

METODE STANDARD ERROR NEWKEY WEST UNTUK MENGATASI HETEROSKEDASTISITAS DAN AUTOKORELASI PADA ANALISIS REGRESI DATA PANEL

Bella Haryati¹, Sigit Nugroho² dan Etis Sunandi³

¹Alumni Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Bengkulu

e-mail: bellaharyati.bh@gmail.com, sigit.nugroho.1960@gmail.com,

etiss18@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi heteroskedastisitas dan autokorelasi pada analisis regresi data panel dengan menggunakan metode *standard error Newey West*. Data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu rasio ketersediaan beras, ketersediaan beras, luas panen, produktivitas lahan, jumlah konsumsi beras dan harga beras dari tahun 2009-2014. Data tersebut melanggar asumsi non autokorelasi dan homoskedastisitas. Dari hasil analisis didapatkan informasi bahwa ketersediaan beras, luas panen, produktivitas lahan dan jumlah konsumsi beras berpengaruh nyata terhadap rasio ketersediaan beras. Selain itu, *standard error* yang didapatkan dari metode *Newey West*, dengan nilai $g = 1$, dan $g = 4$ selalu memiliki nilai lebih besar dari *standard error* awal.

Kata kunci: Regresi data panel, *standard error Newey West*, heteroskedastisitas, autokorelasi

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia pangan sering diidentikkan dengan beras karena jenis pangan ini merupakan makanan pokok utama bagi masyarakatnya. Tingginya konsumsi beras tergambar dari besarnya alokasi pengeluaran untuk beras dalam struktur pengeluaran keluarga. Di Bengkulu *World Bank* memperkirakan 34% dari 70% pengeluaran keluarga miskin dialokasikan untuk membeli beras sebagai makanan pokok (Supardi, 2013).

Pada kehidupan sehari-hari sering dijumpai perkiraan ketahanan pangan yang hanya memasukkan salah satu unsur runtun waktu atau data silang. Data runtun waktu adalah data yang diamati pada satu unit berdasarkan runtun waktu tertentu. Dalam analisis runtun waktu, lebih besar kemungkinan terjadi autokorelasi positif, karena variabel yang dianalisis biasanya mengandung kecenderungan meningkat.

Autokorelasi terjadi karena beberapa sebab. Salah satu penyebabnya menurut Gujarati (2004), adalah data runtun waktu. Sedangkan data data silang adalah data yang terdiri dari beberapa objek yang dikumpulkan pada satu waktu tertentu. Data data silang cenderung untuk bersifat heteroskedastisitas karena pengamatan dilakukan pada individu yang berbeda pada saat yang sama. Gabungan dari kedua data ini dinamakan data panel. Salah satu keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan data panel adalah mampu menyediakan data yang lebih banyak sehingga akan menghasilkan derajat kebebasan yang lebih besar (Apriliawan, Tarno, dan Yasin, 2013).

Analisis regresi merupakan sebuah alat statistik yang digunakan untuk mengetahui pengaruh antara dua atau lebih variabel sehingga sebuah respon dapat diprediksi. Analisis regresi memiliki

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

beberapa asumsi klasik yang harus dipenuhi untuk mendapatkan estimasi parameter pada model yang bersifat *BLUE* (*Best Linear Unbiased Estimator*). Namun dalam penerapannya sering sekali terjadi pelanggaran asumsi. Asumsi yang sering tidak terpenuhi seperti asumsi homoskedastisitas dan non-autokorelasi sehingga estimasi parameter tidak lagi bersifat *BLUE*. Selain itu, Standard error akan *underestimate* dari *standard error* yang sebenarnya (Kutner, 2004).

Standard error Newey West dapat mengoreksi *standard error* yang didapatkan sehingga *standard error* tidak akan terlalu jauh dari parameter (*underestimate*). Metode *standard error* Newey West yang dikembangkan pada tahun 1987 merupakan perluasan dari metode *standard error* White. Metode *standard error* White hanya kekar terhadap heteroskedastisitas, sedangkan metode *standard error* Newey West kekar terhadap autokorelasi dan heteroskedastisitas (Wooldrige, 2009).

Pada penelitian sebelumnya Silalahi, Sitepu, dan Tarigan (2014) telah menerapkan analisis regresi data panel dengan studi kasus ketahanan pangan Provinsi Sumatera Utara tahun 2007-2011 dengan mendeteksi masalah heteroskedastisitas dan autokorelasi menggunakan uji Park dan uji Durbin Watson. Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan *standard error* Newey West untuk mendeteksi masalah heteroskedastisitas dan autokorelasi.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Regresi Data Panel

Regresi data panel adalah analisis regresi yang digunakan pada data panel. Menurut Hsiao (2014) data panel merupakan data gabungan dari dua tipe data yaitu data runtun waktu dan data silang. Data runtun waktu adalah data dari pengamatan yang dilakukan pada satu individu pada runtun waktu yang dapat

berubah-ubah seiring berjalannya waktu dengan periode waktu yang sama. Sedangkan data silang adalah data dari pengamatan yang dilakukan pada individu yang berbeda pada waktu yang sama. Bentuk umum regresi data panel:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{j=1}^P \beta_j X_{jit} + u_{it} \quad (1)$$

dengan:

Y_{it} : variabel terikat untuk individu ke- i pada waktu ke- t

α_{it} : intersep untuk individu ke- i pada waktu ke- t

β_j : parameter untuk variabel ke- j

X_{jit} : variabel bebas ke- j untuk individu ke- i pada waktu ke- t

u_{it} : *error* regresi untuk individu ke- i pada waktu ke- t

i : unit data silang sebanyak N

t : unit runtun waktu sebanyak T

karena data bersifat panel maka *error* dari regresi ini memiliki komponen yang umum dan spesifik. Karakter ini secara matematis ditunjukkan oleh persamaan (2):

$$u_{it} = e + v_i + w_t \quad (2)$$

dimana e adalah komponen *error* yang bersifat umum, v_i adalah komponen yang spesifik data silang dan w_t adalah komponen yang spesifik runtun waktu (Ariefianto, 2012).

