

Peramalan Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Jawa Timur Untuk Triwulan ke depan Dengan Model ETS

Mohamad As'ad¹, Sigit Setyowibowo², Indah Dwi Mumpuni³, Eni Farida⁴, Jauharul Maknunah⁵

¹⁻²Teknologi Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita

³⁻⁵Sistem Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita

E-mail: asad@stimata.ac.id^{*1}, sigit@stimata.ac.id², indah@stimata.ac.id³,
eni@stimata.ac.id⁴, jauharul@stimata.ac.id⁵

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan PDRB dengan model peramalan yang mudah, sederhana dan mempunyai akurasi tinggi. Peramalan PDRB di Jawa Timur ini dilatar belakangi oleh besarnya jumlah penduduk ke dua se-Indonesia di provinsi ini setelah Jawa barat, sehingga besarnya nilai PDRB bisa dipakai sebagai indikator untuk melihat pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur. Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data triwulan PDRB Jawa Timur yang di peroleh dari badan pusat statistik (BPS) Jawa Timur. Model peramalan yang digunakan yaitu *ETS*, di mana model ini bisa digunakan secara simultan untuk meramalkan data yang berpola stasioner, tren dan musiman. Hasil dari penelitian ini dipilih model *ETS(M,A,A)* yang mempunyai eror yang bersifat multiplikatif, tren bersifat *additive*, musiman bersifat *additive*. Model *ETS(M,A,A)* mempunyai kriteria model terkecil *AIC* sebesar 1291.601 dan *BIC* sebesar 1310.598. Akurasi peramalan diukur dengan *RMSE* sebesar 4950.843 dan *MAPE* sebesar 0.7287398 %. Nilai *MAPE* lebih kecil dari 10 % berarti hasil peramalan PDRB di Jawa Timur ini sangat baik. Hasil ramalan tiga triwulan ke depan naik pada triwulan ke dua dan ketiga serta turun sedikit pada triwulan ke empat, tetapi ke semua ramalan masih di atas nilai riil tertinggi tahun yang lalu (2024).

Kata kunci: PDRB; BPS Jawa Timur; Model ETS(M,A,A); Pertumbuhan Ekonomi

Abstract. This study aims to predict GRDP with a forecasting model that is easy, simple, and highly accurate. The background of GRDP forecasting in East Java is a large number of the second largest population in Indonesia in this province after West Java, so the large value of GRDP can be used as an indicator of economic growth in East Java. The data used are secondary in the form of quarterly data of East Java GRDP obtained from the East Java Central Statistics Agency (BPS). The forecasting model used is *ETS*, where this model can be used simultaneously to forecast data with stationary, trend, and seasonal patterns. The results of this study selected the *ETS (M, A, A)* model which has a multiplicative error, additive trend, and additive seasonality. The *ETS (M, A, A)* model has the smallest model criteria *AIC* of 1291.601 and *BIC* of 1310.598. Forecasting accuracy is measured by *RMSE* of 4950.843 and *MAPE* of 0.7287398%. *MAPE* value is less than 10% means the forecast result of GRDP in East Java is very good. The forecast result for the next three quarters increased in the second and third quarters and decreased slightly in the fourth quarter, but all forecasts are still above the highest real value last year (2024).

Keywords: GRDP; BPS East Java; ETS(M,A,A) Model; Economic Growth

1. Pendahuluan

Salah satu tolak ukur dari keberhasilan proses pembangunan ekonomi adalah tingkat pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi berarti masyarakat sejahtera [1]. Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi di suatu daerah adalah produk domestik regional bruto (PDRB) [2]. Produk domestik regional bruto adalah nilai tambah untuk semua jenis barang dan jasa yang diproduksi atau dihasilkan dari suatu wilayah dalam suatu negara yang merupakan hasil dari kegiatan ekonomi dalam waktu kurun tertentu [2].

Pembangunan ekonomi di Jawa Timur dapat dilihat dari PDRB Jawa Timur. Pembangunan ekonomi Jawa Timur ini dianggap penting karena Jawa Timur merupakan provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak kedua (42.089,3 dalam ribuan) setelah Jawa Barat (50.759,0 42.089,3) [3]. Laju pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan tahun 2010 per provinsi (38 provinsi) di Indonesia untuk Jawa Timur tahun 2024 sebesar 4,93 %, tertinggi provinsi Papua Barat sebesar 20,8 %, terendah provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebesar 0,77 %, sedangkan Indonesia sebesar 5,03 %. PDRB Jawa Timur mendekati rata-rata produk domestik bruto (PDB) Indonesia terpaut 0,1 % (5,03 % - 4,93 %)[3].

Prediksi PDRB Jawa Timur ini dianggap penting, karena PDRB sebagai indikator untuk melihat pertumbuhan ekonomi Jawa Timur yang merupakan provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak ke dua di Indonesia. PDRB merupakan salah satu variabel yang menyokong pendapatan asli daerah (PAD), di mana terdapat hubungan positif antara PDRB dan PAD. [4]. Jika PDRB meningkat, PAD juga meningkat, yang artinya keuangan daerah juga meningkat. Dari hubungan PAD dan PDRB, prediksi PDRB Jawa Timur perlu dilakukan peramalan untuk periode yang akan datang supaya bisa juga digunakan sebagai salah satu acuan Pemerintah Daerah dalam perencanaan Pembangunan daerah.

Peramalan PDRB ini banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu dengan menggunakan metode atau model yang berbeda-beda. Berikut diberikan *review* tentang peramalan PDRB dengan model yang digunakan dan juga hasil dari penelitiannya (temuan kunci), tersaji pada tabel 1.

