

Pemodelan Data Panel dengan Pendekatan *Least Square Dummy Variable* terhadap Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kasus Kriminalitas di Sulawesi Selatan

Afifah Mutiah Nurdin^{1*}, Muh. Indirwan Arfan², Siswanto³, Anisa Kalondeng⁴
^{1,2,3,4}Departemen Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar,
90245, Indonesia

* Corresponding author, email: afifahmutiahnurdin@gmail.com

Abstract

Crime is one of the challenges that often arises in the community environment. In the years 2020-2022, South Sulawesi ranked fourth with the highest reported crime cases in Indonesia. To avoid an increase in the crime rate, an understanding of the factors impacting these cases is necessary. This research aims to determine the fixed effect model with the Least Square Dummy Variable approach to examine the percentage of the poor population, income inequality, population density, and the total population's influence on crime cases in South Sulawesi during the years 2020-2022. The most suitable model is the Least Square Dummy Variable using an individual effect with an analysis result of R^2 of 99.9%. The variables of the percentage of the poor population, population density, and the total population are proven to significantly influence crime cases in South Sulawesi.

Keywords: Fixed Effect Model, Crime Rate, Least Square Dummy Variable, Panel Data Regression.

Abstrak

Kriminalitas adalah salah satu tantangan yang sering muncul dalam lingkungan masyarakat. Pada tahun 2020-2022 Sulawesi Selatan menempati urutan keempat dengan jumlah kasus kriminalitas yang dilaporkan terbanyak di Indonesia. Hal yang dapat dilakukan untuk menghindari peningkatan tingkat kriminalitas, diperlukan pemahaman mengenai faktor-faktor yang berdampak pada kasus tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model *fixed effect* dengan pendekatan *Least Square Dummy Variable* untuk mengkaji persentase penduduk miskin, ketimpangan pendapatan, kepadatan penduduk, dan jumlah penduduk terhadap kasus kriminalitas di Sulawesi Selatan selama tahun 2020-2022. Model yang paling sesuai adalah *Least Square Dummy Variable* menggunakan efek individu dengan hasil analisis R^2 sebesar 99,9%. Variabel persentase penduduk miskin, kepadatan penduduk, dan jumlah penduduk terbukti berpengaruh signifikan terhadap kasus kriminalitas di Sulawesi Selatan.

Kata Kunci: Fixed Effect Model, Kasus Kriminalitas, Least Square Dummy Variable, Regresi Data Panel.

1. Pendahuluan

Analisis regresi merupakan suatu pendekatan statistik yang memungkinkan untuk mengevaluasi keterkaitan antar satu atau lebih variabel dependen dengan variabel independen. Tujuan utama analisis regresi adalah untuk menganalisis data dengan cermat dan mendapatkan kesimpulan yang signifikan tentang variabel dependen bergantung pada variabel independen. Analisis regresi memiliki aplikasi yang luas di berbagai bidang. Data yang diterapkan dalam analisis regresi dapat berupa data *cross section* ataupun data *time series*. Namun, dalam pengamatan perilaku unit ekonomi seperti negara, perusahaan,

atau rumah tangga seringkali diperlukan data gabungan dari kedua jenis data ini, yang dikenal sebagai data panel atau data *pooling* [1].

Analisis regresi data panel adalah metode statistik yang mengintegrasikan pengaruh perubahan waktu kedalam struktur model. Penggunaan model data panel secara umum dianggap lebih informatif dibandingkan dengan hanya mengandalkan data *cross section* atau data *time series* secara terpisah [2]. Data panel merujuk pada data yang menggabungkan karakteristik individu serta informasi waktu. Penelitian terbaru oleh Nurwahyuni (2023) memodelkan regresi data panel pada tingkat kriminalitas di Provinsi Nusa Tenggara Barat tahun 2016-2020 menggunakan *Fixed Effect Model* dengan pendekatan *Least Square Dummy Variable* [3]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa hanya variabel jumlah penduduk secara kuat memengaruhi tingkat kriminalitas di NTB.

Kriminalitas adalah salah satu tantangan yang sering muncul dalam lingkungan masyarakat. Berdasarkan Badan Pusat Statistik dalam bukunya Statistik Kriminal dari tahun 2020-2022, jumlah kasus kriminalitas yang dilaporkan Polda pada tahun 2020 di Sulawesi Selatan menempati peringkat keempat tertinggi dengan total 12.815 kasus. Angka tersebut mengalami peningkatan menjadi 14.636 kasus pada tahun 2021 dengan tetap menduduki peringkat keempat tertinggi diantara 34 provinsi di Indonesia. Pada tahun 2022 naik dengan jumlah relatif kecil yakni sebesar 14.935 kasus dan konstan berada diperingkat keempat teratas dari seluruh provinsi di Indonesia [4].

Penelitian sebelumnya oleh Febrianti (2023) telah mengkaji mengenai kasus kriminalitas [5]. Hasilnya menginterpretasikan bahwa Indeks Pembangunan Manusia (IPM), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita, Rata-rata Lama Sekolah (RLS), persentase penduduk miskin dan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) berpengaruh signifikan terhadap kasus kriminalitas yang terjadi di Indonesia. Penelitian serupa oleh Desinta (2022) yang menggunakan analisis regresi data panel [6]. Analisis dari penelitian ini menghasilkan IPM, jumlah penduduk, persentase penduduk miskin, PDRB, dan TPT memberikan pengaruh yang signifikan secara simultan terhadap jumlah kasus kriminalitas di Provinsi Jawa Barat di tahun 2018-2020.