2.2. Penduga Parameter Model Regresi Data Panel

Dalam menduga parameter model regresi pada data panel ada tiga macam pendekatan yaitu Model Efek Gabungan, Model Efek Tetap dan Model Efek Acak.

2.2.1. Model Efek Gabungan

Model Efek Gabungan adalah metode regresi yang menduga data panel dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Metode ini tidak memperhatikan dimensi individu maupun waktu sehingga diasumsikan bahwa perilaku antar individu sama dalam berbagai kurun

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

waktu. Persamaan metode ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^P \beta_j X_{jit} + u_{it} \quad (3)$$

dengan:

- Y_{it} : variabel terikat untuk individu ke- i pada waktu ke- t
- α : intersep
- β_j : parameter untuk variabel ke- j
- X_{jit} : variabel bebas ke- j untuk individu ke- i pada waktu ke- t
- u_{it} : komponen *error* untuk individu ke- i pada waktu ke- t
- i : unit data silang sebanyak N
- t : unit runtun waktu sebanyak T

2.2.2. Model Efek Tetap

Model Efek Tetap adalah metode regresi yang menduga data panel dengan menambahkan variabel *dummy*. Teknik ini dinamakan *Least Square Dummy Variabel* (LSDV). Teknik ini diterapkan untuk efek tiap individu. Model Efek Tetap mengasumsikan bahwa terdapat efek yang berbeda antar individu. Setiap individu merupakan parameter yang tidak diketahui dan akan diduga dengan menggunakan teknik variabel *dummy* yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^P \beta_j X_{jit} + u_{it} \quad (4)$$

dengan:

- Y_{it} : variabel terikat untuk individu ke- i pada waktu ke- t
- α_i : intersep
- β_j : parameter untuk variabel ke- j
- X_{jit} : variabel bebas ke- j untuk individu ke- i pada waktu ke- t
- i : unit data silang sebanyak N
- t : unit runtun waktu sebanyak T
- u_{it} : komponen *error* untuk individu ke- i pada waktu ke- t

Dalam menduga parameter untuk data panel, Gujarati (2004) menyatakan

Model Efek Tetap memiliki beberapa kelemahan yakni:

- a. Masalah kekurangan derajat kebebasan akibat jumlah contoh yang terbatas.
- b. Multikolinieritas yang diakibatkan oleh banyaknya variabel *dummy* yang diduga.
- c. Keterbatasan kemampuan penduga, terutama jika terdapat variabel yang bersifat tidak berubah berdasarkan waktu.
- d. Kemungkinan korelasi di antara komponen residual spesifik (data silang dan runtun waktu) (Ariefianto, 2012).

2.2.3. Model Efek Acak

Model Efek Acak adalah Model regresi yang menduga parameter regresi data panel dengan menghitung *error* dari model regresi dengan metode *Generalized Least Square* (GLS). Persamaan Model Efek Acak dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^P \beta_j X_{jit} + u_{it} \quad (5)$$

dengan:

- Y_{it} : variabel terikat untuk individu ke- i pada waktu ke- t
- α_i : intersep, $\alpha_i = \alpha_0 + \varepsilon_i$
- β_j : parameter untuk variabel ke- j
- X_{jit} : variabel bebas ke- j untuk individu ke- i pada waktu ke- t
- u_{it} : komponen *error* untuk individu ke- i pada waktu ke- t
- i : unit data silang sebanyak N
- t : unit runtun waktu sebanyak T

2.3. Pemilihan Model

Langkah-langkah yang dilakukan dalam mendapatkan model yang tepat adalah pertama dilakukan uji Chow. Jika dalam uji Chow terbukti tidak ada efek individu maka digunakan Model Efek Gabungan. Namun jika dalam uji Chow terbukti ada efek individu maka selanjutnya dilakukan uji Hausman untuk

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

menentukan antara Model Efek Tetap dan Model Efek Acak.

2.3.1. Uji Chow

Uji Chow digunakan untuk memilih Model Efek Gabungan atau Model Efek Tetap dengan hipotesis sebagai berikut:

1. Merumuskan hipotesis, yaitu:
 H_0 : Model Efek Gabungan
 H_1 : Model Efek Tetap
2. Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$
3. Statistik Uji

$$F = \frac{[R_{LSDV}^2 - R_{pooled}^2]/(N - 1)}{(1 - R_{LSDV}^2)/(NT - N - K)} \quad (6)$$

dengan:

- R_{pooled}^2 : *R - square* untuk Model Efek Gabungan
 R_{LSDV}^2 : *R - square* untuk Model Efek Tetap
 N : jumlah unit data silang
 T : jumlah unit runtun waktu
 K : jumlah variabel bebas

4. Kriteria Penolakan

Tolak H_0 jika $F_{hitung} >$

$F_{(N-1, NT-N-K, \alpha)}$ atau $p - value < \alpha$

5. Kesimpulan

Jika H_0 ditolak artinya model penduga yang tepat digunakan adalah metode pendekatan Model Efek Tetap.

2.3.2. Uji Hausman

Uji Hausman merupakan pengujian untuk memilih Model Efek Tetap atau Model Efek Acak. Uji ini memiliki hipotesis sebagai berikut:

1. Merumuskan hipotesis, yaitu:
 H_0 : Model Efek Tetap
 H_1 : Model Efek Acak
2. Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$
3. Statistik Uji

$$W = (b - \hat{\beta})[var(b - \hat{\beta})]^{-1}(b - \hat{\beta}) \quad (7)$$

dengan:

- b : koefisien efek acak
 $\hat{\beta}$: koefisien efek tetap

4. Kriteria Penolakan

Tolak H_0 jika $W > \chi^2_{(K, \alpha)}$ atau $p - value < \alpha$

5. Kesimpulan

Jika H_0 ditolak artinya model penduga yang tepat digunakan adalah metode pendekatan Model Efek Acak.