Tabel. 1 *Review* Penelitian Terdahulu Tentang Peramalan PDRB dan Model yang Digunakan

Model	Lokasi	Temuan kunci	Reff
Model Matematik Regresi Linier dan Non Linier (<i>Polynomial</i>)	Sumatera Utara	Model terbaik <i>polynomial orde</i> 5 variabel PDRB dengan nilai <i>MSE</i> sebesar 8.66	[2]
Model <i>Regresi Data Panel Random Effect (REM)</i>	Kalimantan Barat	Belanja Daerah dan PDRB secara simultan dan parsial berdampak besar pada PAD	[4]
Analisis Regresi Data Panel	Sumatera Utara	PAD dan DAU berpengaruh positif terhadap PDRB	[5]
Model <i>Fisher's Z Autoregressive (ZAR)</i> dengan metode Estimasi <i>Bayesian Algoritma Hamiltonian Monte Carlo (HMC)</i>	Kalimantan Timur	Model <i>ZAR</i> tanpa intersepsi baik untuk peramalan PDRB	[6]
Model Regresi Linear Berganda Data Panel	Jawa Timur	Peningkatan PDRB Akan Menyerap Tenaga Kerja Karena Banyak Sektor Industri	[7]

Model	Lokasi	Temuan kunci	Reff
Model Analisis Tren	Jawa Tengah	Atau Jasa Yang Memerlukan Tenaga Kerja Prediksi tahunan PDRB bidang pertanian di Jawa Tengah mengalami kenaikan	[8]
Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	Pringsewu Lampung	Hasil peramalan PDRB sebesar 8.040.262,88 Milyar untuk tahun 2021 dan mempunyai MSE sebesar 5.163.409.398,45 dengan konstanta <i>smoothing</i> 0,3	[9]
ARIMA, ANN, ETS, Duple Dan <i>Triple Exponensial Smoothing, Support Vector Machine, Random Forest, Decision Tree Model</i>	Swiss	Model ANN merupakan model terbaik dalam meramalkan PDB di Swiss	[10]
ARIMA, ETS, <i>K-Nearest Neberhod</i> (KNN) dan <i>Long-Sort Term Memory</i> (LSTM)	Afrika Barat	ARIMA dan ETS lebih baik hasil prediksi PDB dari pada model KNN dan LSTM	[11]

Dari *review* beberapa penelitian terdahulu (tabel 1) di beberapa kabupaten dan provinsi di Indonesia dan luar negeri dapat dikatakan bahwa peramalan PDRB merupakan hal penting sebagai tolak ukur pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut. Sebagian besar model peramalan yang digunakan dalam penelitian prediksi PDRB tersebut juga tergolong model yang tidak mudah, sehingga pada penelitian ini digunakan model yang mudah, simpel dan bisa digunakan untuk tipe data fluktuatif, tren ataupun musiman yang juga sering di gunakan penulis dalam penelitian sebelumnya. Model peramalan yang sering digunakan adalah model *Error, Trend dan Seasonal (ETS)* atau disebut juga model *exponensial smoothing-state space*.

2. Metode

2.1. Produk Domestik Regional Bruto

Penelitian ini menggunakan data sekunder triwulanan dari BPS Jawa Timur berupa data PDRB menurut harga konstan 2010 dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2025 triwulan pertama yang di unduh dari *website* BPS Jatim [12]. Data PDRB menurut harga konstan 2010 triwulan untuk 17 sektor, digunakan sebagai data yang akan di ramalkan untuk triwulan kedepannya. Sebanyak 17 sektor PDRB harga konstan 2010 triwulanan, di mana daftar sektornya telah disajikan pada tabel 1 diatas. Analisa data pada penelitian ini menggunakan bantuan *open source software R package statistics*. Data yang tersedia disiapkan dalam Excel dan siap dibaca dengan *R package statistics* untuk dianalisis.

Variabel runtut waktu (data triwulan) yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan PDRB berdasarkan pendekatan produksi dengan 17 kelompok usaha atau unit dengan dasar harga konstan 2010 adalah sebagai berikut (tabel 2) [12]:

Tabel. 2 Lapangan Usaha 17 Kategori PDRB Harga Konstan 2010

No	Deskripsi Sektoral / Lapangan Usaha
1	Pertanian, Kehutanan dan Perikanan
2	Pertambangan dan Penggalian
3	Industri Pengolahan
4	Pengadaan Listrik dan Gas
5	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah, dan Daur Ulang
6	Konstruksi
7	Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi dan Perawatan Mobil dan Sepeda Motor
8	Transportasi dan Pergudangan
9	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum
10	Informasi dan Komunikasi
11	Jasa Keuangan dan Asuransi
12	Real Estat
13	Jasa Perusahaan
14	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib
15	Jasa Pendidikan
16	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial
17	Jasa Lainnya

Secara teori peningkatan PDRB ini berkorelasi positif terhadap pendapatan asli daerah (PAD), hal ini didukung oleh penelitian Ramadhani et al [4]. Persamaan korelasi dihitung dengan rumus sebagai berikut [13]:

$$r_{yx} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \sqrt{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2}} \quad (1)$$

Di mana,

r_{yx} : koefisien korelasi antara X dan Y

X_i : variabel bebas

Y : variabel tidak bebas

n : jumlah data

2.2. Model ETS

Model ETS atau disebut juga model *exponential smoothing-state space* adalah model dari kelompok model *exponential smoothing*. Model *exponential smoothing* secara garis besar ada 3 model yaitu model stasioner, trend dan musiman. Model stasioner yang dimaksud adalah model *single exponent smoothing (SES)* berikut [14] :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2)$$

Di mana: F_t = Ramalan baru

F_{t-1} = Ramalan sebelumnya

α = Koefisien *smoothing* ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = Nilai riil periode yang lalu

Model tren atau model *double exponential smoothing (DES)* dari *Brown* dan *Holt's Model Holt's* yang dimaksud adalah [14]:

$$\left. \begin{aligned} A_t &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ \hat{Y}_{t+p} &= A_t + T_t p \end{aligned} \right] \quad (3)$$

Di mana,

Y_t : data aktual periode ke t ,

A_t : nilai pemulusan eksponensial,

α : parameter konstanta pemulusan bukan tren,

β : parameter pemulusan untuk estimasi tren,

T_t : pendugaan model tren,

\hat{Y}_{t+p} hasil ramalan periode akan datang, p : jumlah periode yang diramalkan.

