

Analisis Tingkat Kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat Melalui Pendekatan Regresi Terkendala (Ridge Regression, Lasso, dan Elastic Net)

FITRI MUDIA SARI¹, KHAIRIL ANWAR NOTODIPUTRO², BAGUS SARTONO³

¹Jurusan Statistika, Universitas Negeri Padang, Indonesia

^{1,2,3}Departemen Statistika, IPB University, Bogor, Indonesia

e-mail: fitrimudiasari@fmipa.unp.ac.id

ABSTRAK

Pandemi Covid-19 yang mulai menyerang Indonesia semenjak Maret 2020 menyebabkan krisis ekonomi dan sosial di Indonesia, termasuk Sumatera Barat. Data BPS Sumatera Barat menyebutkan bahwa jumlah penduduk miskin bertambah sebanyak 20.056, dari 344.023 orang pada Maret 2020, menjadi 364.079 pada September 2020. Masalah kemiskinan merujuk pada konsep high dimensional data yang melibatkan banyak peubah sehingga digunakan Regresi Ridge, LASSO, dan Elastic Net yang dapat mengatasi masalah multikolinieritas. Penelitian ini bertujuan untuk melihat peubah yang memiliki pengaruh yang penting terhadap tingkat kemiskinan di Sumatera Barat menggunakan model terbaik yang terpilih dari Regresi Ridge, LASSO, dan Elastic Net. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat buta huruf merupakan peubah penting yang mempengaruhi tingkat kemiskinan di Sumatera Barat dengan model terbaik yaitu Regresi Ridge.

Kata Kunci: Kemiskinan, Regresi Ridge, LASSO, Elastic-Net.

ABSTRACT

The Covid-19 pandemic that began to attack Indonesia since March 2020 caused an economic and social crisis in Indonesia, including West Sumatra. West Sumatra BPS data states that the number of poor people increased by 20,056, from 344,023 people in March 2020, to 364,079 in September 2020. The problem of poverty refers to the concept of high dimensional data that involves many variables so that Ridge Regression, LASSO, and Elastic Net are used which can solve the problem of multicollinearity. This study aims to determine the variables that have an important influence on the poverty level in West Sumatra using the best selected model from Ridge Regression, LASSO, and Elastic Net. The results showed that the illiteracy rate is an important variable that affects the poverty rate in West Sumatra with the best model being Ridge Regression.

Keywords: Poverty, Ridge Regression, LASSO, Elastic-Net.

1. PENDAHULUAN

Sampai saat ini, kemiskinan masih menjadi permasalahan utama di berbagai belahan dunia. Pada 25 September 2015, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) telah mengesahkan Agenda Tujuan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/ SDGs) yang dihadiri oleh kurang lebih 193 kepala negara, termasuk Wakil Presiden Indonesia Jusuf Kalla. Tujuan pertama dari SDGs adalah “end poverty in all its forms everywhere” yang berarti mengakhiri segala bentuk kemiskinan di semua tempat pada tahun 2030. Oleh karena itu pemerintah di setiap negara melakukan berbagai macam cara untuk mengurangi kemiskinan.

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang masih memiliki persentase masyarakat miskin yang cukup tinggi. Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa pada bulan Maret 2020 jumlah penduduk miskin (penduduk dengan pengeluaran per kapita per bulan di bawah Garis Kemiskinan) di Indonesia mencapai 26,42 juta jiwa atau 9,84% dari total

penduduk Indonesia. Kemiskinan adalah suatu permasalahan yang kompleks, sehingga diharapkan pemerintah dapat mengentaskan kemiskinan di Indonesia.

Salah satu wilayah di Indonesia, tepatnya di pulau Sumatera, yang memiliki berbagai karakteristik wilayah dengan kekayaan alam yang berlimpah adalah Sumatera Barat. Sumatera Barat memiliki potensi sumber daya yang sangat menjanjikan, seperti potensi di bidang pertambangan (batu bara), potensi bahan galian, perkebunan, peternakan, perikanan, pariwisata dan sektor lainnya. Namun potensi ini belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga tingkat kemiskinan di Sumatera Barat masih tinggi. Selain itu, pandemi Covid-19 yang mulai menyerang Indonesia semenjak Maret 2020 menyebabkan krisis ekonomi dan sosial di Indonesia, termasuk Sumatera Barat. Data BPS Sumatera Barat menyebutkan bahwa jumlah penduduk miskin bertambah sebanyak 20.056, dari 344.023 orang pada Maret 2020, menjadi 364.079 pada September 2020. Hal ini mengindikasikan bahwa Covid-19 memberikan dampak pada tingkat kemiskinan di Sumatera Barat.