2.4. Standard Error

Standard error (SE) atau kesalahan baku adalah indeks yang menggambarkan sebaran rata-rata contoh terhadap rata-rata keseluruhan kemungkinan contoh (rata-rata populasi). Prinsip OLS adalah meminimalkan *error*. Oleh karena itu, ketepatan dari nilai dugaan sangat ditentukan oleh *standard error* dari masing-masing penduga. Menurut Ariefianto (2012), *standard error* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$SE(\hat{\beta}_k) = \sqrt{Var(\hat{\beta}_k)} \quad (8)$$

dengan nilai $Var(\hat{\beta}_k)$ dapat diperoleh dari formula sebagai berikut (Rachmawati dan Sumarminingsih, 2014):

$$Var(\hat{\beta}_k) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (9)$$

dengan:

- Se : nilai *standard error*
 $Var(\hat{\beta}_k)$: ragam parameter ke- k

2.5. Uji Asumsi Klasik

Asumsi yang harus dipenuhi adalah kenormalan, tidak ada multikolinieritas, homoskedastisitas, dan non autokorelasi. Asumsi normalitas digunakan untuk mengetahui apakah *error* data berdistribusi normal atau tidak. Dalam uji ini diharapkan asumsi normalitas terpenuhi. Sedangkan asumsi multikolinieritas adalah asumsi untuk mengetahui ada atau tidaknya korelasi yang signifikan antara variabel-variabel bebas dalam suatu model regresi linier berganda. Dalam uji ini diharapkan tidak ada multikolinieritas. Untuk asumsi

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

homoskedastisitas dan non autokorelasi akan dibahas pada bagian selanjutnya.

2.5.1. Uji Heteroskedastisitas

Asumsi penting yang harus dipenuhi ialah ragam dari *error* tidak berubah, dengan berubahnya satu atau lebih variabel bebas yang sering disebut homoskedastisitas. Namun jika asumsi ini tidak terpenuhi maka disebut heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas terjadi apabila variabel gangguan tidak mempunyai varian yang sama untuk semua pengamatan (Gujarati, 2004). Mendeteksi heteroskedastisitas dengan menggunakan uji White adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan hipotesis, yaitu:
 $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_t^2 = \sigma^2 = 0$
 $H_1: \text{paling tidak ada satu } \sigma_i^2 \text{ dimana } \sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n.$
2. Menentukan taraf nyata (α) sebesar 5%
3. Statistik Uji yang digunakan

$$White = nR^2 \quad (11)$$

dengan :

n : jumlah contoh
 R^2 : nilai *R - square*

4. Kriteria Penolakan
 $White < \chi^2$, berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak. Artinya *error* bersifat homoskedastis
 $White > \chi^2$, berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya *error* bersifat heteroskedastis

2.5.2. Uji Autokorelasi

Menurut Gujarati (2004), autokorelasi merupakan korelasi diantara anggota seri pengamatan yang disusun menurut runtun waktu atau menurut tempat/ruang (dalam data silang). Autokorelasi atau sering juga disebut korelasi serial merupakan suatu bentuk pelanggaran terhadap asumsi klasik.

Gejala autokorelasi dalam penelitian ini dideteksi menggunakan metode Durbin-Watson (DW). Penentuan ada atau tidaknya autokorelasi menurut metode

Durbin-Watson (DW) dapat dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 1. Uji statistik d Durbin-Watson (DW)

Nilai statistik d	Hasil
$0 \leq d \leq d_L$	H_0 ditolak: ada autokorelasi positif
$d_L \leq d \leq d_U$	Daerah keragu-raguan: tidak ada keputusan
$2 \leq d \leq 4 - d_U$	Gagal menolak H_0 tidak ada autokorelasi
$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$	Daerah keragu-raguan: tidak ada keputusan
$4 - d_L \leq d \leq 4$	H_0 ditolak: ada autokorelasi negatif

dimana d_L dan d_U adalah batas bawah dan batas atas nilai kritis yang dapat dicari dari tabel Durbin Watson berdasarkan k (jumlah variabel bebas) dan n (jumlah contoh) yang relevan. Berikut uji autokorelasi menggunakan uji Durbin Watson dengan hipotesis sebagai berikut (Gujarati, 2004):

1. Merumuskan hipotesis, yaitu:
 $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$ (tidak ada autokorelasi)
 $H_1: \text{paling tidak ada satu } \rho_p \text{ dimana } \rho_p \neq 0, i = 1, 2, \dots, p$
2. Menentukan taraf nyata (α) sebesar 5%
3. Statistik Uji

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2} \quad (13)$$

dengan:

d : nilai durbin watson
 \hat{u}_t : *error* regresi untuk waktu ke- t

4. Kriteria Penolakan
 Dengan melihat nilai DW terletak diantara $2 < DW < 4 - d_U$ untuk menentukan ada tidaknya autokorelasi. Dimana d_L dan d_U adalah batas bawah dan batas atas.

2.6. Metode Standard Error Newey West

Dampak dari adanya autokorelasi adalah *standard error* parameter menjadi bias. Dengan demikian salah satu cara

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

untuk mengoreksi kondisi ini, menurut Ariefianto (2012) adalah dengan membuat formulasi *standard error* yang tidak bias.