Model musiman atau *triple exponential smoothing (TES)* atau juga model *Winter's* ada dua yaitu bentuk *additive* dan bentuk *multiplicative*. Model musiman *additive* adalah sebagai berikut [14]:

$$\left. \begin{aligned} \hat{Y}_{T+p}(T) &= \ell_T + p b_T + s n_{T+p-L} \quad (p = 1, 2, 3, \dots) \\ \ell_T &= \alpha(y_T - s n_{T-L}) + (1 - \alpha)(\ell_{T-1} + b_{T-1}) \\ b_T &= \gamma(\ell_T - \ell_{T-1}) + (1 - \gamma)b_{T-1} \\ s n_T &= \delta(y_T - \ell_T) + (1 - \delta)s n_{T-L} \end{aligned} \right] \quad (4)$$

Di mana,

ℓ_T Pendugaan pemulusan eksponensial

b_T Pendugaan trend

$s n_T$ Pendugaan musiman

di mana α merupakan koefisien pemulusan,

γ merupakan koefisien tren, dan

δ merupakan koefisien musiman

nilai α , γ dan δ diantar 0 dan 1

L = panjang musiman.

Selanjutnya untuk mengetahui pola data yang akan dimodelkan terdapat trend atau tidak, bisa dilakukan dengan uji *Dicky Fuller Test (ADF-test)*. Hipotesis uji statistiknya adalah sebagai berikut[15]:

H_0 : $\phi = 0$ (data tidak stasioner)

H_1 : $\phi \neq 0$ (data stasioner)

Statistik ujinya sebagai berikut:

$$ADF_t = \frac{\hat{\phi} - 1}{SE(\hat{\phi})} \quad (5)$$

Kriteria uji :

Jika nilai ADF_t test < dari nilai titik kritis distribusi *t-student*, maka terima H_0

atau

Jika nilai *p-value* (nilai probabilitas ADF_t test) > dari *alpha* (5%, taraf signifikansi), maka terima H_0 .

Model ETS dibangun atas ketiga model dasar tersebut (*SES, DES dan TES*) dan dapat digunakan untuk memodelkan data yang mempunyai pola stasioner, trend ataupun musiman secara simultan. *ETS* sendiri mempunyai kepanjangan error (*E*), tren (*T*) dan *seasonal* (*S*). Ada 30 model yang mungkin dengan ketiga model tersebut, di mana pada model *E* terdapat bagian model *additive* (*A*) dan *multiplikatif* (*M*). Model *T* terdapat bagian model *none* (*N*), *additive* (*A*) dan *multiplicative* (*M*). Begitu juga untuk model *S*, terdapat bagian model *none* (*N*), *additive* (*A*) dan *multiplicative* (*M*)[16]. Sebagai contoh model *ETS(M,N,N)* atau model yang hanya mempunyai error(*M*) saja, sedangkan tren dan musiman adalah *N(none)*. Model *ETS(M,N,N)* mempunyai persamaan[16] :

$$\left. \begin{aligned} y_t &= l_{t-1} (1 + \varepsilon_t) \\ l_t &= l_{t-1} (1 + \alpha \varepsilon_t) \end{aligned} \right] \quad (6)$$

Di mana,
 y_t adalah data riil ke t,
 l_{t-1} adalah $y_t|_{t-1}$

Sebagai acuan pemilihan model atau tolak ukur untuk menentukan model terbaik digunakan nilai *Akaike Information Criteria* (*AIC*) dan *Bayesian Information Criteria* (*BIC*). Nilai *AIC* dihitung sebagai berikut[17]:

$$AIC = -2 \left(\frac{LL}{T} \right) + \left(\frac{2tp}{T} \right) \quad (7)$$

Di mana,
 LL : *log likelihood*
 tp : total parameter
 T : jumlah data

Nilai *BIC* dihitung dengan persamaan sebagai berikut[17]:

$$BIC = -2 LL + k \ln(T) \quad (8)$$

Di mana,
 LL : *log likelihood*
 K : : *pendugaan* parameter model
 T : jumlah data

Model ETS terbaik dipilih jika mempunyai nilai *AIC* dan *BIC* terkecil [17].

Untuk mengetahui seberapa besar akurasi hasil peramalan digunakan kriteria *root mean square error* (*RMSE*) dan *mean absolute percentage error* (*MAPE*). Nilai *RMSE* dihitung dengan persamaan berikut[18],[19]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \quad (9)$$

dimana, $e_i = (y_i - \hat{y})$
 e_i : error ke i
 y_i : data ke i
 n : jumlah data

Nilai *RMSE* dan *MAPE* dihitung dengan persamaan berikut[20]:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right| \quad (10)$$

dimana,

e_i : error ke i

y_i : data ke i

n : jumlah data

Model dipilih selain menggunakan *AIC* dan *BIC* digunakan juga nilai *RMSE* dan *MAPE* terkecil[17].

Untuk mengetahui derajat atau level keakuratan hasil peramalan digunakan nilai *MAPE* berdasarkan tabel 3 berikut[21]:

Tabel 3. Kriteria Keakuratan Nilai *MAPE*

Nilai <i>MAPE</i> (X)	Keterangan
$X < 10 \%$	Sangat Baik
$10 \% \leq X < 20 \%$	Baik
$20 \% \leq X < 50 \%$	Cukup
$X \geq 50 \%$	Buruk

Ada empat level yang disajikan dari tabel 3 di atas dan yang layak digunakan untuk hasil peramalan dengan level sangat baik dan level baik.