Kemiskinan bersifat multidimensi, artinya masalah kemiskinan berkaitan dan dipengaruhi oleh banyak peubah yang akan merujuk pada konsep *high dimensional data* (Kusuma & Wulansari, 2019). Pada analisis *high dimensional data*, seringkali terjadi pelanggaran asumsi non multikolinieritas karena melibatkan banyak peubah. Kasus multikolinieritas dapat diatasi dengan beberapa metode, diantaranya Regresi Ridge, *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO), dan regulasi *elastic-net*.

Regresi Ridge pertama kali diperkenalkan oleh Hoerl pada tahun 1962 untuk mengatasi ketidakstabilan penduga OLS akibat adanya multikolinieritas. Regresi Ridge merupakan modifikasi dari metode OLS yang menghasilkan penduga bias, namun memiliki kuadrat tengah galat yang lebih kecil dibandingkan metode OLS (Kutner *et al.* 2005). Ohlyver (2011) menyimpulkan bahwa metode ini bisa menghasilkan penduga yang nilainya mendekati parameter sebenarnya, meskipun penduganya bersifat bias. Hal ini dapat diketahui dari perbandingan nilai *mean square error* (MSE) yang dihasilkan penduga Ridge lebih kecil dibandingkan MSE penduga OLS.

LASSO adalah salah satu metode penyusutan seperti Regresi Ridge yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan multikolinieritas yang diperkenalkan oleh Tibshirani tahun 1996. Perbedaan utama LASSO dan Ridge terletak pada penalti penyusutan yang diberikan. Pada LASSO penalti yang diberikan dikalikan dengan nilai mutlak dari koefisien regresi, sedangkan pada Regresi Ridge penalti yang diberikan dikalikan dengan kuadrat dari koefisien regresi. Penalti penyusutan pada metode LASSO menyebabkan nilai penduga koefisien parameter menyusut sehingga peubah prediktor yang penting atau berpengaruh terhadap model tetap dimasukkan ke dalam model, sedangkan peubah prediktor yang kurang penting akan disusutkan sampai nol dan terseleksi dari model sehingga model menjadi lebih efisien (Prabowo *et al.* dalam Kusuma & Wulansari, 2019).

Elastic-net merupakan metode yang menggabungkan penalti regresi ridge dan LASSO yang diperkenalkan oleh Zou dan Hastie pada tahun 2005. Regulasi ini mampu mengatasi kekurangan dari LASSO. *Elastic-net* berfungsi seperti LASSO, yaitu secara simultan melakukan seleksi peubah dan penyusutan koefisien penduga.

Terkait dengan kebijakan pemerintah dalam upaya pengentasan dan pencegahan kemiskinan yang dipengaruhi oleh banyak peubah, perlu dibuat prioritas berdasarkan peubah mana yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap kemiskinan. Oleh karena itu, untuk dapat mengetahui peubah-peubah yang memengaruhi kemiskinan pada *high dimensional data*, penelitian ini menggunakan analisis Regresi Ridge, LASSO, dan *Elastic-net*.

2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi BPS “Provinsi Sumatera Barat Dalam Angka 2021” yang berisi statistik Provinsi Sumatera Barat tahun 2020. Peubah penelitian yang digunakan adalah tingkat buta huruf, keluhan kesehatan, tingkat pengangguran terbuka, tingkat partisipasi angkatan kerja, persentase rumah tangga tani, persentase pengeluaran makanan, persentase pengeluaran bukan makanan, kepadatan penduduk, persentase rumah tangga dengan lantai tanah, persentase rumah tangga dengan bahan bakar memasak kayu, persentase rumah tangga dengan sanitasi layak, persentase rumah tangga dengan sumber air minum layak, dan indeks pembangunan daerah. Setiap pengamatan merupakan Kabupaten/Kota yang terdapat di Sumatera Barat.

Jumlah Kbaupaten/Kota yang terdapat di Sumatera Barat adalah sebanyak 19 amatan. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah Regresi Ridge, LASSO, dan *Elastic-net*.