Wooldridge (2009) mengatakan bahwa metode *standard error* Newey West yang dikembangkan pada tahun 1987 merupakan perluasan dari metode *standard error* White. Metode *standard error* White hanya kekar terhadap heteroskedastisitas, sedangkan metode *standard error* Newey West kekar terhadap autokorelasi dan heteroskedastisitas. Rumus *standard error* Newey West adalah sebagai berikut:

$$se_{newey-west}(\hat{\beta}_p) = \left(\frac{se(\hat{\beta}_p)}{\hat{\sigma}^2} \right)^2 \sqrt{\hat{v}} \quad (14)$$

dengan:

$se(\hat{\beta}_p)$: *standard error* parameter p dari regresi awal
 $\hat{\sigma}^2$: estimator ragam model regresi awal

Nilai \hat{v} dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\hat{v} = \sum_{t=1}^n \hat{a}_t^2 + 2 \sum_{n=1}^g \left[1 - \frac{h}{g+1} \right] \left(\sum_{t=h+1}^n \hat{a}_t \hat{a}_{t-h} \right) \quad (15)$$

dengan nilai \hat{a}_t diperoleh dengan langkah sebagai berikut:

- $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \dots + \beta_k x_{kt} + u_t$ dengan OLS untuk memperoleh $se(\beta_1)$, σ , dan *error* u_t .
- Hitung *error* r_t dari *auxiliary* regresi (regresi tambahan):

$$x_{1t} = \delta_0 + \delta_2 x_{t2} + \dots + \delta_k x_{tk} + r_t$$

$$\hat{a}_t = \hat{r}_t \hat{u}_t, \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Nilai g dapat disesuaikan dengan data, data tahunan dipilih $g = 1$. Newey West menyarankan mengambil g menjadi bagian integer dari $4 \left(\frac{n}{100} \right)^{2/9}$. Nilai h diperoleh dengan rumus $h = \exp(g)$.

2.7. Uji Signifikansi

Data yang telah diolah, perlu dilakukan pengujian terhadap model yang dihasilkan agar dapat memberikan

gambaran yang jelas atas apa yang ingin diinformasikan dari model tersebut.

2.7.1. Uji Simultan (Uji F)

Uji simultan digunakan untuk melihat pengaruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk uji F sebagai berikut:

- Merumuskan hipotesis, yaitu:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ artinya variabel bebas secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel terikat

$H_1: \beta_i \neq 0$ artinya variabel bebas secara simultan berpengaruh terhadap variabel terikat. $\forall i = 1, 2, \dots, k$

- Menentukan taraf nyata (α : 5%) dan derajat kebebasan (db) untuk mengetahui nilai $F_{tabel} = F_{(\alpha; N_1, N_2)}$. Dimana n adalah jumlah contoh dan k adalah jumlah variabel bebas.
- Mencari nilai F_{hitung} dengan rumus dinyatakan sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{(R^2)/(N-1)}{(1-R^2)/(NT-N-K)} \quad (18)$$

dengan:

R^2 : koefisien determinasi
 T : jumlah individu / data silang
 N : jumlah runtun waktu
 K : jumlah variabel bebas

- Kriteria Penolakan

$F_{hitung} < F_{(\alpha; N_1, N_2)}$, berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak. Artinya variabel secara bersama tidak berpengaruh terhadap variabel terikat.

$F_{hitung} > F_{(\alpha; N_1, N_2)}$, berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya variabel secara bersama berpengaruh terhadap variabel terikat.

2.7.2 Uji Parsial (Uji t)

Uji parsial atau uji t dipakai untuk melihat signifikansi pengaruh variabel bebas secara individu terhadap variabel terikat dengan menganggap variabel lain

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

bersifat konstan. Uji ini dilakukan dengan membandingkan t_{hitung} dengan t_{tabel} . Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan untuk uji T adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan hipotesis, yaitu:
 $H_0: \beta_i = 0$ artinya secara individu variabel ke- i tidak berpengaruh terhadap variabel terikat.
 $H_1: \beta_i \neq 0$ artinya variabel ke- i secara individu berpengaruh terhadap variabel terikat.
2. Menentukan taraf nyata ($\alpha=5\%$) dan derajat kebebasan (db) untuk mengetahui nilai $t_{tabel} = t_{(\alpha,db)}$. Dimana n dan k masing-masing adalah jumlah contoh dan jumlah variabel bebas.
3. Mencari nilai t_{hitung} dinyatakan dengan rumus sebagai berikut (Ariefianto, 2012):

$$t_{hitung} = \frac{(\hat{\beta}_j)}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (19)$$

dengan:

$\hat{\beta}_j$: penduga parameter ke- j yang dihipotesiskan
 $se(\hat{\beta}_j)$: Standard Error $\hat{\beta}_j$

4. Kriteria Penolakan
 $|t_{hitung}| \leq t_{(\alpha,db)}$, berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak, artinya tidak ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.
 $|t_{hitung}| > t_{(\alpha,db)}$, berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

2.8. Koefisien Determinasi

Sebagai ukuran kebaikan model (*goodness of fit*) dapat menggunakan Jumlah Kuadrat Total (JKT) dan dekomposisinya serta koefisien R^2 . JKT dan dekomposisinya dapat dihitung dengan jalan (Ariefianto, 2012):

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kuadrat Total (JKT)} & \quad (20) \\ &= \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \bar{y})^2 \end{aligned}$$

Jumlah Kuadrat yang dijelaskan (JKP) (21)

$$= \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\hat{y}_{it} - \bar{y})^2$$

Jumlah Kuadrat Error (JKE) (22)

$$\begin{aligned} &= \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} \\ &\quad - \hat{y}_{it})^2 \left(= \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T u_{it}^2 \right) \end{aligned}$$

JKT adalah ukuran variasi contoh y_{it} untuk menunjukkan seberapa besar dispersi contoh y_{it} di sekitar rata-ratanya. JKP menunjukkan variasi contoh pada y dan JKE mengukur variasi dari u_{it} . Total variasi pada y adalah sama dengan jumlah JKP dan JKE, atau

$$JKT = JKP + JKE \quad (23)$$

selanjutnya, persamaan diatas dibagi dengan JKT, diperoleh

$$1 = \frac{JKP}{JKT} + \frac{JKE}{JKT} \quad (24)$$

sehingga koefisien determinasi, R^2 dapat didefinisikan sebagai

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JKP}{JKT} = 1 - \frac{JKE}{JKT} \\ &= 1 - \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T u_{it}^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \bar{y})^2} \end{aligned} \quad (25)$$

dari persamaan (25) dapat dilihat bahwa koefisien determinasi menunjukkan proporsi variasi variabel terikat (y) yang dapat dijelaskan oleh variasi variabel bebas (x). Nilai koefisien determinasi R^2 mempunyai interval mulai dari 0 sampai 1 ($0 \leq R^2 \leq 1$) karena nilai JKP dan JKE tidak mungkin melebihi nilai JKT. R^2 adalah suatu ukuran kesesuaian model (*model fit*) (Sulaiman, 2004).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah data ketahanan pangan di setiap Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu. Data tersebut diperoleh dari Dinas Pertanian Provinsi Bengkulu pada tahun 2009-2014.