Setelah data siap dilakukan analisis dengan bantuan *R package statistics* perlu dilakukan tahapan-tahapan analisis sebagai berikut :

1. Data terbaca oleh *software R*
2. Melakukan *ploting* data untuk mengetahui pola data
3. Lakukan *ADF-test* untuk mengetahui ada tidaknya *trend*.
4. Jika tidak ada *trend* berarti model nya *ETS* tanpa *trend*.
5. Modelkan *ETS* tanpa *trend* atau *ETS* dengan *trend*.
6. Hitung nilai *AIC* dan *BIC* (pilih salah satu tanpa *trend* atau dengan *trend*)
7. Pilih model *ETS* dengan nilai *AIC* dan *BIC* paling kecil.
8. Dengan model *ETS* yang terpilih, hitung akurasi peramalan *RMSE* dan *MAPE*.
9. Pada poin nomor 8, pilih model dengan nilai *RMSE* dan *MAPE* yang terkecil.
10. Tentukan level berdasarkan *MAPE* hasil peramalan dengan menggunakan tabel 2.
11. Pergunakan model *ETS* terbaik yang dipilih untuk melakukan peramalan triwulan ke depan
12. Lakukan plot antara data riil dan data hasil peramalan untuk memperjelas secara visual.

Dari langkah-langkah yang dilakukan untuk memodelkan data dengan model *ETS*, selanjutnya hasil peramalan diinterpretasikan berdasarkan ilmu ekonomi sesuai dengan kondisinya.

2.3. Model SARIMA

Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) akan digunakan sebagai model pembanding, Di mana model SARIMA ini mempunyai asumsi bahwa sisaan model harus bersifat *white noise* yaitu sisaan harus bebas autokorelasi dan berdistribusi normal. Model SARIMA mempunyai persamaan [16]:

$$\Phi^*(B^s)\Phi(B)(1-B)^d(1-B)(1-B^s)^D y_t = \delta + \Theta^*(B^s)\Theta(B)\varepsilon_t \quad (11)$$

Di mana,

- $\Phi(B)$: komponen AR non-seasonal
- $\Phi^*(B^s)$: komponen AR seasonal
- $(1-B)^d$: deferensiasi non-seasonal
- $(1-B^s)^D$: deferensiasi seasonal
- $\Theta^*(B^s)$: komponen MA non-seasonal
- $\Theta(B)$: komponen MA seasonal
- ε_t : error

Tahapan yang dilakukan untuk analisis ARIMA / SARIMA adalah sebagai berikut :

1. Data terbaca oleh *software R*
2. Melakukan *ploting* data untuk mengetahui pola data
3. Lakukan *ADF-test* untuk mengetahui ada tidaknya tren.
4. Lakukan *differencing* jika ada tren atau tidak stasioner
5. Identifikasi model dengan melihat plot ACF dan PACF
6. Estimasi parameter dan uji signifikansi parameter
7. Uji *white noise* residual
8. Jika model sudah signifikan dan residual bersifat *white noise*, model bisa digunakan peramalan.

Model SARIMA ini termasuk model yang sulit untuk mendapatkan asumsi white noise. Jika tidak terpenuhi biasanya residual atau error mengandung heteroskedastisitas yang biasanya dimodelkan lagi dengan model ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) atau GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*). Model baru tersebut adalah SARIMA-ARCH/GARCH dan disebut model *hibryd*.

3. Hasil dan Pembahasan

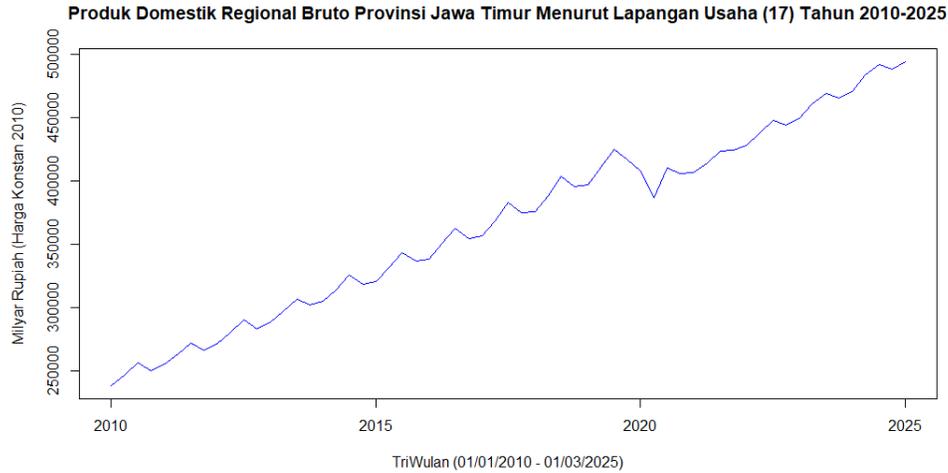
3.1. Hasil

Data sekunder triwulanan dari BPS Jawa Timur berupa data PDRB menurut harga konstan 2010 dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2025 triwulan pertama (61 data) mempunyai statistik deskriptif sebagai berikut (tabel 4):

Tabel. 4 Statistik Deskriptif Untuk PDRB Harga Konstan 2010 Dari Tahun 2010-2025

Statistik Deskriptif				
N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
61	238091.5	494188,1	366727,8	73211.43

Secara grafik data triwulanan dari BPS Jawa Timur berupa data PDRB menurut harga konstan 2010 dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2025 triwulan pertama disajikan dalam gambar 1 berikut:



Gambar 1. PDRB Menurut Harga Konstan 2010 Dari Tahun 2010 - 2025

3.1.1. Persiapan Data

Sebelum dilakukan analisis data, dilakukan ceking data untuk mengetahui adanya *missing* data (data kosong) dan *outlier* data (data pencilan). Jika terjadi *missing* data atau terjadi *outlier* data perlu dilakukan proses *missing* data (pendugaan data) dengan menggunakan software R (dengan menggunakan model *mice*). Tidak semua *outlier* harus di hilangkan dan dilakukan *missing* data, tetapi ada *outlier* data yang dianggap penting (tidak mengganggu) yang justru membuat model analisis sesuai dengan kenyataan sesungguhnya di lapangan. Pada persiapan data analisis di penelitian ini datanya cukup bagus tidak ada *missing* data dan *outlier* data, sehingga data dipersiapkan di Excel dan dipanggil di R *package* langsung dilakukan analisis.

