression, Standard Errors, and Bayesian Lassos. *Bayesian Anal.* 5 (2) 369 - 411, June 2010. <https://doi.org/10.1214/10-BA607>
- Chatterjee, A., & Lahiri, S. N. (2011). Bootstrapping Lasso Estimators. *Journal of the American Statistical Association*, 106(494), 608-625.
- Chen, H., & Xiang, Y. (2017). The Study of Credit Scoring Model Based on Group Lasso. *Procedia Computer Science*, 122, 677–684. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.423>
- Chen, S., Notodiputro, K. A., & Rahardiantoro, S. (2020). Penerapan Analisis LASSO dan Group LASSO dalam Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Tuberkulosis di Jawa Barat. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 4(1), 39-54.
- Daoud, J. I. (2018). Multicollinearity and Regression Analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 949(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/949/1/012009>
- Dewi, P. S. (2021). Dampak Pemekaran Kelurahan dalam Meningkatkan Pelayanan Administrasi pada Kantor Kelurahan Rapak dalam Kota Samarinda. *PREDIKSI: Jurnal Administrasi dan Kebijakan*, 20(1), 67-70.
- Digdowiseiso, K., & Damayanti, N. (2021). Faktor-faktor Penentu Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Barat Tahun 2016-2020. *AKURASI: Jurnal Riset Akuntansi dan Keuangan*, 3(3), 183-196. <https://doi.org/10.36407/akurasi.v3i3.428>
- Edgar, T. W., & Manz, D. O. (2017). Exploratory Study. *Research Methods for Cyber Security*, 95–130. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805349-2.00004-2>
- El Sheikh, A. A., Barakat, S. L., & Mohamed, S. M. (2021). New Aspects on The Modified Group Lasso Using The Least Angle Regression and Shrinkage Algorithm. *Information Sciences Letters*, 10(3), 527–536. <https://doi.org/10.18576/isl/100317>

- Ferré, J. (2009). Regression Diagnostics. *Comprehensive Chemometrics*, Elsevier, 33–89
- Fitriyah, Z., Irsalina, S., & Widodo, E. (2021). Analisis Faktor yang Berpengaruh terhadap IPM Menggunakan Regresi Linear Berganda. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 2(3), 282–291.
- Garson, G. D. (2014). Logistic Regression: Binary and Multinomial. *Asheboro, NC*.
- Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. (2009). The Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference, and Prediction. Ed ke-2. New York (US): Springer
- Hayati, N. (2019). Faktor-Faktor Mempengaruhi IPM di Kota Banjarmasin. *JIEP: Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Pembangunan*, 1(1), 187–193. <https://doi.org/10.20527/jiep.v1i1.1127>
- Herrhyanto, N. (2003). Statistika Matematis Lanjutan. *Bandung: Pustaka Setia*.
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). Applied logistic regression (Vol. 398). *John Wiley & Sons*.
- Huang, J., & Zhang, T. (2010). The Benefit of Group Sparsity. *The Annals of Statistics*, 38(4), 1978–2004.
- Iftikhar, S., & Aziz, B. (2017). Analysis of Factors Affecting Solid Waste Management: A Study Of Cities Municipalities. *Gomal Journal of Social Sciences & Humanities*, 1(1), 48–60.
- Imanulloh, D. W., & Purwanti, L. (2017). Pengaruh Belanja Modal, Pendapatan Asli Daerah, dan Pendapatan Per Kapita terhadap Indeks Pembangunan Manusia (Studi Pada Kabupaten dan Kota di Pulau Jawa Tahun 2013–2015). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 5(2), 1–15.
- Imron, C. (2018). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Pengeluaran Pemerintah Sektor Pendidikan, Kesehatan, Infrastruktur Terhadap Indeks Pembangunan Manusia Di Provinsi Jawa Timur 2011–2016 (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Iqbal, M. A. (2020). Application of Regression Techniques with Their Advantages and Disadvantages. *Elektron Magazine*, 4(1), 11–17.

- Izzah, C. I., & Hendarti, I. M. (2021). Analisis Pengaruh Tenaga Kerja, Tingkat Upah, dan PDRB terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Kajian Pendidikan Ekonomi Dan Ilmu Ekonomi*, 2, 99-106.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). An Introduction to Statistical Learning (Vol. 112, p. 18). *New York: springer*.
- Kariuki, C. W. (2015). Factors Influencing Solid Waste Management in Urban Centres: A Case of Thika Sub County, Kiambu County, Kenya (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
- Khairunnisa, S. F., Suharni, S., & Nohe, D. A. (2022). Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Barat Menggunakan Regresi Logistik Biner. In *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Statistika* (Vol. 2).
- Khoiriah, A. A., Bakri, S., & Santoso, T. (2017). Pengaruh Perubahan Lahan, Tingkat Kemiskinan dan Pendapatan Beberapa Sektor Perekonomian Terhadap Indeks Pembangunan Manusia: Studi Di Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 5(1), 117-127.
- Kim, J. H. (2019). Multicollinearity and Misleading Statistical Results. *Korean journal of anesthesiology*, 72(6), 558-569.
- Koh, K., Kim, S. J., & Boyd, S. (2007). An Interior-Point Method for Large-Scale L1-Regularized Logistic Regression. *Journal of Machine learning research*, 8(Jul), 1519-1555.
- Kulla, T., Rumapea, P., & Tampongangoy, D. (2018). Kualitas Sumber Daya Manusia dalam Meningkatkan Pembangunan Desa Tinggilbet Distrik Beoga Kabupaten Puncak Provinsi Papua. *Jurnal Administrasi Publik*, 4(58).
- Latuconsina, Z. M. Y. (2017). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Malang Berbasis Pendekatan Perwilayahan dan Regresi Panel. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah Dan Perdesaan)*, 1(2), 202-216.