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

3.2. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder, data tentang ketahanan pangan tahunan dari tahun 2009 hingga 2014, serta data silang sebanyak sepuluh kabupaten/kota di provinsi Bengkulu. Sumber data ialah berupa catatan dan laporan historis yang tersusun dalam arsip yang dipublikasikan dan tidak dipublikasikan yang diperoleh dari Dinas Pertanian Provinsi Bengkulu.

3.3. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Rasio ketersediaan beras (Y)
Rasio ketersediaan beras adalah angka perbandingan dari jumlah produksi beras dan konsumsi beras di tiap kabupaten/kota di Provinsi Bengkulu. Secara sistematis dapat ditulis

$$\text{Rasio ketersediaan beras} = \frac{\text{jumlah konsumsi beras}}{\text{jumlah produksi beras}}$$
- b. Ketersediaan beras (X_1)
Ketersediaan beras merupakan jumlah beras yang dapat disimpan oleh suatu daerah disetiap tahun dalam satuan ton.
- c. Luas panen (X_2)
Luas panen adalah jumlah areal yang dapat memproduksi padi setiap tahunnya dalam satuan hektar.
- d. Produktivitas lahan (X_3)
Produktivitas lahan diukur berdasarkan rata-rata produksi padi yaitu rata-rata jumlah padi yang dapat dihasilkan dari 1 hektar lahan per tahun dalam satuan ton/hektar.
- e. Jumlah konsumsi beras (X_4)
Jumlah konsumsi beras adalah jumlah beras yang dikonsumsi seluruh penduduk suatu kabupaten/kota dalam jangka waktu satu tahun dalam satuan ton.

- f. Harga beras (X_5)

Harga beras adalah harga komoditi beras yang sudah ditambah dengan biaya transportasi dalam pendistribusiannya (harga pasar) dalam satuan rupiah/kilogram.

3.4. Metode Analisis Data

Metode analisis yang akan digunakan adalah metode *standard error* Newey West untuk mengatasi heteroskedastisitas dan autokorelasi pada analisis regresi data panel, dengan tahapan meregresikan data adalah sebagai berikut:

1. Menentukan data panel (gabungan runtun waktu dan data silang) yang akan digunakan dalam studi kasus.
2. Mengestimasi parameter regresi data panel dengan menggunakan *software Eviews*.
3. Menguji asumsi klasik untuk mendeteksi keberadaan heteroskedastisitas dan autokorelasi.
4. Melakukan transformasi
5. Menghitung nilai *standard error* Newey West
6. Membandingkan nilai *standard error* Newey West dengan nilai *standard error* OLS.
7. Menghitung kebaikan model dengan menggunakan *Eviews* 8 dan Ms.Excel.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Penelitian ini menggunakan data panel seimbang dengan jumlah sampel wilayah sebanyak 10 kabupaten/kota dari tahun 2009-2014. Data ini merupakan data sekunder yang diambil dari Dinas Pertanian, berikut variabel dalam penelitian.

Tabel 2. Variabel penelitian

simbol	Nama Variabel	Satuan
Y	Rasio Ketersediaan Beras	
X_1	Ketersediaan Beras	Ton
X_2	Luas Panen	Hektar
X_3	Harga Beras	Ton/ha
X_4	Jumlah Konsumsi Beras	Ton
X_5	Harga Beras	Rupiah

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

sedangkan wilayah yang digunakan dalam penelitian adalah kabupaten/kota yang ada di provinsi Bengkulu, seperti pada Tabel 3. berikut ini:

Tabel 3. Wilayah penelitian

No.	Wilayah
1	Bengkulu Selatan
2	Rejang Lebong
3	Bengkulu Utara
4	Kaur
5	Seluma
6	Muko-muko
7	Lebong
8	Kepahiang
9	Bengkulu Tengah
10	Kota Bengkulu

4.2. Pemilihan Model Pendugaan

Pengolahan data menggunakan regresi data panel dengan alternatif tiga model, yaitu Model Efek Gabungan, Model Efek Tetap, dan Model Efek Acak. Dalam menentukan penduga model regresi data panel, hal pertama yang harus dilakukan adalah menguji model manakah yang paling tepat digunakan. Berikut pengujianya:

4.2.1. Uji Chow

Statistik Uji

$$F = \frac{[R_{LSDV}^2 - R_{pooled}^2]/(N - 1)}{(1 - R_{LSDV}^2)/(NT - N - K)}$$

dengan jumlah data silang sebanyak 10, data runtun waktu 6 dan variabel bebas 5, maka jumlah data panel sebanyak 300, nilai dari R_{LSDV}^2 dan R_{pooled}^2 dapat dilihat pada lampiran output Model Efek Gabungan dan Model Efek Tetap maka secara manual nilai F dapat dihitung sebagai berikut:

$$F = \frac{[R_{LSDV}^2 - R_{pooled}^2]/(N - 1)}{(1 - R_{LSDV}^2)/(NT - N - K)}$$

$$F = \frac{\frac{0.919113 - 0.853494}{10 - 1}}{1 - 0.919113}$$

$$F = 4,056214$$

Kesimpulan

Nilai $F_{hitung} = 4,056214 > F_{tabel} = 1,912924$, maka H_0 ditolak artinya model

yang tepat menggunakan Model Efek Tetap.