3.1.2. Uji Stasioneritas Data

Dari Gambar 1, terlihat adanya tren positif yang menandakan pola datanya mengandung tren, untuk itu selanjutnya diuji dengan uji *Dickey Fuller test* (*ADF-test*). Hasil uji *ADF test* adalah sebagai berikut (tabel 5):

Tabel 5. Hasil uji *Dickey-Fuller Test*

Augmented Dickey-Fuller Test
data: pdrb
<i>Dickey-Fuller</i> = -2.462, Lag order = 12, <i>p-value</i> = 0.388
<i>alternative hypothesis: stationary</i>

Terlihat dari tabel 5, nilai *DFT-test* sebesar -2.462 dengan *p-value* sebesar 0,388. Jika nilai *p-value* (0.388) > dari 0,05 maka diterima H_0 yang berarti data tidak stasioner (ada tren).

3.1.2.1. Model ETS

Kemungkinan model ETS yang cocok adalah E tidak boleh berisi N(*none*) atau tidak mungkin model tanpa eror, T juga tidak boleh berisi N (*none*) atau model dengan tren harusnya T berisi A (*additive*) atau M (*multiplikative*), S juga tidak boleh berisi N (*none*) dan M (*multiplikatif*). Model ETS yang mungkin adalah ETS(A,A,N), ETS(A,A,A), ETS(M,M,M), ETS(M,M,N), ETS(M,A,N), ETS(M,A,M) dan satu lagi ETS (M,A,A).

3.1.2.2. Nilai AIC dan BIC dari model ETS

Tabel 6. Nilai AIC dan BIC dari model ETS

No	Model ETS	AIC	BIC	Keterangan
1	(A,A,N)	1354.829	1365.383	
2	(A,A,A)	1306.489	1325.487	
3	(M,M,M)	1300.966	1322.074	
4	(M,M,N)	1353.599	1364.153	
5	(M,A,N)	1349.178	1359.732	
6	(M,A,M)	1296.779	1315.777	
7	(M,A,A)	1291.601	1310.598	Nilai AIC dan BIC paling kecil

Dari tabel 6, nilai AIC terkecil (1291.601) yaitu model ETS(M,A,A) dan nilai BIC terkecil yaitu model ETS(M,A,A), sehingga model yang mempunyai nilai AIC dan BIC terkecil adalah model ETS(M,A,A). Model ETS(M,A,A) terpilih sebagai model terbaik.

Model ETS(M,A,A) sebagai model terbaik mempunyai akurasi peramalan yaitu RMSE sebesar 4950.843 dan MAPE sebesar 0.7287398 %. Berdasarkan tabel 3, kriteria keakuratan nilai hasil peramalan berdasarkan nilai MAPE termasuk pada level atau kriteria sangat baik.

3.1.2.3. Model SARIMA

Sebagai pembandingan peramalan PDRB dengan ETS, digunakan model SARIMA. Model SARIMA yang digunakan hanya sebagai pembandingan saja yang berarti model tunggal SARIMA dan tidak disertai dengan hybrid ARCH atau GARCH ketika terjadi *unconditional autoregressive*. Berikut hasil estimasi model SARIMA dengan menggunakan *command auto.arima* pada R *package* disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Output pendugaan parameter model SARIMA

ARIMA(1,0,0)(2,1,0)[4] with drift			
Coefficients:			
ar1	sar1	sar2	drift
0.7937	-0.4887	-0.2114	4284.8990
s.e. 0.0828	0.1306	0.1219	520.7295
sigma^2 = 34488212: log likelihood = -574.28			
AIC=1158.56 AICc=1159.74 BIC=1168.78			

Langkah selanjutnya adalah menguji koefisien SARIMA, hasilnya di sajikan dalam tabel 8 berikut :

Tabel 8. Hasil Output model SARIMA

z test of coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
ar1	0.793674	0.082768	9.5891	< 2.2e-16 ***
sar1	-0.488696	0.130626	-3.7412	0.0001831 ***
sar2	-0.211368	0.121949	-1.7333	0.0830512 .
drift	4284.899011	520.729518	8.2286	< 2.2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

Dari tabel 8, tampak koefisien sar2 mempunyai nilai *z value* sebesar -1.7333 dan mempunyai *p-value* sebesar 0.0830512 > dari 0.05 (*alpha*) yang berarti koefisien sar2 tidak signifikan (tidak ada tanda bintang) dan dikeluarkan dari model. Model SARIMA selanjutnya adalah ARIMA(1,0,0)(1,1,0)[4], dengan estimasi model SARIMA seperti pada tabel 9 berikut :

Tabel 9. Hasil *Output* pendugaan parameter model SARIMA

ARIMA(1,0,0)(1,0)[4]		
Coefficients:		
	ar1	sar1
	0.9729	-0.4119
s.e.	0.0256	0.1160
sigma^2 = 39366668: log likelihood = -579.8		
AIC=1165.6 AICc=1166.06 BIC=1171.73		

Langkah selanjutnya adalah menguji koefisien SARIMA, hasilnya di sajikan dalam table 10 berikut :

Tabel 10. Hasil *Output* model SARIMA

z test of coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
ar1	0.972931	0.025588	38.0224	< 2.2e-16 ***
sar1	-0.411887	0.116041	-3.5495	0.000386 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

Dari tabel 10, tampak bahwa semua koefisien SARIMA yaitu ar1 (*p-value* = 2.2e-16 < 0.05) dan sar1 (*p-value* = 0.000386 < 0.05) semua signifikan, yang berarti ar1 dan sar1 masuk model SARIMA (1,0,0)(1,0)[4]. Selanjutnya dilakukan uji sisaan (*error*) atau residual dari model SARIMA (1,0,0)(1,0)[4] yaitu uji *white noise*. Uji *white noise* ada dua uji yaitu bebas autokorelasi dan uji normalitas sisaan. Uji bebas autokorelasi dilakukan dengan uji *Ljung-Box* dan uji normalitas sisaan dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berikut hasil Uji *Ljung-Box* SARIMA (1,0,0)(1,0)[4] disajikan dalam table 11 berikut :

Tabel 11. Hasil uji bebas autokorelasi SARIMA (1,0,0)(1,0)[4]