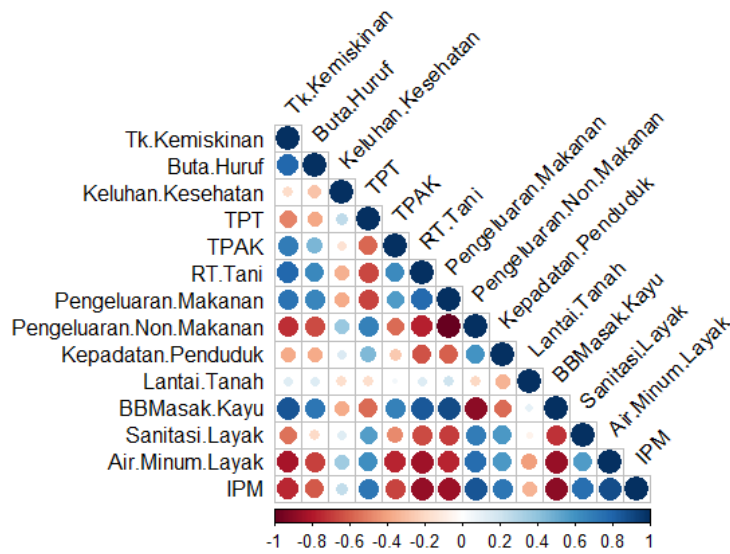
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai informasi awal untuk mengetahui karakteristik dan pola data yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya, maka perlu dilihat deskripsi statistik untuk masing-masing peubah yang digunakan dalam penelitian ini. Deskripsi peubah-peubah yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat diketahui bentuk sebaran dari masing-masing peubah dengan melihat perbandingan nilai rata-rata dan kuartil kedua. Jika nilai rata-rata lebih besar dari nilai kuartil kedua maka sebaran akan menjulur ke kanan. Sebaliknya jika nilai rata-rata lebih kecil dari nilai kuartil kedua maka sebaran akan menjulur ke kiri. Dan jika rata-rata sama dengan kuartil kedua maka data menyebar normal. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa hampir semua peubah memiliki sebaran agak menjulur ke kanan, karena nilai rata-rata lebih besar dari nilai kuartil kedua.

Tabel 1 Deskripsi Statistik dari Peubah-Peubah yang Digunakan dalam Penelitian

Peubah	Minimum	Kuartil 1	Kuartil 2	Kuartil 3	Maksimum	Rata-rata
Tingkat kemiskinan	2.16	4.47	6.75	7.10	14.31	6.21
Tingkat buta huruf	0.04	0.20	0.40	0.59	1.90	0.46
Keluhan kesehatan	22.52	29.62	31.06	33.09	41.15	31.29
TPT	3.03	4.74	5.62	7.68	13.64	6.34
TPAK	64.16	67.33	69.84	72.69	81.65	70.08
Rumah tangga dengan pekerjaan utama bertani	2.85	10.59	28.45	43.32	66.88	27.31
Pengeluaran makanan	41.13	48.02	54.11	57.03	66.45	52.90
Pengeluaran non makanan	33.55	42.98	45.89	51.99	58.87	47.10
Kepadatan penduduk	14.58	82.47	278.20	1170.32	4795.09	764.75
Rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah	0.00	0.22	0.39	0.63	1.86	0.44
Rumah tangga dengan bahan bakar memasak kayu	0.93	5.07	18.58	22.41	62.34	17.35
Rumah tangga yang memiliki sanitasi layak	40.90	60.55	71.51	82.16	90.25	69.92
Rumah tangga yang memiliki sumber air minum yang layak	35.83	72.87	87.08	96.10	100.00	82.44
IPM	61.09	69.06	71.51	77.42	82.82	72.44

Gambar 1 memperlihatkan plot korelasi antar peubah. Warna biru menunjukkan korelasi positif antar peubah, sedangkan warna merah menunjukkan korelasi negatif. Semakin kecil korelasi semakin kecil ukuran lingkaran dan warnanya juga semakin pudar. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa beberapa peubah bebas yang digunakan dalam penelitian memiliki korelasi tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat multikolinieritas antar peubah bebas yang digunakan dalam penelitian.