4.2.2. Uji Hausman

Tabel 4. Tabel Uji husman

Test Summary	Chi-Sq.	
	Statistic	$p - value$
Cross-section random	4.817025	0.4386

Kesimpulan

Hasil dari uji Hausman dapat dilihat pada Tabel 4 dengan nilai $p - value = 0,4386 > \alpha = 0,05$ maka H_0 diterima, artinya model yang tepat adalah menggunakan Model Efek Tetap.

4.3. Metode Pendugaan

Dari pemilihan model penduga diketahui bahwa model yang tepat digunakan adalah Model Efek Tetap. Namun, dalam penelitian ini diperlukan model yang memiliki masalah heteroskedastisitas dan autokorelasi ataupun salah satu dari keduanya. Untuk itu peneliti menggunakan model pertama yaitu Model Efek Gabungan. Model ini diketahui sebagai model yang tidak layak, sehingga diduga akan melanggar asumsi yang diberikan.

Tabel 5. Hasil Output Model Efek Gabungan

Variabel	Coefficient	Std. Error	t-statistic	$p - value$
Y	0.079396	0.442211	0.179542	0.8582
X_1	-1.21E-05	1.38E-05	-0.878808	0.3834
X_2	9.79E-05	2.94E-05	3.331809	0.0016
X_3	0.049208	0.010734	4.584270	0.0000
X_4	-5.78E-05	4.22E-06	-13.69486	0.0000
X_5	-2.90E-05	1.36E-05	-2.138462	0.0370
R-squared			0.853494	
F-statistic			62.91706	

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh nilai penduga parameter, dan dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$y_{it} = 0.079396 + 0.0000121X_1 + 0.0000979X_2 + 0.049208X_3 - 0.0000578X_4 - 0.000029X_5 + \varepsilon_{it}$$

Taraf signifikansi yang digunakan dalam pengujian adalah 5%. Langkah

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

selanjutnya adalah melakukan pembentukan model regresi. Nilai penduga parameter dapat dilihat pada Tabel 5. dari tabel tersebut terlihat bahwa luas panen, produktivitas lahan, jumlah konsumsi beras dan harga beras berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras. Variabel ketersediaan beras tidak berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras karena $p - value = 0,3834 > 0,05$.

4.4. Hasil Pengujian Asumsi Klasik

4.4.1. Heteroskedastisitas

Dalam penelitian ini pengujian heteroskedastisitas yang digunakan adalah uji White. Berikut tabel uji White

Tabel 6. Uji Heteroskedastisitas White

	<i>P - value</i>	
F-statistic	2.562903F(5,54)	0.0375
Obs*R-squared	11.50754Chi-Square(5)	0.0422
Scaled explained SS	10.39682Chi-Square(5)	0.0647

Pada hasil pengujian diperoleh $p - value obs * R - square = 0,0422 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan terdapat masalah heteroskedastisitas.

4.4.2. Autokorelasi

Pada output regresi dengan Model Efek Gabungan diperoleh nilai $DW - stat = 1,245781$, dengan signifikansi 5%, nilai d bawah (*lower*) adalah 1,4083 dan d atas (*upper*) adalah 1,7671.

Tabel 7. Uji statistik Durbin-Watson (DW) dengan 5 variabel bebas

Nilai statistik d	Hasil
$0 \leq d \leq 1,4083$	H_0 ditolak: ada autokorelasi positif
$1,4083 \leq d \leq 1,7671$	Daerah keragu-raguan: tidak ada keputusan
$2 \leq d \leq 2,2329$	Gagal menolak H_0 tidak ada autokorelasi
$2,2329 \leq d \leq 2,5917$	Daerah keragu-raguan: tidak ada keputusan
$2,5917 \leq d \leq 4$	H_0 ditolak: ada autokorelasi negatif

terlihat nilai statistik Uji DW berada pada kisaran ($0 \leq d \leq 1,4083$), sehingga dapat disimpulkan bahwa pada model tersebut mempunyai masalah autokorelasi..

4.5. Standard Error Newey West

Selanjutnya dilakukan transformasi pada data yang bertujuan untuk mengatasi masalah yang terkandung didalamnya seperti masalah kenormalan. *Standard error* hasil regresi yang ditransformasi adalah tidak bias dan dengan demikian prosedur pengujian, baik uji t dan uji F menjadi valid. Berikut hasil transformasi tersebut:

Tabel 8. Penduga parameter dan pengujian data transformasi

Parameter	Nilai penduga	Std. Error	t-hitung	<i>p-value</i>
β_0	-2.667342	1.111548	-2.399664	0.0199
β_1	0.154808	0.205556	0.753118	0.4546
β_2	0.845985	0.200678	4.215630	0.0001
β_3	0.971097	0.232323	4.179945	0.0001
β_4	-0.943021	0.041899	-22.50717	0.0000
β_5	-0.095017	0.072404	-1.312314	0.1950

Variabel-variabel yang diuji adalah ketersediaan beras (X_1), luas panen (X_2), produktivitas lahan (X_3), jumlah konsumsi beras (X_4), dan harga beras (X_5). Pada Tabel 8 dapat dilihat nilai $p-value$ untuk masing-masing variabel. Berdasarkan pengujian uji t dengan membandingkan nilai $p-value$ dan nilai $\alpha = 5\%$ disimpulkan bahwa ketersediaan beras (X_1), dan harga beras (X_5) tidak berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras.