Box-Ljung test
data: residuals (modelSarima)
X-squared = 9.7081, df = 12, p-value = 0.6416

Hasil uji bebas autokorelasi dengan *Ljung-Box* pada table 10, diperoleh nilai *p-value* sebesar 0.6416 > dari 0.05 yang berarti residual bersifat *random* atau bebas autokorelasi. Selanjutnya dilakukan uji normalitas residual dengan uji *Kolmogorov Smirnov* yang hasilnya disajikan pada tabel 12 berikut :

Tabel 12. Hasil uji normalitas residual SARIMA (1,0,0)(1,0)[4]

Exact one-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: resSar
D = 0.28587, p-value = 6.616e-05
alternative hypothesis : two-sided

Hasil uji normalitas sisaan atau residual dengan *Kolmogorov-Smirnov test* pada tabel 12, diperoleh nilai *p-value* sebesar $6.616e-05 < 0.05$ yang berarti residual tidak berdistribusi normal. Karena uji *white noise* (asumsi model SARIMA) tidak memenuhi atau model tidak layak, maka model SARIMA (1,0,0)(1,0)[4] pada pendugaan parameter / koefisiennya akan bersifat bias. Walaupun model SARIMA (1,0,0)(1,0)[4] memenuhi asumsi model, didapat nilai akurasi RMSE sebesar 5957.729 dan MAPE sebesar 0.7678777.

Perbandingan nilai RMSE dan MAPE model ETS(M,A,A) dan SARIMA (1,0,0)(1,0)[4], disajikan dalam tabel 13 berikut :

Tabel 13. Nilai RMSE dan MAPE model ETS(M,A,A) dan SARIMA (1,0,0)(1,0)[4]

Model	RMSE	MAPE
ETS(M,A,A)	4950.843	0.7287398 %
SARIMA (1,0,0)(1,0)[4]	5957.729	0.7678777 %

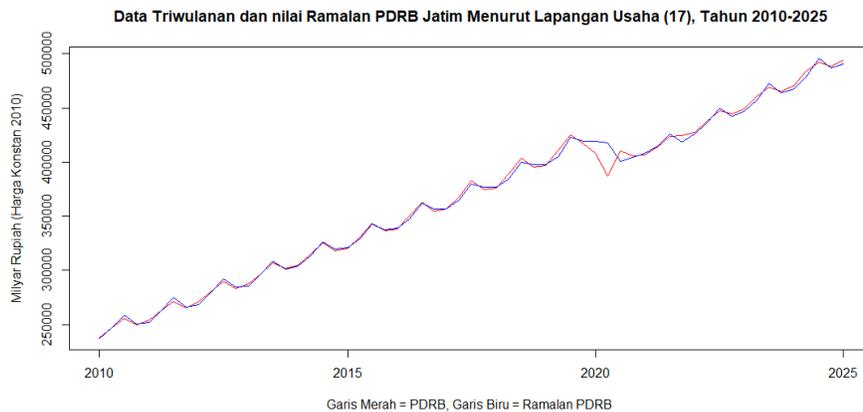
Dari tabel 13, model ETS(M,A,A) yang layak mempunyai nilai RMSE dan MAPE yang lebih kecil dari model SARIMA (1,0,0)(1,0)[4] (yang tidak layak). Model yang terbaik dari dua model tersebut adalah model ETS(M,A,A).

Model peramalan terbaik ETS(M,A,A), selanjutnya dibuat untuk meramalkan 3 triwulan ke depan yaitu triwulan II (April-Juni), triwulan III(Juli-September) dan triwulan IV(Oktober-Desember) yang ke semuanya ditahun 2025, ditampilkan pada tabel 14 berikut:

Tabel 14. Hasil Ramalan 3 Triwulan Ke depan Model ETS (M,A,A) Tahun 2025

Triwulan	II (April-Juni)	III(Juli-September)	IV(Oktober-Desember)
Batas Bawah Ramalan	489700.4	496558.4	487084.8
Nilai Ramalan	502570.5	514495.4	508839.3
Batas Atas Ramalan	515440.5	532432.4	530593.7

Hasil ramalan tiga triwulan ke depan yang disajikan pada tabel 14 tampak bahwa terdapat siklus tahunan (musiman) dengan nilai PDRB terkecil di triwulan pertama (494188,13), naik di triwulan kedua (502570.5) dan mencapai puncak pada triwulan ketiga (514495.4) dan selanjutnya turun lagi di triwulan ke empat (508839.3). Kejadian musiman di setiap tahun terjadi sejak tahun 2010 hingga tahun 2024, kecuali di tahun 2020. Secara grafik data PDRB triwulan berdasarkan harga konstan tahun 2010 dan nilai ramalannya ditampilkan pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2. PDRB dan Nilai Ramalan Menurut Harga Konstan 2010, Tahun 2010 – 2025

Tampak dari gambar 2, nilai PDRB triwulan berdasarkan harga konstan tahun 2010 (garis merah) dan nilai ramalannya (garis biru) berhimpit mulai tahun 2010 sampai dengan 2024, kecuali tahun 2020, hal ini berarti hasil nilai ramalan PDRB triwulan berdasarkan harga konstan tahun 2010 dengan level atau kriteria sangat baik (tabel 3) adalah cocok atau sesuai.