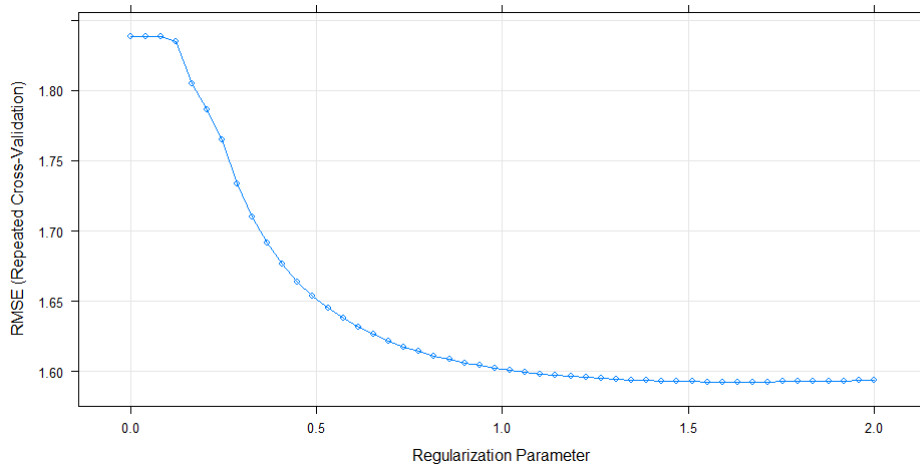


Gambar 1 Korelasi Antar Peubah yang Digunakan dalam Penelitian

Pemilihan Nilai Parameter Penyusutan

a) Regresi Ridge

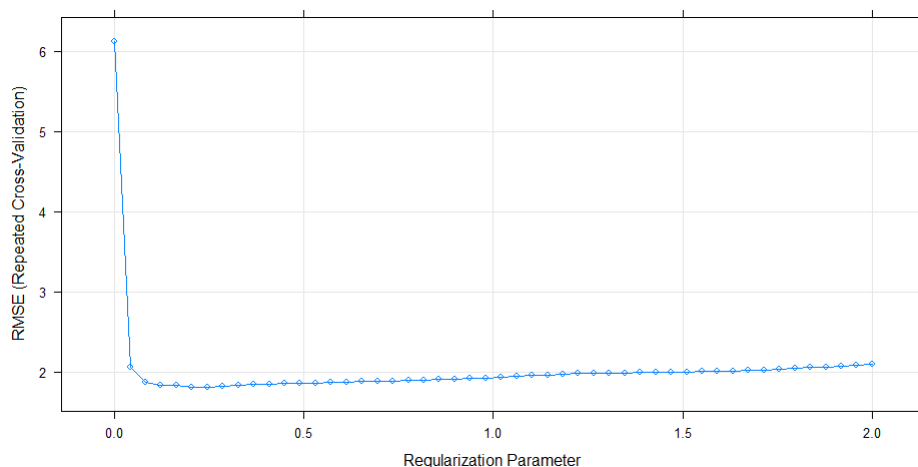
Parameter penyusutan (λ) optimal untuk Regresi Ridge diperoleh dengan metode validasi silang (Cross Validation-CV) yang menghasilkan CVE minimum. Pada penelitian ini CV dilakukan dengan five-fold cross validation, dimana amatan dibagi dalam lima gugus data secara acak dengan ukuran yang hampir sama. Proses validasi silang dilakukan berulang sampai lima kali, dengan masing-masing gugus data digunakan satu kali sebagai validasi model. Pemilihan model untuk Regresi Ridge menggunakan CVE yang paling kecil. Nilai λ optimal yang dipilih sebesar 1.6735. Gambar 2 menunjukkan validasi silang parameter penyusutan (λ) untuk Regresi Ridge.