- Li, X., & Xu, L. (2021). Human Development Associated with Environmental Quality in China. *Plos one*, *16*(2), e0246677.
- Liu, H., & Zhang, J. (2009). Estimation Consistency of The Group Lasso and Its Applications. *Journal of Machine Learning Research*, *5*, 376–383.
- Marseno, B., & Mulyani, E. (2020). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Pendapatan Asli Daerah (PAD), Jumlah Penduduk Dan Luas Wilayah Terhadap Belanja Modal Pemerintah Daerah. *Jurnal Eksplorasi Akuntansi*, *2*(4), 3452-3467.
- Mirza, D. S. (2011). Pengaruh Kemiskinan, Pertumbuhan Ekonomi, dan Belanja Modal terhadap IPM Jawa Tengah. *JEJAK: Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan*, *4*(2).
- Narisetty, N. N. (2020). Bayesian Model Selection for High-Dimensional Data. In *Handbook of Statistics* (Vol. 43, pp. 207-248). Elsevier.
- Rahmi, D. M. (2019). Investasi Modal Manusia Dalam Pembangunan Ekonomi Perspektif Islam. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Indonesia*, *5*(1), 55-64.
- Refaeilzadeh, P., Tang, L., & Liu, H. (2009). Cross-validation. *Encyclopedia of database systems*, *5*, 532-538.
- Sapaat, T. M., Lopian, A. L. C. P., & Tumangkeng, S. Y. (2020). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sulawesi Utara Tahun (2005-2019). *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, *20*(03).
- Sari, M., & Purhadi, P. (2021). Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Barat, Jawa Timur dan Jawa Tengah Tahun 2019 dengan Menggunakan Metode Regresi Logistik Ordinal. *Jurnal Gaussian*, *10*(1), 149-158.
- Senaviratna, N. A. M. R., & Cooray, T. M. J. A. (2019). Diagnosing Multicollinearity of Logistic Regression Model. *Asian Journal of Probability and Statistics*, *5*(2), 1-9.
- Setiawan, S., & Sutikno, S. (2010). Bayes Wavelet Regression Approach to Solve Problems in Multivariable Calibration Modeling. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, *21*(2).
- Simanjuntak, F. N. (2017). Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Dinamika Pendidikan*, *10*(2), 169-195.

- Sudjana. (2005). *Metoda Statistika Edisi 7. Bandung: Tarsito*
- Sunandi, E., Notodoputro, K. A., & Sartono, B. (2021). A Study on Group Lasso for Grouped Variable Selection in Regression Model. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1115(1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1115/1/012089>
- Suryani, A., & Sartika, E. (2021). Determinasi Faktor–Faktor Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Barat menggunakan Regresi Data Panel. *ETHOS: Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(1), 151-160.
- Susiani, I. R., & Abadih, N. D. (2021). Kualitas Guru dalam Meningkatkan Mutu Pendidikan di Indonesia. *MODELING: Jurnal Program Studi PGMI*, 8(2), 292-298.
- Taufik. (2022). Peningkatan Indeks Pembangunan Manusia Pada Aspek Pendidikan di Kabupaten Takalar. *Universitas Muhammadiyah*
- Tewu, M. E. (2015). Peranan Sumber Daya Manusia dalam Meningkatkan Aktivitas Kelompok Tani di Desa Tember. *Acta Diurna Komunikasi*, 4(3).
- Tibshirani, R. J., & Tibshirani, R. (2009). A Bias Correction for The Minimum Error Rate in Cross-Validation.
- Trisno, T. U., & Oktarina, Y. (2022). Pengaruh Kemiskinan terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2016-2020. *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, 4(8), 3560-3566.
- Trisnanto, A., & Diartho, H. C. (2018). Strategi Sektor Kesehatan Dalam Meningkatkan Indeks Pembangunan Manusia Di Kabupaten Situbondo. *Wiga: Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi*, 8(2), 86-93.
- Vatcheva, K. P., Lee, M., McCormick, J. B., & Rahbar, M. H. (2016). Multicollinearity in Regression Analyses Conducted in Epidemiologic Studies. *Epidemiology (Sunnyvale, Calif.)*, 6(2).
- Yuan, M., & Lin, Y. (2006). Model Selection and Estimation in Regression with Grouped Variables. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 68(1), 49-67.

- Yunus, M., Saefudin, A., & Soleh, A. M. (2017). Characteristics of Group LASSO in Handling High Correlated Data. *Applied Mathematical Sciences*, 11(20), 953–961. <https://doi.org/10.12988/ams.2017.7276>
- Zakaria, R. (2018). Pengaruh Tingkat Jumlah Penduduk, Pengangguran, Kemiskinan, Pertumbuhan Ekonomi, dan Belanja Modal terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2010-2016.
- Zhao, N., Xu, Q., Tang, M. L., Jiang, B., Chen, Z., & Wang, H. (2020). High-Dimensional Variable Screening Under Multicollinearity. *Stat*, 9(1), e272.
- Zhu, L., Li, L., & Wang, M. H. (2020). Comparison of Regression Models on House Value Prediction.
- Zuhairoh, Z. A., & Melaniani, S. (2018). Pengaruh Angka Kematian Bayi, Angka Partisipasi Murni, Rasio Ketergantungan terhadap Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, 7(1), 87-95.