Peningkatan secara berkesinambungan PDRB ini selaras dengan peningkatan pendapatan asli daerah (PAD) yang terus menerus, jika dikorelasikan hasilnya adalah 0.89 ($r=0.89$) sangat signifikan ($p\ value = 0.003 < 0.05$) yang artinya terdapat hubungan yang kuat positif antara PDRB dan PAD. Hasil *output* perhitungan korelasi ditampilkan dalam tabel 15 berikut :

Tabel 15. Hasil Perhitungan Korelasi antara PDRB dan PAD

	Correlation	PAD
PDRB	Pearson Correlation	.890**
	Sig. (2-tailed)	.003
	N	8

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Hasil korelasi bernilai positif signifikan yang artinya setiap peningkatan PDRB selalu diikuti peningkatan PAD. Dengan peningkatan hasil ramalan PDRB dan selalu diikuti oleh meningkatnya PAD yang artinya bahwa anggaran untuk Pembangunan di Jawa Timur untuk masa yang akan datang cukup bertambah besar. Jika dikaitkan dengan kebijakan pemerintah provinsi Jawa Timur tahun 2025 berarti sangat mendukung sekali, karena kebijakan pemerintah Jawa Timur membutuhkan dana yang besar. Ada sembilan prioritas kebijakan pemerintah provinsi Jawa Timur tahun 2025 di antaranya adalah : “pengentasan kemiskinan menuju keadilan dan kesejahteraan sosial; perluasan lapangan kerja dan membangun keunggulan ekonomi; peningkatan pelayanan dasar berkualitas di sektor pendidikan dan kesehatan; keterpaduan pengembangan wilayah; pembangunan karakter masyarakat yang berbasis nilai-nilai kesalehan sosial, budi pekerti luhur dan berintegritas; pembangunan sektor pertanian, peternakan, perikanan, kehutanan, perkebunan berbasis kerakyatan; pembangunan ekonomi kerakyatan dengan basis UMKM, koperasi, Bumdesa dan mendorong pemberdayaan pemerintahan desa, dan yang kedelapan penyelenggaraan pemerintahan yang bersih, efektif dan anti korupsi; menjaga harmoni sosial dan alam dengan melestarikan kebudayaan serta lingkungan hidup”[22].

3.2. Pembahasan

Data PDRB triwulan atas harga konstan dari tahun 2010 sampai dengan triwulan pertama 2025 secara grafik disajikan pada gambar 1. Grafik menunjukkan bahwa nilai PDRB tersebut selalu naik atau ada tren, hal tersebut telah di uji dengan *ADF-test* yang menunjukkan adanya tren. PDRB atas harga konstan secara umum digunakan untuk melihat pertumbuhan ekonomi secara nyata (sesuai keadaan) dari tahun ke tahun (2010-2025), atau pertumbuhan ekonomi yang tidak terpengaruh oleh faktor harga. Ini berarti pertumbuhan ekonomi di Jawa timur dari tahun 2010 sampai tahun 2025 selalu naik, kecuali di sekitar tahun 2020 karena ada wabah covid-19.

Pemilihan model ETS terbaik didapat model ETS(M,A,A) dengan nilai *AIC* dan *BIC* terkecil dengan tingkat akurasi peramalan berdasarkan nilai *MAPE* diperoleh kesimpulan akurasi hasil peramalan sangat baik. Model ETS (M,A,A) berarti pola data mengandung tren yang selalu naik dengan bentuk trend *additive* ($T = A$), ini berarti bahwa tren yang terjadi bersifat *additive* menangkap pergerakan naik atau turun secara keseluruhan dari waktu ke waktu.

Model ETS (M,A,A) berarti pola data mengandung musiman (*Seasonal*) dengan pola *additive* ($S=A$), ini berarti pola atau siklus reguler yang terjadi dalam deret waktu. Dalam setiap tahun ada 4 triwulan dan setiap tahun mempunyai pola triwulan pertama datanya paling rendah / kecil, triwulan kedua meningkat lagi, triwulan ketiga menjadi puncak data / nilai tertinggi dan akhirnya triwulan ke empat turun lagi. Jika dilihat

secara ekonomi kira-kira yang terjadi semacam ini ; triwulan pertama dari Januari sampai Maret adalah tahun anggaran baru dan setelah libur panjang Natal dan tahun baru, sehingga kegiatan ekonomi barusan dimulai karena libur akhir tahun. Triwulan kedua yaitu April sampai Juni, kegiatan ekonomi sudah berjalan dengan perencanaan yang matang, sehingga hasil dari kegiatan ekonomi lebih meningkat. Triwulan ketiga yaitu Juli sampai September menjadi puncak kegiatan perekonomian, di mana sistem pendidikan di Indonesia merupakan pergantian tahun ajaran baru, di mana kegiatan ekonomi pendidikan dan ekonomi perusahaan menempati puncak kegiatan, sehingga hasil ekonomi juga mencapai puncaknya.

Hasil peramalan PDRB Jawa Timur triwulanan yang ditampilkan pada tabel 14 menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi di Jawa timur semakin bagus. Pada triwulan kedua (502570.5 milyar) naik melebihi triwulan kedua tahun 2024 lalu sebesar 484114,96 milyar. Ramalan PDRB Jawa Timur untuk triwulan ke tiga dan ke empat juga naik melebihi PDRB tahun 2024 yang lalu. Kenaikan peramalan PDRB triwulan ke dua, ke tiga dan ke empat juga mengikuti pola musiman tahun-tahun sebelumnya, yaitu naik triwulan ke dua, puncak triwulan ketiga dan turun lagi pada triwulan ke empat. Kenaikan PDRB ini diikuti juga oleh kenaikan PAD secara kontinu, sehingga mampu menopang biaya rencana prioritas pembangunan di Jawa Timur tahun 2025.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini didapat hasil peramalan PDRB berdasarkan pendekatan produksi dengan 17 kelompok usaha dengan dasar harga konstan 2010 di provinsi Jawa Timur mengalami tren naik di atas 50 triliun baik triwulan kedua, triwulan ketiga dan triwulan ke empat. Kenaikan PDRB ini diikuti juga oleh kenaikan PAD. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur sangat baik. Penelitian ini menggunakan model ETS(M,A,A) yang mampu meramalkan PDRB berdasarkan pendekatan produksi dengan 17 kelompok usaha dengan dasar harga konstan 2010 di provinsi Jawa Timur dengan kriteria sangat baik (MAPE < 10 %). Ini berarti hasil ramalan layak untuk dijadikan salah satu acuan dalam perencanaan pembangunan di provinsi Jawa Timur atau digunakan sebagai salah satu acuan dalam pengambilan keputusan.

Saran untuk penelitian berkelanjutan tentang peramalan PDRB berdasarkan pendekatan produksi dengan 17 kelompok usaha dengan dasar harga konstan 2010 di provinsi Jawa Timur juga dilakukan dengan model yang lain yang bisa untuk analisis tren dan juga musiman seperti: *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)* atau model *Artificial Neural Network (ANN)* , atau juga model *learning machine*.

Penelitian lanjutan untuk peramalan PDRB yang berdasarkan pendekatan produksi dengan 17 kelompok usaha dengan dasar harga konstan 2010, juga ditambahkan peramalan PDRB yang berdasarkan pendekatan produksi dengan 17 kelompok usaha dengan dasar harga berlaku, supaya dapat dilakukan perbandingan dalam melihat pertumbuhan ekonomi Jawa Timur.

5. Referensi

- [1] W. Wardani, Zulaili, Suriana, A. U, and Subaktiar, *Pertumbuhan Ekonomi Sebagai Akselerasi Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan*, Pertama. Bandung: Penerbit : Widina Media Utama, 2024.
- [2] F. Kurniawan and A. Mansur, "Pemodelan Matematis Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Sumatera Utara Berdasarkan Lapangan Usaha Dengan Regresi Linier Dan Nonlinier," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [3] BPS Pusat, "Jumlah Penduduk (Ribu), Menurut Propinsi." [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/V1ZSbFRUY3ITbFpEYTNsVWNGcDZjek53YkhsNFFUMDkjMyMwMDAw/jumlah-penduduk--laju-pertumbuhan-penduduk--distribusi-persentase-penduduk--kepadatan-penduduk--rasio-jenis-kelamin-penduduk-menurut-provinsi.html?year=2025>
- [4] D. R. Ramadhani, W. N. Fadila, and N. Safira, "Analisis Pengaruh Belanja Daerah Dan Pdrb Terhadap Peningkatan Pendapatan Asli Daerah (Pad) Di Kalimantan Barat," *J. Manaj. Perbendaharaan*, vol. 5,

- no. 1, 2024.
- [5] D. Syahrani, W. H. Sugara, J. Aulia, T. Yani, and P. K. D. Lubis, "Pengaruh Pendapatan Asli Daerah, Dana Alokasi Umum Terhadap PDRB di Sumatera Utara," *EKOMA J. Ekon. Manajemen, Akunt.*, vol. 4, no. 3, 2025.
- [6] A. Solikhah, "Model Fisher's Z Autoregressive Studi Kasus Pada Peramalan Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan Provinsi Kalimantan Timur," *BESTARI Bul. Stat. dan Apl. Terkini*, vol. 2, no. 1, 2022.
- [7] T. B. Hartanto and S. U. Masjkuri, "The Effect Of Population, Education, Minimum Wage And Gross Regional Domestic Product On The Amount Of Unemployment In The Regency And City Of East Java, 2010-2014," *J. Ilmu Ekon. Terap.*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [8] A. Syahrindra, T. Ekowati, and W. D. Prastiwi, "Analisis Tren dan Peramalan Produk Domestik Regional Bruto Sektor Pertanian Provinsi Jawa Tengah," *J. Litbang Provinsi Jawa Teng.*, vol. 21, no. 1, 2023.
- [9] Juliono and D. J. Pasya, "Forecasting Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan Menurut Pengeluaran Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," *Junal Ilm. Ekon. Manaj.*, vol. 13, no. 1, 2022.
- [10] I. Elbatal, M. Sarwar, M. Danial, Z. Husain, and A. B. Ghorbal, "Journal of Radiation Research and Applied Science," *J. Radiat. Res. Appl. Sci.*, vol. 18, no. 2, 2025.
- [11] F. M. Alghamdi *et al.*, "Utilizing various statistical methods to model the impact of the covid-19 pandemic on Gross domestic product," *Alexandria Engineering J.*, vol. 97, pp. 204–214, 2024.
- [12] BPS Jatim, "Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur." [Online]. Available: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDc5IzI=/-seri-2010--pdrb-menurut-lapangan-usaha--17-sektor--triwulanan.html>
- [13] J. Budiman, *EKONOMETRIKA DASAR*. Purbalingga: PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA, 2025.
- [14] S. Makridakis, S. . Wheelwright, and R. J. R.J. Hyndman, *Forecasting: Methods and Applications*, 3rd ed. New York NY USA: John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [15] E. Farida and M. As'ad, "The Forecasting Of Monthly Inflation In Malang City Using An Autoregressive Integrated Moving Average," *Int. J. Econ. Bus. Account. Res.*, vol. 5, no. 2, 2021.
- [16] R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos, *Forecasting: Principles and Practice*. Melbourne: OTexts: Melbourne, Australia., 2021.
- [17] C. A. Jofipasi, Miftahuddin, and Hizir, "Selection for the best ETS (error, trend, seasonal) model to forecast weather in the Aceh Besar District.," Banda Aceh: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering ., 2017.
- [18] H. Prapcoyo and M. As'ad, "The Forecasting Of Monthly Inflation In Yogyakarta City Uses An Exponential Smoothing-State Space Model," *Int. J. Econ. Bus. Account. Res.*, vol. 6, no. 2, 2022.
- [19] M. As'ad and E. Farida, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi In asi Bulanan di Kota Malang," *J. Ilm. KOMPUTASI*, vol. 18, no. 2, 2019.
- [20] M. K. B. Seran, F. Tedy, I. P. . A. N. Samane, P. Batarius, P. A. Nani, and A. A. A. J. Sinlai, "Analisis Data Pertanian Tanaman Pangan untuk Memprediksi Hasil Panen di Kabupaten Malaka Menggunakan Metode Multiple Linear Regression," *KONSTELASI Konvergensi Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, 2024.
- [21] H. K. Juliarto, I. Purnamasari, and S. Prangga, "Peramalan Peredaran Uang Kartal Di Indonesia Menggunakan Model Hybrid Sarimax-Neural Network," *J. Gaussian*, vol. 12, no. 4, 2023.
- [22] BAPEDA Jawa Timur, "FKP RKPD 2025," FKP RKPD 2025. Accessed: Jun. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cloud.bappeda.jatimprov.go.id:2021/rkpd25/>