Data panel sangat relevan dalam konteks kasus kriminalitas karena mencakup dimensi ruang dan waktu serta sesuai dengan data yang menggabungkan beberapa faktor. Adapun variabel *dummy* yang dapat digunakan untuk mengukur perbedaan intersep di tiap Kabupaten/Kota dan tiap tahun. Hal ini yang dapat mencerminkan pengaruh perbedaan wilayah dan waktu terhadap variabel independen [7]. Penggunaan regresi data panel dengan penambahan variabel *dummy* berguna untuk menilai besarnya pengaruh berbagai variabel seperti persentase penduduk miskin, ketimpangan pendapatan, kepadatan penduduk, dan jumlah penduduk terhadap kasus kriminalitas tiap Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan tahun 2020-2022. Tujuan analisis ini adalah untuk mengoptimalkan faktor-faktor tersebut melalui dukungan dan kebijakan dari pemerintah dan instansi terkait.

2. Material dan Metode

2.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder kasus kriminalitas dilaporkan di Sulawesi Selatan dari tahun 2020 hingga 2022 dalam *time series* pada 24 Kabupaten/Kota dalam *cross section* yang diperoleh melalui situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Selatan [8]. Metode regresi data panel efek tetap yang diterapkan yaitu metode kuantitatif. Ada satu variabel dependen dan empat variabel independen yang menjadi objek pada penelitian ini. Kasus kriminalitas yang dilaporkan sebagai variabel dependen (Y), kemudian variabel independennya meliputi persentase penduduk miskin (X_1), ketimpangan pendapatan (X_2), kepadatan penduduk (X_3), dan jumlah penduduk (X_4).

2.2 Fixed Effect Model

Fixed Effect Model (FEM) adalah model data panel yang memperhitungkan perbedaan intersep pada tiap objek. Model ini memiliki *slope* tiap objek yang tidak berubah seiring berjalannya waktu. Model FEM dijabarkan dalam rumus berikut:

$$Y_{it} = \alpha_i + x_{it}\beta + \varepsilon_{it}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, N, \quad t = 1, 2, 3, \dots, T \quad (1)$$

Ada dua metode yang digunakan dalam model FEM yakni model FEM dengan pendekatan *Within Group* (WG) dan model FEM dengan pendekatan *Least Square Dummy Variable* (LSDV). Model FEM dengan pendekatan WG mencoba untuk menghapus efek lintas individu dalam penelitian dan model FEM dengan pendekatan LSDV memanfaatkan variabel *dummy*. Metode yang umum diterapkan adalah dengan pendekatan LSDV seperti yang dijelaskan di bawah ini [7]:

2.2.1 Model Efek Individu

Intersep dalam model ini dapat berbeda antar individu sedangkan parameter *slope* diasumsikan tetap pada tingkat individu dan waktu. Hal ini menyebabkan peran variabel *dummy* hanya mengklasifikasikan individu kedalam kelompok yang berbeda. Model FEM dengan pendekatan LSDV pada model efek individu dijabarkan dalam rumus berikut:

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^N \alpha_j D_{jt} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

D_{jt} adalah variabel *dummy* yang mengambil nilai satu untuk objek yang sama termasuk dalam individu ke- j dan bernilai nol untuk objek yang termasuk dalam individu lain.

$$D_{jt} = \begin{cases} 1, & j = i \\ 0, & j \neq i \end{cases}$$

Persamaan pada model efek individu dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$Y = D_N \alpha + X \beta + \varepsilon \quad (3)$$

dengan,

Y : *vector* variabel dependen ($NT \times 1$)

D_N : variabel *dummy* individu dalam bentuk matriks ($NT \times N$)

α : *vector* koefisien intersep individu ($N \times 1$)

X : *vector* variabel independen ($NT \times K$)

β : *vector* koefisien *slope* ($N \times 1$)

ε : *vector* residual ($NT \times 1$)

Estimasi parameter $\hat{\beta}$ didapatkan dengan mendefinisikan sebuah matriks M_D sebagai matriks *idempotent*:

$$M_D = I_N - (D_N^T D_N)^{-1} D_N^T$$

Matriks M_D didefinisikan sebagai hasil perhitungan deviasi antara rata-rata individu dalam kelompok.

$$(M_D X)_{it} = X_{it} - \bar{X}_i \quad \text{dan} \quad (M_D Y)_{it} = Y_{it} - \bar{Y}_i$$

Maka OLS dari $\hat{\beta}$ dituliskan dalam bentuk:

$$\hat{\beta} = (X^T M_D X)^{-1} X^T M_D Y \quad (4)$$

Estimator $\hat{\alpha}$ diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{\alpha} = (D_N^T D_N)^{-1} D_N^T (Y - X((X^T M_D X)^{-1} X^T M_D Y)) \quad (5)$$

2.2.2 Model Efek Waktu

Waktu pada model ini memiliki pengaruh signifikan terhadap model sedangkan parameter individu dianggap tidak memiliki signifikansi yang penting. Hal ini menyebabkan peran variabel *dummy* hanya mengklasifikasikan unit waktu ke dalam kelompok yang berbeda. Model FEM dengan pendekatan LSDV pada model efek waktu dijabarkan dalam rumus berikut:

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^T \tau_j D_{jt} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Persamaan model efek waktu dalam bentuk matriks dituliskan sebagai berikut:

$$Y = D_T \tau + X \beta + \varepsilon \quad (7)$$

dengan,

D_T : variabel *dummy* waktu dalam bentuk matriks ($NT \times N$)

τ : *vector* koefisien intersep waktu ($T \times 1$)

Estimasi parameter $\hat{\beta}$ diperoleh melalui MKT dengan mendefinisikan matriks M_D sebagai matriks *idempotent*:

$$M_D = I_N - D_T (D_T^T D_T)^{-1} D_T^T$$

Maka OLS dari $\hat{\beta}$ dituliskan dalam bentuk persamaan (8) sedangkan estimator $\hat{\tau}$ adalah [9]:

$$\hat{\tau} = (D_T^T D_T)^{-1} D_T^T (Y - X((X^T M_D X)^{-1} X^T M_D Y)) \quad (8)$$

2.3 Pengujian Persamaan Regresi

2.3.1 Uji Serentak

Uji serentak atau uji F dengan asumsi bahwa residual berdistribusi normal digunakan untuk mengevaluasi signifikansi dari FEM dalam analisis data panel. Statistik pengujian yang diterapkan pada model dengan efek individu identik dengan yang digunakan pada model dengan efek waktu. Uji F dijabarkan dalam rumus berikut:

$$F_{hitung} = \frac{(SSE_P - SSE_{DV})/(N - 1)}{(SSE_{DV})/(NT - N - 1)} \quad (9)$$

dengan SSE_P merupakan jumlah kuadrat residual model regresi gabungan, SSE_{DV} merupakan jumlah kuadrat residual model regresi *dummy*, N yaitu banyaknya jumlah individu, dan T yaitu banyaknya waktu. Adapun kriteria uji F yaitu jika $F_{hitung} > F_{(N-1, NT-N-1)}$ maka menolak hipotesis nol yang berarti bahwa pengaruh semua variabel independen secara bersama-sama setara dengan nol. Jika $F_{hitung} < F_{(N-1, NT-N-1)}$ maka gagal tolak hipotesis nol berarti bahwa variabel independen secara bersama-sama tidak memiliki pengaruh terhadap variabel dependen.

2.3.2 Uji Parsial

Uji parsial (uji t) diterapkan pengujian hipotesis terhadap ada tidaknya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Uji ini diasumsikan bahwa variabel independen lainnya tetap konstan sehingga nilai $\beta_j = 0$. Pengujian pada hipotesis mengenai koefisien regresi parsial (β_j) menggunakan statistik uji t dengan β_j yang diuji pula sama dengan 0 ($H_0 : \beta_j = 0$). Nilai β_j disubstitusi dengan 0 yang menghasilkan persamaan uji t sebagai berikut:

$$t = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (10)$$

dengan $j = 0, 1, 2, \dots, k$ dan k adalah koefisien *slope*. Adapun kriteria keputusan uji t yaitu jika $|t_{hitung}| > t_{(\frac{\alpha}{2}, nT-n-K)}$ maka hipotesis nol ($\beta_j = 0$) ditolak yang artinya bahwa tidak ada pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen secara individu. Jika $|t_{hitung}| < t_{(\frac{\alpha}{2}, nT-n-K)}$ maka gagal tolak hipotesis nol ($\beta_j \neq 0$) yang berarti bahwa ada pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen secara individu [10].

2.3.3 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi dikenal juga sebagai R^2 adalah suatu parameter yang signifikan dalam analisis regresi untuk mengindikasikan kemampuan model. Nilai R^2 berkisar antara nol dan satu, yang mencerminkan tingkat kecocokan model dengan data yang diamati. Ketika R^2 mendekati satu, hal ini menggambarkan bahwa model tersebut

sangat baik dalam menjelaskan hubungan yang kuat antara variabel independen dan variabel dependen [11]. Nilai R^2 dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\varepsilon^T \varepsilon}{(y - \bar{y})^T (y - \bar{y})} \quad (11)$$

2.4 Pengujian Asumsi Regresi Data Panel

Hal yang dilakukan setelah pemilihan model regresi adalah uji asumsi klasik yang berguna agar data yang digunakan sudah memenuhi kriteria untuk diestimasi. Uji asumsi klasik yang dilakukan yaitu uji normalitas, uji multikolinieritas, uji autokorelasi, dan uji heteroskedastisitas [12]. Berikut penjelasan masing-masing pengujian asumsi klasik.

2.4.1 Uji Normalitas

Uji normalitas berguna untuk mengevaluasi distribusi dari nilai residual dalam model regresi yang menunjukkan kemiripan dengan distribusi normal atau tidak. Evaluasi normalitas tidak diterapkan pada tiap variabel secara individual, melainkan pada total nilai residual yang dihasilkan oleh model regresi. [13]. Pemeriksaan normalitas asumsi residual dapat dilaksanakan melalui uji *Jarque-Bera* (JB). Hipotesis dalam uji JB menyatakan bahwa nol hipotesis (H_0) akan diterima jika residual memiliki distribusi normal, sementara hipotesis alternatif (H_1) diterima jika residual tidak memiliki distribusi normal. Statistik uji dari uji JB dijelaskan sebagai berikut:

$$JB = \frac{n}{6} \left[S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right] \quad (12)$$

dengan ukuran sampel diwakili oleh n , kemencengan diwakili oleh S , dan peruncingan diwakili oleh K . Nilai statistik JB dapat dilihat dengan menggunakan tabel *chi-square*. Adapun kriteria keputusannya yaitu jika $JB > \chi_{tabel}^2$ dan $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak.

2.4.2 Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas merupakan sebuah prosedur yang digunakan untuk menentukan adanya korelasi atau hubungan yang signifikan antara dua atau lebih variabel independen dalam sebuah model regresi. Uji multikolinieritas menjadi relevan ketika analisis regresi melibatkan lebih dari satu variabel independen. Ketika hanya ada satu variabel independen maka kemungkinan adanya multikolinieritas adalah tidak mungkin. Jika koefisien korelasi antara dua variabel independen melebihi 0,8, hal ini mengindikasikan keberadaan multikolinieritas. Sebaliknya, jika koefisien korelasinya kurang dari 0,8, ini mengindikasikan bahwa multikolinieritas tidak terjadi [14].

2.4.3 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi merujuk pada tingkat korelasi antara pengamatan pada suatu titik waktu dengan pengamatan pada titik waktu berikutnya dalam data *time series*. Uji *Durbin-Watson* (dW) merupakan suatu metode untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya pola autokorelasi dalam data *time series* yang mungkin terjadi. Adapun hipotesis uji dW yaitu terima H_0 berarti residual tidak terdapat autokorelasi dan terima H_1 berarti residual terdapat autokorelasi. Adapun statistik uji dW sebagai berikut:

$$dW = \frac{\sum_{j=2}^n (\hat{\epsilon}_j - \hat{\epsilon}_{j-1})^2}{\sum_{j=1}^n \hat{\epsilon}_j^2} \quad (13)$$

Kriteria pengujian dW yaitu jika $dU < dW < 4 - dU$ maka gagal tolak H_0 yang berarti autokorelasi tidak terjadi, jika $dW < dL$ atau $dW > 4 - dL$ maka tolak H_0 yang berarti autokorelasi terjadi, dan jika $dL < dW < dU$ atau $4 - dU < dW < 4 - dL$ yang berarti tidak dapat disimpulkan secara pasti.

2.4.4 Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas berguna untuk uji perbedaan dalam variabilitas dari residual antar pengamatan dalam suatu model regresi. Homoskedastisitas terjadi jika variabilitas residual tetap konstan di seluruh rentang data, sedangkan heteroskedastisitas terjadi ketika variabilitas ini berbeda-beda di berbagai titik data. Uji heteroskedastisitas dapat dilakukan dengan menggunakan *Lagrange Multiplier* (LM). hipotesis H_0 diterima jika $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_j^2 = \sigma^2$ atau residual bersifat homogen dan H_1 diterima jika setidaknya ada satu $\sigma_j^2 \neq \sigma^2, j = 1, 2, \dots, k$ atau residual bersifat heterogen. Adapun statistik uji dari uji LM sebagai berikut:

$$LM = \frac{T}{2} \sum_{j=1}^N \left(\frac{\sigma_j^2}{\sigma^2} - 1 \right)^2 \quad (14)$$

dengan banyaknya data *time series* diwakili oleh T , banyaknya data *cross section* diwakili oleh N , *variance* residual persamaan ke- j diwakili oleh σ_j^2 , dan *variance* residual persamaan sistem diwakili oleh σ^2 . Adapun kriteria keputusannya yaitu jika $LM > \chi_{(\alpha, N-1)}^2$ atau $p\text{-value} < \alpha$ maka tolak H_0 [15].

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Deskriptif Statistik

Karakteristik setiap variabel ditunjukkan melalui deskriptif statistik. Hal ini mencakup rata-rata, nilai maksimum, dan nilai minimum. Tabel 1 menampilkan karakteristik variabel-variabel tersebut.

Tabel 1. Deskriptif statistik kasus kriminalitas (Y) serta faktor-faktor yang memengaruhinya di Sulawesi Selatan tahun 2020-2022

| Variabel | Deskriptif Statistik | Tahun | | |
|----------|----------------------|--------|--------|--------|
| | | 2020 | 2021 | 2022 |
| Y | Rata-rata | 5,979 | 5,974 | 6,419 |
| | Maksimum | 8,108 | 8,459 | 9,301 |
| | Minimum | 4,205 | 4,094 | 4,844 |
| X_1 | Rata-rata | 2,195 | 2,203 | 2,187 |
| | Maksimum | 2,680 | 2,659 | 2,633 |
| | Minimum | 1,513 | 1,573 | 1,522 |
| X_2 | Rata-rata | -0,997 | -0,996 | -1,013 |
| | Maksimum | -0,904 | -0,901 | -0,929 |
| | Minimum | -1,067 | -1,103 | -1,139 |
| X_3 | Rata-rata | 5,577 | 5,584 | 5,569 |
| | Maksimum | 9,000 | 9,002 | 8,880 |
| | Minimum | 3,761 | 3,761 | 3,784 |
| X_4 | Rata-rata | 12,683 | 12,694 | 12,705 |
| | Maksimum | 14,172 | 14,175 | 14,178 |
| | Minimum | 11,835 | 11,843 | 11,852 |

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa selama tahun 2020-2022 terjadi kenaikan persentase kasus kriminalitas (Y) di Sulawesi Selatan. Pada tahun 2020 persentase kasus kriminalitas sebesar 5,979% kemudian menurun dengan rentang yang sangat kecil pada tahun 2021 yakni 5,974% dan di tahun 2022 melonjak naik sebesar 6,419%. Kabupaten/Kota yang memiliki persentase kasus kriminalitas yang dilaporkan tertinggi sebesar 9,301% adalah Kota Makassar. Sedangkan kasus kriminalitas yang dilaporkan terendah berada di kabupaten Enrekang pada tahun 2021.

Persentase penduduk miskin (X_1) di Sulawesi Selatan selama tahun 2020-2022 yaitu angka tertinggi tercatat di Kabupaten Jeneponto pada tahun 2020, sedangkan Kota Makassar memiliki tingkat terendah pada tahun yang sama, hanya sebesar 1,513%. Selanjutnya, ketimpangan pendapatan (X_2) dengan menggunakan data Gini ratio tercatat di Kabupaten Soppeng pada tahun 2021, dengan tingkat terendah di Kabupaten Bantaeng pada tahun 2022. Selain itu, kepadatan penduduk (X_3) juga mengalami fluktuasi, naik di tahun 2021 dan kemudian menurun pada tahun 2022. Kota Makassar mencatat kepadatan penduduk tertinggi pada tahun 2021, sementara Luwu Utara dan Luwu Timur memiliki tingkat kepadatan penduduk terendah sepanjang periode yaitu 3,761%. Jumlah penduduk (X_4) Sulawesi Selatan terus meningkat selama tiga tahun terakhir, tercatat di Kota Makassar pada tahun 2022 dan jumlah penduduk terendah terdapat di Kepulauan Selayar pada tahun 2020.

Hasil yang mencakup data dari tahun 2020 hingga 2022 menunjukkan adanya variasi dalam persentase kasus kriminalitas, persentase penduduk miskin, ketimpangan

pendapatan, kepadatan penduduk, dan jumlah penduduk di Sulawesi Selatan. Hal ini dapat dikaitkan dengan faktor-faktor seperti perubahan sosial, ekonomi, atau kebijakan keamanan yang memengaruhi tingkat kriminalitas. Variasi tingkat persentase penduduk miskin di berbagai kabupaten/kota dapat dipengaruhi oleh kebijakan pembangunan ekonomi, tingkat pekerjaan, dan distribusi sumber daya. Fluktuasi dalam ketimpangan pendapatan dan kepadatan penduduk dapat disebabkan oleh dinamika ekonomi dan perencanaan perkotaan. Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat mungkin mencerminkan tren demografis regional. Selain itu, kondisi dari pandemi *Covid-19* juga dapat menjadi faktor utama variasi dalam faktor-faktor tersebut.

3.2 Fixed Effect Model dengan Pendekatan Least Square Dummy Variable

3.2.1 Model Efek Individu

Variabel yang diperhitungkan pada model efek individu ini yaitu variabel unit-unit *cross section*. Hal ini berarti merepresentasikan 24 Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan dengan kasus kriminalitas menggunakan 24 variabel *dummy* yang secara khusus menggambarkan setiap Kabupaten/Kota. Model efek individu menggunakan persamaan (2), diperoleh:

$$\begin{aligned}
 Y_{it} = & -183,397D_1 - 183,725D_2 - 205,837D_3 - 196,119D_4 - 187,492D_5 \\
 & -204,797D_6 - 192,254D_7 - 178,043D_8 - 193,547D_9 - 194,937D_{10} \\
 & -193,241D_{11} - 210,133D_{12} - 194,518D_{13} - 180,582D_{14} - 191,601D_{15} \\
 & -177,448D_{16} - 195,184D_{17} - 194,537D_{18} - 187,879D_{19} - 188,211D_{20} \\
 & -189,183D_{21} - 190,298D_{22} - 188,511D_{23} - 195,855D_{24} - 3,545X_1 \\
 & -0,952X_2 - 1,795X_3 - 16,890X_4
 \end{aligned}$$

Koefisien negatif pada variabel *dummy* seperti D_1 hingga D_{24} mengindikasikan bahwa masing-masing Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan yang diwakili oleh variabel *dummy* tersebut memiliki pengaruh negatif dengan tingkat kriminalitas. Artinya, keberadaan setiap Kabupaten/Kota ini cenderung mengurangi tingkat kriminalitas dibandingkan dengan Kabupaten/Kota yang tidak diwakili oleh variabel *dummy*. Sementara itu, koefisien negatif pada variabel-variabel kontinu seperti X_1 hingga X_4 menunjukkan bahwa peningkatan persentase penduduk miskin, ketimpangan pendapatan, kepadatan penduduk, dan jumlah penduduk masing-masing berkontribusi pada penurunan tingkat kriminalitas di Kabupaten/Kota tersebut.

3.2.2 Model Efek Waktu

Variabel yang diperhitungkan pada model efek waktu ini yaitu pengaruh unit-unit *time series*. Hal ini berarti pengaruh rentang waktu dari tahun 2020 hingga 2022 terhadap kasus kriminalitas dengan 3 variabel *dummy* yang secara khusus menggambarkan tiap 3 unit *time series*. Model efek individu menggunakan persamaan (6), diperoleh:

$$Y_{it} = -9,214D_1 - 9,228D_2 - 8,814D_3 - 0,643X_1 - 0,582X_2 + 0,166X_3 + 1,190X_4$$

Koefisien negatif pada variabel *dummy* seperti D_1 hingga D_3 mengindikasikan bahwa masing-masing periode waktu selama 2020-2022 memiliki pengaruh negatif terhadap tingkat kriminalitas. Artinya, selama periode waktu tertentu terjadi penurunan tingkat kriminalitas. Namun, koefisien positif pada variabel-variabel kontinu X_1 hingga X_4 menunjukkan bahwa peningkatan persentase penduduk miskin selama periode waktu tertentu berkontribusi pada penurunan tingkat kriminalitas selama periode tersebut, sedangkan peningkatan ketimpangan pendapatan, kepadatan penduduk, dan jumlah penduduk selama periode waktu tertentu berkontribusi pada peningkatan tingkat kriminalitas selama periode tersebut.

3.3 Uji Serentak

Uji serentak atau uji F berfungsi untuk mengetahui signifikan atau tidaknya model FEM dengan pendekatan LSDV pada data panel. Uji F dengan asumsi bahwa residual berdistribusi normal. Adapun hasil uji F dengan menggunakan persamaan (9) ditunjukkan pada Tabel 2 untuk model efek individu dan Tabel 3 untuk model efek waktu.

Tabel 2. Hasil Uji F pada Model Efek Individu

| F_{hitung} | $P-value$ | F_{tabel} |
|--------------|-----------|-------------|
| 19,164 | 0,000 | 1,762 |

Berdasarkan Tabel 2, nilai F_{hitung} yaitu 19,164 sedangkan nilai F_{tabel} yaitu 1,762 sehingga $F_{hitung} > F_{tabel}$. Adapun $p-value$ yaitu 0,000 sehingga $p-value < \alpha$ yang mengindikasikan bahwa H_0 ditolak sehingga model efek individu signifikan. Berdasarkan hal tersebut berarti variabel-variabel individu yang dimasukkan ke dalam model tersebut secara simultan memiliki kontribusi yang signifikan dengan variasi dalam variabel dependen.

Tabel 3. Hasil Uji F pada Model Efek Waktu

| F_{hitung} | $P-value$ | F_{tabel} |
|--------------|-----------|-------------|
| 5,791 | 0,000 | 3,195 |

Berdasarkan Tabel 3, nilai F_{hitung} yaitu 5,791 sedangkan nilai F_{tabel} yaitu 3,195 sehingga $F_{hitung} > F_{tabel}$. Adapun $p-value$ yaitu 0,000 sehingga $p-value < \alpha$ yang mengindikasikan bahwa H_0 ditolak sehingga model efek waktu signifikan. Berdasarkan hal tersebut berarti variabel-variabel waktu yang dimasukkan ke dalam model tersebut secara simultan memiliki kontribusi yang signifikan dengan variasi dalam variabel dependen.

3.4 Uji Parsial

Uji parsial atau uji t digunakan untuk menguji signifikansi dari masing-masing variabel. Uji ini berguna agar dapat diketahui variabel yang signifikan dari masing-masing faktor terhadap kasus kriminalitas. Adapun hasil uji t melalui persamaan (10) ditunjukkan pada Tabel 4 untuk model efek individu dan Tabel 5 untuk model efek waktu.

Tabel 4. Hasil Uji t Efek Individu

| Variabel | t_{hitung} | P -value | t_{tabel} |
|----------|--------------|------------|-------------|
| X_1 | -1,979 | 0,052 | 2,321 |
| X_2 | -0,801 | 0,426 | 2,321 |
| X_3 | -3,184 | 0,002 | 2,321 |
| X_4 | -6,332 | 0,000 | 2,321 |

Berdasarkan Tabel 4, nilai t_{hitung} variabel persentase penduduk miskin (X_1) yaitu $-1,979$ sehingga $t_{hitung} < t_{tabel}$. Adapun p -value yang diperoleh yaitu $0,052$ sehingga p -value $> \alpha$. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat bukti yang cukup untuk mendukung hipotesis bahwa variabel persentase penduduk miskin memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Nilai t_{hitung} variabel ketimpangan pendapatan (X_2) yaitu $-0,801$ sehingga $t_{hitung} < t_{tabel}$. Adapun p -value yang diperoleh yaitu $0,426$ sehingga p -value $> \alpha$. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat bukti yang cukup untuk mendukung hipotesis bahwa variabel ketimpangan pendapatan memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Nilai t_{hitung} variabel kepadatan penduduk (X_3) yaitu $-3,184$ sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$. Adapun p -value yang diperoleh yaitu $0,002$ sehingga p -value $< \alpha$. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel kepadatan penduduk memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Nilai t_{hitung} variabel jumlah penduduk (X_4) yaitu $-6,332$ sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$. Adapun p -value yang diperoleh yaitu $0,000$ sehingga p -value $< \alpha$. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel jumlah penduduk memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Tabel 5. Hasil Uji t Efek Waktu

| Variabel | t_{hitung} | P -value | t_{tabel} |
|----------|--------------|------------|-------------|
| X_1 | -2,798 | 0,006 | 2,321 |
| X_2 | -0,446 | 0,657 | 2,321 |
| X_3 | 2,852 | 0,005 | 2,321 |
| X_4 | 10,424 | 0,000 | 2,321 |

Berdasarkan Tabel 5, nilai t_{hitung} variabel persentase penduduk miskin (X_1) yaitu $-2,798$ sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$. Adapun p -value yang diperoleh yaitu $0,006$ sehingga p -value $< \alpha$. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel persentase penduduk miskin memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Nilai t_{hitung} variabel ketimpangan pendapatan (X_2) yaitu $-0,446$ sehingga $t_{hitung} < t_{tabel}$. Adapun p -value yang diperoleh yaitu $0,657$ sehingga p -value $> \alpha$. Hal ini

mengindikasikan bahwa tidak terdapat bukti yang cukup untuk menyatakan variabel ketimpangan pendapatan memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Nilai t_{hitung} variabel kepadatan penduduk (X_3) yaitu 2,852 sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$. Adapun p -value yang diperoleh yaitu 0,005 sehingga p -value $< \alpha$. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel kepadatan penduduk memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Nilai t_{hitung} variabel jumlah penduduk (X_4) yaitu 10,424 sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$. Adapun p -value yang diperoleh yaitu 0,000 sehingga p -value $< \alpha$. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel jumlah penduduk memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

3.5 Koefisien Determinasi

Nilai koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk menilai kualitas model pada data panel menggunakan model FEM dengan pendekatan LSDV. Nilai R^2 diperoleh melalui persamaan (11). Adapun hasil R^2 pada model efek individu dan model efek waktu ditunjukkan pada Tabel 6.

| Model | R^2 |
|---------------|-------|
| Efek Individu | 0,999 |
| Efek Waktu | 0,993 |

Berdasarkan Tabel 6, nilai R^2 pada model efek individu yang diperoleh yaitu 0,999. Hal ini mengindikasikan bahwa sekitar 99,9% variasi dalam kasus kriminalitas dapat dijelaskan oleh variasi dalam variabel independen. Adapun nilai R^2 pada model efek waktu yang diperoleh yaitu 0,993. Hal ini mengindikasikan bahwa sekitar 99,3% variasi dalam kasus kriminalitas dapat dijelaskan oleh variasi dalam variabel independen. Variabel independen yang termasuk yaitu persentase penduduk miskin, ketimpangan pendapatan, kepadatan penduduk, dan jumlah penduduk.

3.6 Asumsi Model Regresi Data Panel

3.6.1 Uji Normalitas

Uji normalitas bermanfaat untuk mengevaluasi sejauh mana distribusi nilai residual dalam model regresi mendekati distribusi normal atau sebaliknya. Pemeriksaan normalitas asumsi residual dapat dilaksanakan melalui uji *Jarque-Bera* (JB). Tabel 7 memperlihatkan hasil pengujian normalitas menggunakan uji JB.

| Nilai JB | P -value | χ^2_{tabel} |
|----------|------------|------------------|
| 2,038 | 0,361 | 5,992 |

Berdasarkan Tabel 7, nilai JB yaitu 2,038 sehingga nilai $JB < \chi_{tabel}^2$. Adapun nilai p -value yaitu 0,361 sehingga p -value $> \alpha$. Hal ini mengindikasikan bahwa H_0 ditolak artinya data yang digunakan dalam model regresi data panel ini berasal dari sampel dengan distribusi normal.

3.6.2 Uji Multikolinearitas

Uji multikolinieritas digunakan untuk menilai ada atau tidaknya korelasi yang signifikan antara dua atau lebih variabel independen dalam suatu model regresi. Pada penelitian ini, pengujian untuk mengidentifikasi keberadaan multikolinearitas dalam model regresi dengan menguji korelasi antara variabel independen melalui pemeriksaan matriks. Hasil multikolinearitas dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Korelasi Antara Variabel Independen

| Variabel | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| X ₁ | 1,000 | -0,466 | -0,584 | -0,249 |
| X ₂ | -0,466 | 1,000 | 0,207 | 0,317 |
| X ₃ | -0,584 | 0,207 | 1,000 | 0,343 |
| X ₄ | -0,249 | 0,317 | 0,343 | 1,000 |

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan bahwa tidak terdapat indikasi multikolinearitas antar variabel independen. Hal ini terjadi karena koefisien korelasi antar variabel independen bernilai di bawah 0,8. Hal ini mengindikasikan bahwa model regresi tidak dipengaruhi oleh masalah multikolinearitas.

3.6.3 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi mengacu pada tingkat korelasi antara observasi pada suatu titik waktu dengan observasi pada titik waktu berikutnya dalam data *time series*. Uji autokorelasi pada model regresi dapat dideteksi menggunakan uji statistik *Durbin-Watson* (dW). Hasil autokorelasi dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil Uji Autokorelasi

| dW | d_l | d_u | $4 - d_l$ | $4 - d_u$ |
|-------|-------|-------|-----------|-----------|
| 2,245 | 1,101 | 1,656 | 2,899 | 2,344 |

Tabel 9 menunjukkan hasil uji dW dengan nilai 2,245 kemudian membandingkannya dengan batasan d_l dan d_u yang sesuai dengan ukuran sampel ($n = 24$) dan jumlah variabel independen ($k = 3$). Berdasarkan hal tersebut dapat kesimpulan bahwa $d_u = 1,656 < \text{nilai uji} = 2,245$, dan $d_l = 1,101 > \text{nilai uji} = 2,245$. Ini mengindikasikan bahwa data pada model regresi data panel tidak menunjukkan adanya autokorelasi pada residual artinya hipotesis H_0 dapat ditolak.

3.6.4 Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas berguna untuk menguji perbedaan dalam variabilitas residual antar pengamatan dalam suatu model regresi. Uji *Lagrange Multiplier* (LM) digunakan untuk menguji struktur varians-kovarians residual dalam model regresi bersifat homoskedastik atau heteroskedastisitas. Hasil heteroskedastisitas dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Hasil Uji Heterokedastisitas

| Nilai LM | P-value | χ^2_{tabel} |
|----------|---------|------------------|
| 34,919 | 0,211 | 40,113 |

Tabel 10 menunjukkan nilai LM yaitu 34,919 sedangkan nilai χ^2_{tabel} yaitu 40,113 dengan *p-value* yaitu 0,211. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai $LM < \chi^2_{tabel}$ dan *p-value* $> \alpha$. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak yang berarti variansi residual pada model regresi data panel terpilih konstan atau tidak terjadi heteroskedastisitas.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dilihat bahwa model regresi panel memenuhi keempat asumsi klasik, yaitu normalitas, tidak adanya multikolinearitas, tidak adanya autokorelasi, dan tidak terjadi heteroskedastisitas. Model ini dapat dianggap sebagai model yang baik dan dapat diandalkan. Estimasi parameter pada model regresi panel menjadi *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE) karena terpenuhinya keempat asumsi klasik [16].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa pendekatan regresi data panel yang paling tepat untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kriminalitas di Sulawesi Selatan selama periode 2020-2022 adalah LSDV menggunakan model efek individu. Hal ini disebabkan karena nilai R^2 yang lebih tinggi pada model efek individu yakni mencapai 99,9%, dibandingkan dengan model efek waktu. Berdasarkan model yang diperoleh dapat diketahui variabel persentase penduduk miskin (X_2), kepadatan penduduk (X_3) dan jumlah penduduk (X_4) di Sulawesi Selatan tahun 2020-2022 berpengaruh signifikan terhadap kasus kriminalitas (Y).

Daftar Pustaka

- [1] Nur, M. T., Khoirotunnisa, D., Widyaningsih, W., & Nohe, D. A. Regresi Data Panel untuk Memodelkan Persentase Kemiskinan di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya*, 2022.
- [2] Kosmaryati, Handayani, C. A., Isfahani, R. N., & Widodo, E. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kriminalitas di Indonesia Tahun 2011-2016 dengan Regresi Data Panel. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 2(1), 10–20, 2019.

- [3] Nurwahyuni, N. I., Baskara, Z. W., & Purnamasari, N. A. Model Regresi Data Panel pada Tingkat Kriminalitas di Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan Menggunakan Fixed Effect Model. *VARIANCE: Journal of Statistics and Its Applications*, 5(2), 169–184, 2023.
- [4] BPS. Badan Pusat Statistik. Diakses: 26 November 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/>
- [5] Febrianti, E., Susetyo, B., & Silvianti, P. Pemodelan Tingkat Kriminalitas di Indonesia Menggunakan Analisis Geographically Weighted Panel Regression. *Xplore: Journal of Statistics*, 12(1), 91–109, 2023.
- [6] Desinta, D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Kejahatan di Provinsi Jawa Barat Tahun 2018-2020. *MEDIAN: Jurnal Ilmiah Populer*, 5(1), 20–29, 2022.
- [7] Alwi, W., Rayyan, I., & Nurfadilah. Analisis Regresi Data Panel pada Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2011-2015. *Jurnal MSA*, 6(2), 2018.
- [8] BPS. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. Diakses: 28 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://sulsel.bps.go.id/>
- [9] Astuti, T. D., Maruddani, D. A. I. Analisis Data Panel untuk Menguji Pengaruh Risiko terhadap Return Saham Sektor Farmasi dengan Least Square Dummy Variable. *Media Statistika*, 2(2), 71–80, 2009.
- [10] Indrasetianingsih, A., & Wasik, T. K. Model Regresi Data Panel untuk Mengetahui Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan di Pulau Madura. *Jurnal Gaussian*, 9(3), 355–363, 2020.
- [11] Mobonggi, I. D., Achmad, N., Resmawan, & Hasan, I. K. Analisis Regresi Data Panel dengan Pendekatan Common Effect Model dan Fixed Effect Model pada Kasus Produksi Tanaman Jagung. *INTERVAL: Jurnal Ilmiah Matematika*, 2(2), 52–67, 2022.
- [12] Yulianto, S., & Kurniawan, D. A. Regresi Panel Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten/Kota Provinsi Nusa Tenggara Barat. *VARIANCE: Journal of Statistics and Its Applications*, 3(1), 29–36, 2022.
- [13] Rahmadeni, & Yonesta, E. Analisis Regresi Data Panel pada Pemodelan Produksi Panen Kelapa Sawit di Kebun Sawit Plasma Kampung Buatan Baru. *Jurnal Sains Matematika dan Statistik*, 2(1), 2016.
- [14] Basuki, A. T., & Prawoto, N. *Analisis Regresi dalam Penelitian Ekonomi dan Bisnis*. Depok: Rajawali Pers, 2015.
- [15] Sutikno, B., Faruk, A., & Dwipurwani, O. Penerapan Regresi Data Panel Komponen Satu Arah untuk Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia. *Jurnal Matematika Integratif*, 13(1), 1–10, 2017.
- [16] Alviani, L. O., Kurniati, E., & Badruzzaman, F. H. Penggunaan Regresi Data Panel pada Analisis Indeks Pembangunan Manusia. *Jurnal Riset Matematika*, 1(2), 99–108, 2021.