Tabel 9. Penduga parameter dan pengujian data dengan *Standard Error Newey West* $g = 1$

Parameter	Nilai penduga	Std. Error	t-hitung	<i>p-value</i>
β_0	-2.667342	1.179538	-2.261344	0.0278
β_1	0.154808	0.091138	1.698612	0.0951
β_2	0.845985	0.083947	10.07765	0.0000
β_3	0.971097	0.098303	9.878644	0.0000
β_4	-0.943021	0.028855	-32.68179	0.0000
β_5	-0.095017	0.069395	-1.369210	0.1766

Pada Tabel 9 digunakan nilai $g = 1$ karena data yang digunakan adalah data

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

tahunan sehingga dianjurkan untuk menggunakan nilai $g = 1$. Berdasarkan pengujian uji t dengan membandingkan nilai p -value dan nilai $\alpha = 5\%$ disimpulkan bahwa ketersediaan beras (X_1), dan harga beras (X_5) tidak berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras. Sedangkan untuk Tabel 10 menggunakan nilai $g = 4$, nilai ini diperoleh dari rumus $g = 4 \left(\frac{60}{100}\right)^{\frac{2}{9}} \approx 4$.

Tabel 10. Penduga parameter dan pengujian data dengan *Standard Error* Newey West $g = 4$

Para meter	Nilai penduga	Std. Error	t-hitung	p -value
β_0	-2.667342	1.252164	-2.130185	0.0377
β_1	0.154808	0.069158	2.238479	0.0293
β_2	0.845985	0.061947	13.65652	0.0000
β_3	0.971097	0.095905	10.12561	0.0000
β_4	-0.943021	0.026447	-35.65657	0.0000
β_5	-0.095017	0.070185	-1.353802	0.1814

Setelah *standard error* dikoreksi dengan metode *standard error* Newey West hanya harga beras (X_5) yang tidak berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras. Adanya heteroskedastisitas dan autokorelasi mengakibatkan statistik uji menjadi lebih besar. Oleh karena itu, keputusan yang dihasilkan dalam uji t akan lebih sering menyimpulkan adanya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

Tabel 11. Ringkasan *Standard Error*

Parame ter	<i>Standard Error</i>		
	Data Transformasi	Newey West $g = 4$	Newey West $g = 1$
β_0	1.111548	1.252164	1.179538
β_1	0.205556	0.069158	0.091138
β_2	0.200678	0.061947	0.083947
β_3	0.232323	0.095905	0.098303
β_4	0.041899	0.026447	0.028855
β_5	0.072404	0.070185	0.069395

Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwa *standard error* Newey West yang didapatkan, baik menggunakan $g = 4$,

$g = 4$ selalu lebih kecil dari *standard error* data transformasi awal. Hal ini bahwa adanya autokorelasi akan menyebabkan *standard error* yang didapatkan dari metode OLS jauh dari nilai *standard error* yang sebenarnya.

Sebelum dilakukan koreksi terhadap *standard error* luas panen, produktivitas lahan, dan jumlah konsumsi beras berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras. Keberadaan autokorelasi dan heteroskedastisitas menyebabkan *standard error* lebih besar dari *standard error* sebenarnya. Namun setelah dilakukan koreksi terhadap *standard error* menggunakan metode *standard error* Newey West dengan dua pilihan nilai g , variabel yang berpengaruh ialah luas panen, produktivitas lahan, jumlah konsumsi beras dan harga beras berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras.

4.6. Uji Signifikansi

Uji ini dilakukan untuk melihat apakah variabel-variabel bebas secara simultan maupun secara parsial berpengaruh terhadap variabel terikat.

4.6.1. Uji Simultan (Uji F)

Nilai statistik uji F dapat dilihat pada Lampiran 8 nilai statistik uji F yang diperoleh sebesar 367,2679.

$$F(\alpha; k - 1; n - k) = F(5\%; 4; 55) = 2,539689$$

Kesimpulan

Dari pengujian diperoleh nilai $|F| = 367,2679 > F_{tabel} = 2,539689$ sehingga H_1 diterima, sehingga dapat dikatakan bahwa variabel bebas secara simultan berpengaruh terhadap variabel terikat.

4.6.2. Uji Parsial (Uji t)

Perhatikan Tabel 12 dapat dilihat nilai t_{hitung} untuk masing-masing variabel. Berikut pengujian dari masing-masing variabel bebas dengan variabel

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

terikat dengan $t_{tabel}: t(0,05; 55) = 2,004045$.

Tabel 12. Uji Parsial

Parameter	$ t_{hitung} $	t_{tabel}	Keputusan
β_1	2.23848		H_0 ditolak
β_2	13.65652		H_0 ditolak
β_3	10.12561	2,004045	H_0 ditolak
β_4	35.65657		H_0 ditolak
β_5	1.35380		H_0 diterima

Kesimpulan:

Pada Tabel 12. yang membandingkan $|t_{hitung}|$ dan t_{tabel} diperoleh keputusan bahwa pada pengujian hipotesis variabel ketersediaan beras, luas panen, produktivitas lahan, dan jumlah konsumsi beras H_0 ditolak. Hal ini berarti masing-masing variabel secara parsial berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras. Sedangkan pada pengujian hipotesis variabel harga beras H_0 diterima. Hal ini berarti variabel harga beras secara parsial tidak berpengaruh terhadap rasio ketersediaan beras.

4.7. Pembentukan Model Terbaik

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa variabel X_5 secara parsial tidak berpengaruh terhadap variabel terikat. Untuk itu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menghapus variabel X_5 . Berikut hasil pengujiannya dengan bantuan *software Eviews 8* (secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 9):

Tabel 13. Penduga parameter dan pengujian data tanpa variabel X_5

Parameter	Nilai penduga	t_{hitung}	$p - value$
β_0	-3.623587	-5.208977	0.0000
β_1	0.104009	1.117016	0.2688
β_2	0.895943	10.60801	0.0000
β_3	1.007885	11.97222	0.0000
β_4	-0.943903	-26.73675	0.0000

dengan melihat Tabel 13 diatas dapat diketahui variabel mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Oleh karena itu dilakukan

pengujian kembali tanpa mengikuti sertakan variabel X_1 .