Gambar 2 Validasi Silang Parameter Penyusutan (λ) Regresi Ridge

b) LASSO

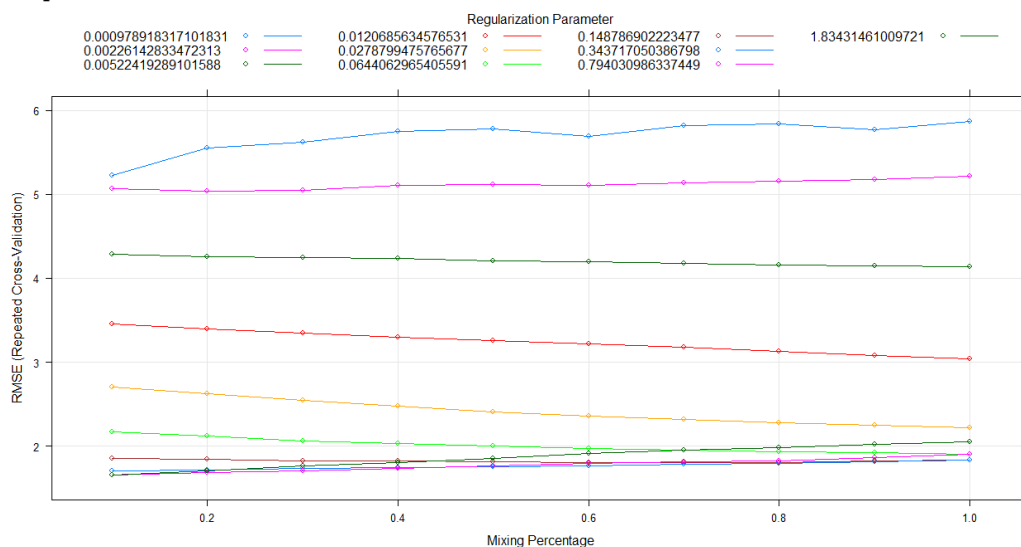
Parameter penyusutan (λ) LASSO diperoleh dengan metode validasi silang. λ optimal dipilih berdasarkan nilai CVE minimum. Proses pemilihan CV pada metode LASSO sama dengan metode Ridge. Nilai λ optimal yang dipilih sebesar 0.2041. Hasil CV dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Plot Validasi Silang Parameter Penyusutan (λ) LASSO

c) *Elastic-net*

Elastic-net menggunakan dua penalti penyusutan, yaitu penalti Regresi Ridge $\sum_{j=1}^p \beta_j^2$ dan penalti LASSO $\sum_{j=1}^p |\beta_j|$. Parameter untuk penalti Regresi Ridge adalah λ dikali dengan α , sedangkan parameter untuk penalti LASSO adalah λ dikali dengan $(1 - \alpha)$ dengan nilai α berkisar antara 0 dan 1. Pemilihan nilai α dan λ optimal dengan CV yang menghasilkan CVE minimum. Nilai α optimal adalah sebesar 0,1 dan λ optimal sebesar 0.7940. Hasil CV dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Plot Validasi Silang Parameter Penyusutan *Elastic-Net*

Tingkat Kepentingan Peubah

Perbandingan tingkat kepentingan peubah (*variable importance performance/ VIP*) dengan menggunakan Regresi Ridge, LASSO, dan Elastic Net dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Tingkat Kepentingan Peubah

Ridge		LASSO		Elastic Net	
Peubah	VIP	Peubah	VIP	Peubah	VIP
Tingkat buta huruf	100	Tingkat buta huruf	100	Tingkat buta huruf	100
TPAK	5.6827	TPAK	4.82649	Rumah tangga dengan bahan bakar memasak kayu	65.52
Keluhan kesehatan	2.6358	Rumah tangga dengan bahan bakar memasak kayu	2.64024	Rumah tangga yang memiliki sumber air minum yang layak	54.463
Pengeluaran makanan non	1.989	Rumah tangga dengan pekerjaan utama bertani	0.64136	Rumah tangga dengan pekerjaan utama bertani	50.356
Pengeluaran makanan	1.9884	Keluhan kesehatan	0.61094	TPAK	46.976
IPM	1.9824	Rumah tangga yang memiliki sumber air minum yang layak	0.57035	Rumah tangga yang memiliki sanitasi layak	22.809
Rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah	1.8823	Rumah tangga yang memiliki sanitasi layak	0.09796	Keluhan kesehatan	22.607
Rumah tangga dengan bahan bakar memasak kayu	1.8166	IPM	0	Kepadatan penduduk	21.477
Rumah tangga yang memiliki sumber air minum yang layak	1.6193	Kepadatan penduduk	0	Pengeluaran makanan	11.96
Rumah tangga dengan pekerjaan utama bertani	1.2813	Rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah	0	Pengeluaran non makanan	11.884
TPT	0.9246	Pengeluaran non makanan	0	IPM	1.227
Rumah tangga yang memiliki sanitasi layak	0.7644	Pengeluaran makanan	0	Rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah	0
Kepadatan penduduk	0	TPT	0	TPT	0

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada ketiga metode (baik Regresi Ridge, LASSO, maupun Elastic-net) tingkat buta huruf merupakan peubah yang memiliki pengaruh penting terhadap tingkat kemiskinan di Sumatera Barat. Pada Regresi Ridge dan LASSO peubah kedua yang dianggap penting adalah tingkat partisipasi angkatan kerja. Sedangkan pada metode Elastic-net, rumah tangga dengan bahan bakar memasak kayu merupakan peubah penting kedua yang berpengaruh terhadap tingkat kemiskinan di Sumatera Barat. Pada Regresi Ridge, kepadatan penduduk dianggap tidak memiliki pengaruh yang terlalu penting terhadap tingkat kemiskinan, hal ini bisa dilihat dari tingkat kepentingan yang bernilai nol. Pada metode LASSO, terdapat enam peubah yang dianggap tidak memiliki pengaruh penting terhadap tingkat kemiskinan di Sumatera Barat, yaitu indeks pembangunan manusia, kepadatan penduduk, rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah, pengeluaran non makanan, pengeluaran makanan, dan tingkat pengangguran terbuka. Pada metode Elastic-net, terdapat dua peubah yang dianggap tidak memiliki pengaruh penting terhadap tingkat kemiskinan di Sumatera Barat, yaitu rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah dan tingkat pengangguran terbuka.

Nilai Koefisien Regresi

Koefisien regresi hasil analisis dengan Regresi Ridge, LASSO, dan Elastic-net dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Koefisien Regresi pada Regresi Ridge, LASSO, dan Elastic-net

Peubah	Ridge	LASSO	Elastic Net
(Intercept)	2.3671	-1.7220	6.2058
Tingkat buta huruf	1.3363	1.9194	0.7057
Keluhan kesehatan	0.0354	0.0117	0.1595
TPT	0.0125	.	.
TPAK	0.0761	0.0926	0.3315
Rumah tangga dengan pekerjaan utama bertani	0.0173	0.0123	0.3553
Pengeluaran makanan	0.0267	.	0.0844
Pengeluaran non makanan	-0.0267	.	-0.0839
Kepadatan penduduk	0.0002	.	0.1516
Rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah	-0.0253	.	.
Rumah tangga dengan bahan bakar memasak kayu	0.0244	0.0507	0.4623
Rumah tangga yang memiliki sanitasi layak	-0.0104	-0.0019	-0.1610
Rumah tangga yang memiliki sumber air minum yang layak	-0.0218	-0.0109	-0.3843
IPM	-0.0266	.	-0.0087

Koefisien yang bernilai positif pada Tabel 3 menunjukkan bahwa jika nilai peubah penjelas tersebut meningkat, maka tingkat kemiskinan di Sumatera Barat pun akan meningkat. Sedangkan koefisien yang bernilai negatif menunjukkan bahwa jika peubah penjelas tersebut meningkat, maka tingkat kemiskinan di Sumatera Barat akan menurun. LASSO melakukan seleksi peubah bebas dengan menyusutkan koefisien regresi menjadi tepat nol. Peubah bebas yang mengalami penyusutan dari 13 peubah yang dianalisis adalah sebanyak 6 peubah, yaitu tingkat pengangguran terbuka, pengeluaran makanan, pengeluaran non makanan, kepadatan penduduk, rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah, dan indeks pembangunan manusia. Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh dari tingkat kepentingan peubah, keenam peubah dianggap tidak memiliki pengaruh yang penting terhadap perubahan kemiskinan di Sumatera Barat, sehingga nilai koefisien regresinya bernilai nol. Sama seperti LASSO, Elastic-net melakukan seleksi peubah bebas dengan menyusutkan koefisien regresi tepat menjadi nol. Peubah yang mengalami penyusutan pada model Elastic-net adalah tingkat pengangguran terbuka dan rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah.

Pemilihan Model Terbaik

Model terbaik dari Regresi Ridge, LASSO, dan Elastic Net dipilih berdasarkan nilai MAE dan RMSE terkecil serta R-squared terbesar. Nilai MAE dan MSE menunjukkan ukuran error, sehingga semakin kecil kedua nilai ini maka model akan semakin baik. Nilai R-squared menunjukkan seberapa besar keragaman dari peubah respon yang mampu dijelaskan oleh peubah penjelas, sehingga semakin besar ukuran ini maka model akan semakin baik. Ukuran kebaikan ketiga model ini disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, nilai MAE dan RMSE terkecil terdapat pada metode Regresi Ridge, yaitu sebesar 1,2826 dan 1,5927. Nilai R-squared tertinggi juga diperoleh dari Regresi Ridge, yaitu sebesar 0,7401 atau 74,01%.

Tabel 4 Ukuran Keباikan Model Regresi Ridge, LASSO, dan Elastic-net

Ukuran	Ridge	LASSO	Elastic-net
MAE	1,2826	1,4601	1,3532
RMSE	1,5927	1,8143	1,6545
R²	0,7401	0,6578	0,7188

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan nilai tingkat kepentingan peubah dari ketiga metode yang dianalisis, yaitu Regresi Ridge, LASSO, dan *Elastic-net*, peubah yang dianggap penting dalam mempengaruhi tingkat kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat adalah tingkat buta huruf. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan tingkat buta huruf di Sumatera Barat sebesar 0,41%, artinya sebesar 99,59% masyarakat sudah tidak buta huruf. Meskipun demikian, pemerintah harus tetap berupaya untuk menuntaskan buta huruf tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah meningkatkan kesadaran seluruh keluarga Indonesia bahwa membaca harus dimulai dari keluarga atau rumah tangga, sehingga tak ada seorang pun dalam keluarga yang tidak bisa membaca. Model terbaik diberikan oleh Regresi Ridge yang memiliki nilai MAE dan RMSE terkecil serta nilai *R-squared* terbesar dibandingkan LASSO dan *Elastic-net*. Model Regresi Ridge menunjukkan bahwa koefisien peubah penjelas yang bernilai positif adalah tingkat buta huruf, keluhan kesehatan, tingkat pengangguran terbuka, tingkat partisipasi angkatan kerja, rumah tangga dengan pekerjaan utama Bertani, pengeluaran makanan, kepadatan penduduk, dan rumah tangga dengan bahan bakar memasak kayu. Setiap terjadi peningkatan terhadap delapan peubah penjelas ini, maka akan meningkatkan kemiskinan di Sumatera Barat. Artinya pemerintah harus berupaya agar tidak terjadi peningkatan pada peubah-peubah tersebut untuk menurunkan tingkat kemiskinan. Koefisien peubah penjelas yang bernilai negatif adalah pengeluaran non makanan, rumah tangga dengan lantai terluas adalah tanah, rumah tangga yang memiliki sanitasi layak, rumah tangga yang memiliki sumber air minum layak, dan indeks pembangunan manusia. Hal ini menunjukkan bahwa jika terjadi peningkatan terhadap keempat peubah penjelas ini, maka tingkat kemiskinan di Sumatera Barat akan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat. (2021). *Provinsi Sumatera Barat Dalam Angka*. Padang: BPS Provinsi Sumatera Barat.
- 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*, Vol 4 No 1, 39 - 54
- Fanny, R., Djuraidah, A., & Alamudi, A. (2018). Pendugaan Produktivitas Bagan Perahu dengan Regresi Gulud, LASSO dan Elastic-net. *Xplore: Journal of Statistics*, 2(2), 7–14.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied linear statistical models* (Vol. 5). Boston: McGraw-Hill Irwin.
- Kusuma, G. W., & Wulansari, I. Y. (2019). Analisis kemiskinan dan kerentanan kemiskinan dengan Regresi Ridge, LASSO, dan Elastic-Net di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017. *Seminar Nasional Official Statistics 2019: Pengembangan Official Statistics dalam mendukung Implementasi SDG's*
- Ohyver, M. (2011). Metode Regresi Ridge Untuk Mengatasi Kasus Multikolinear. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 2(1), 451-457.
- Soleh, Agus Mohamad, & Aunuddin. (2013). LASSO: solusi alternatif seleksi peubah dan penyusutan koefisien model regresi linier. *Forum Statistika Dan Komputasi*, 18(1).
- Tibshirani, R. (1996). Regression shrinkage and selection via the lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 58(1), 267-288.
- Zou, H., & Hastie, T. (2005). Regularization and variable selection via the elastic net. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B: Statistical Methodology*, 67(2), 301–320.