Tabel 14. Penduga parameter dan pengujian data tanpa variabel X_1 dan X_5

Param eter	Nilai penduga	t_{hitung}	$p - value$
β_0	-3.874892	-4.790866	0.0000
β_2	0.996374	60.74789	0.0000
β_3	1.103702	9.830114	0.0000
β_4	-0.942757	-26.49309	0.0000

Pada Tabel 14 dapat dilihat tidak ada lagi variabel yang memiliki nilai $p - value$ lebih dari nilai $\alpha = 5\%$ sehingga dapat disimpulkan semua variabel bebas yaitu luas panen, produktivitas lahan dan jumlah konsumsi beras secara individu mempengaruhi rasio ketersediaan beras. Berdasarkan Tabel 14. diperoleh nilai penduga parameter $\beta_0 = -3.874892$, $\beta_2 = 0.996374$, $\beta_3 = 1.103702$ dan $\beta_4 = -0.942757$, dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$y_{it} = -3.874892 + 0.996374X_2 + 1.103702X_3 - 0.942757X_4 + \varepsilon_{it}$$

4.8. Koefisien Determinasi

Perubahan pada *standard error* tidak mengubah nilai R^2 , dari hasil penduga data transformasi didapatkan nilai $R^2 adjusted$ sebesar 0.970382. Jadi keragaman rasio ketersediaan beras yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas sebesar 97,038% sedangkan sisanya sebesar 2,962% dijelaskan oleh faktor lainnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab IV dapat disimpulkan bahwa analisis regresi data panel pada masalah ketahanan pangan ini menggunakan Model Efek Gabungan. Ini didasarkan pada pengujian telah dilakukan pemilihan model penduga dengan menggunakan uji Chow dan uji Hausman. Berdasarkan pengujian

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

diketahui bahwa Model Efek Gabungan merupakan model yang paling banyak melanggar asumsi. Hal ini terbukti dari pengujian asumsi diketahui bahwa data mengandung masalah heteroskedastisitas dan autokorelasi. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *standard error* Newey West diperoleh variabel-variabel bebas yaitu ketersediaan beras, luas panen, produktivitas lahan, jumlah konsumsi beras yang mempengaruhi rasio ketersediaan beras sebagai variabel terikat.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulisan ingin menyarankan untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat mencoba untuk menguji penelitian yang lebih dalam dengan menggunakan model lain yang ada pada regresi data panel.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliawan, D., Tarno., Yasin, H. 2013. Pemodelan Laju Inflasi di Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Regresi Data Panel. Hal. 301-321. *Jurnal Gaussian*. Vol.2, No.4. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ariefianto, M. D. 2012. *Ekonometrika: Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan Eviews*. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Azizah. 2013. Pengaruh Indeks Pembangunan Manusia, PDRB perkapita dan Tingkat Pengangguran Terhadap Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Jambi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. Vol.13, No.1. Universitas Batanghari Jambi.
- Dewi, H. R., dan D. E. Kusrini. 2014. Peramalan Jumlah Kepemilikan Sepeda Motor dan Penjualan Sepeda Motor di Jawa Timur dengan Menggunakan Regresi Data Panel. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol.03, No.02. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- Gujarati. 2004. *Basic Econometrics 4th edition*. New York. The McGraw-Hill Companies.
- Hsiao, C. 2014. *Analysis of Data Panel 3th edition*. New York. Cambridge University Press.
- Kutner, M. H. 2004. *Applied Linear Statistical Models 5th edition*. New York. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Maharani, K., R. Fitriani., H. Pramoedyo. 2013. Kepekaan Metode *White Robust Standard Error* Dalam Mengatasi Masalah Heteroskedastisitas Pada Linier dan Kuadratik Pada Analisis Regresi Linier Berganda. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. Vol.1, No.2. Universitas Brawijaya.
- Maruddani, D. A. I. 2014. *Model Praktikum Ekonometrika*. Semarang. Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
- Nurhayati, A. H. 2014. Pemodelan Balita Gizi Buruk di Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2008 hingga 2011 dengan Analisis Regresi Panel. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. Vol. 2, No.02. Universitas Brawijaya.
- Putri, N.U., Maiyastri., H. Yozza. 2013. Permasalahan Autokorelasi pada Analisis Regresi Linier Sederhana. *Jurnal Matematika*. Vol.2, No.2 : 26-34. Universitas Andalas.
- Rachmawati, D. S., E. Sumarminingsih. 2014. Metode Standard Error Newey West untuk mengatasi Heteroskedastisitas dan Autokorelasi pada Analisis Regresi Linier Berganda. *Jurnal Mahasiswa Statistik*. Vol.2, No.1 Universitas Brawijaya.
- Ratnasari, N. P. A. M., I. P. E. N. Kencana., G. K. Gandhiadi. 2014. Aplikasi Regresi Data Panel dengan

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

- Pendekatan FEM (Studi Kasus: PT. PLN Gianyar). *E-Jurnal Matematika*. Vol.3, No.1. Universitas Udayana.
- Silalahi, D., Sitepu, R., Tarigan G. 2014. Analisis Ketahanan Pangan Provinsi Sumatera Utara dengan Metode Regresi Data Panel. *Saintia Matematika*. Vol.02, No.03 : 237-251. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sulaiman, W. 2004. *Analisis Regresi Menggunakan SPSS*. Yogyakarta. ANDI.
- Supardi, A. 2013. *Pertumbuhan Penduduk dan Ketahanan Pangan Provinsi Bengkulu*.
<http://bengkulu.bkkbn.go.id/layout/s/mobile/dispform.aspx?List=8c526a76-8b88-44fe-8f81-2085df5b7dc7&View=69dc083c-a8aa-496a-9eb7-b54836a53e40&ID=79> (diakses pada 11 April 2015)
- Wooldridge, J. M. 2009. *Introductory Econometrics 4th Edition*. Canada. Nelson Education.

¹Alumni Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu