
PREDIKSI DISTRIBUSI PDRB KABUPATEN TAPANULI ATAS DASAR HARGA BERLAKU MENURUT LAPANGAN USAHA MENGGUNAKAN METODE TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING

Dia Agustin Pardede¹, Tri Andri Hutapea²

^{1,2}Universitas Negeri Medan

Email: diaagustinpardede@gmail.com¹, triandrihutapea@unimed.ac.id²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi distribusi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Tapanuli Utara atas dasar harga berlaku menurut lapangan usaha menggunakan metode Triple Exponential Smoothing (TES). Data yang digunakan merupakan data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Tapanuli Utara selama periode 2010 hingga 2024. Analisis dilakukan dalam dua tahap, yaitu analisis deskriptif untuk mengamati pola dan tren data, serta analisis inferensial menggunakan metode TES dengan parameter pemulusan $\alpha = 0,5$, $\beta = 0,6$, dan $\gamma = 0,7$. Model peramalan divalidasi menggunakan indikator Mean Squared Error (MSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan tetap menjadi kontributor utama PDRB hingga tahun 2028, meskipun menunjukkan tren penurunan. Sebaliknya, sektor Perdagangan dan sektor jasa berbasis teknologi menunjukkan tren pertumbuhan yang positif. Metode TES terbukti efektif dalam memprediksi sektor-sektor dengan kontribusi yang stabil, namun kurang akurat untuk sektor dengan fluktuasi tinggi. Berdasarkan hasil analisis dan proyeksi, strategi pembangunan yang ditawarkan adalah diversifikasi ekonomi dengan penguatan sektor-sektor potensial di luar sektor primer, khususnya sektor industri pengolahan, perdagangan, dan jasa berbasis teknologi informasi. Strategi ini dinilai penting untuk mengurangi ketergantungan terhadap sektor pertanian yang rentan terhadap faktor eksternal seperti cuaca dan harga komoditas global. Selain itu, strategi ini juga mencakup pembangunan infrastruktur digital, penguatan UMKM, dan pemberian insentif bagi investasi di sektor-sektor baru. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan pembangunan ekonomi daerah yang adaptif, berkelanjutan, dan berbasis data sektoral.

Kata Kunci: Triple Exponential Smoothing, PDRB, Peramalan, Diversifikasi Ekonomi, Tapanuli Utara.

Abstract

This study aims to predict the distribution of Gross Regional Domestic Product (GRDP) of North Tapanuli Regency based on current prices according to business fields using the Triple Exponential Smoothing (TES) method. The data used are secondary data from the Central Statistics Agency (BPS) of North Tapanuli Regency for the period 2010 to 2024. The analysis was carried out in two stages, namely descriptive analysis to observe data patterns and trends, and inferential analysis using the TES method with smoothing parameters $\alpha = 0.5$, $\beta = 0.6$, and $\gamma = 0.7$. The forecasting model was validated using the Mean Squared Error (MSE) indicator. The results showed that the Agriculture, Forestry, and Fisheries sectors remained the main contributors to GRDP until 2028, although they showed a downward trend. In contrast, the

Trade sector and technology-based service sectors showed a positive growth trend. The TES method proved effective in predicting sectors with stable contributions, but was less accurate for sectors with high fluctuations. Based on the results of the analysis and projections, the development strategy offered is economic diversification by strengthening potential sectors outside the primary sector, especially the processing industry, trade, and information technology-based services sectors. This strategy is considered important to reduce dependence on the agricultural sector which is vulnerable to external factors such as weather and global commodity prices. In addition, this strategy also includes the development of digital infrastructure, strengthening MSMEs, and providing incentives for investment in new sectors. The results of this study are expected to be the basis for formulating adaptive, sustainable, and sectoral data-based regional economic development policies.

Keywords: *Triple Exponential Smoothing, PDRB, Forecasting, Economic Diversification, North Tapanuli.*

PENDAHULUAN

Pembangunan ekonomi menjadi salah satu langkah strategis yang berperan penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi, terutama karena adanya pelimpahan tanggung jawab dari pemerintah pusat kepada pemerintah daerah. Upaya pembangunan di sektor ekonomi bertujuan untuk mendorong transformasi dan peningkatan di berbagai aspek kehidupan masyarakat. Salah satu cara untuk mengukur tingkat pertumbuhan ekonomi suatu daerah adalah melalui perhitungan peningkatan nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari satu tahun ke tahun berikutnya.

Potensi setiap daerah berbeda-beda karena dipengaruhi oleh karakteristik unik yang dimilikinya. Keberhasilan dalam pengembangan suatu wilayah dapat diukur melalui perubahan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Pertumbuhan ekonomi yang menunjukkan tren positif mengindikasikan adanya peningkatan aktivitas ekonomi, yang pada akhirnya akan berdampak pada meningkatnya kesejahteraan masyarakat. Untuk mengidentifikasi sektor unggulan di Kabupaten Tapanuli Utara, dibutuhkan suatu metode yang mampu

menganalisis pertumbuhan ekonomi wilayah. Hasil analisis tersebut selanjutnya dapat dijadikan acuan dalam merumuskan langkah-langkah strategis guna mempercepat laju pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut.

Pertumbuhan ekonomi suatu daerah dapat dianalisis melalui perubahan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), yang mencerminkan kinerja ekonomi berdasarkan kontribusi berbagai lapangan usaha. Untuk mendukung perencanaan pembangunan yang tepat sasaran, diperlukan metode analisis yang mampu memprediksi tren distribusi PDRB secara akurat. Salah satu metode yang relevan untuk tujuan tersebut adalah Triple Exponential Smoothing, yang dikenal efektif dalam peramalan data deret waktu dengan pola musiman. Melalui penerapan metode ini, distribusi PDRB Kabupaten Tapanuli Utara berdasarkan harga berlaku menurut lapangan usaha dapat diprediksi secara lebih presisi. Penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi terhadap pemahaman kondisi ekonomi daerah, tetapi juga menjadi sarana bagi mahasiswa untuk menerapkan keilmuan matematika dalam konteks dunia nyata.

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan indikator penting dalam ekonomi yang menggambarkan total nilai barang dan jasa yang dihasilkan di suatu wilayah, seperti provinsi atau kabupaten/kota, dalam jangka waktu tertentu. PDRB mencerminkan nilai tambah yang dihasilkan dari seluruh sektor ekonomi di wilayah tersebut. PDRB termasuk dalam neraca wilayah dan dihitung melalui tiga pendekatan utama, yaitu: pendekatan produksi, pengeluaran, dan pendapatan. PDRB menjadi salah satu ukuran utama dalam menilai kondisi perekonomian serta tingkat pembangunan suatu daerah dalam periode tertentu.

Perhitungan PDRB dapat dilakukan berdasarkan harga berlaku maupun harga konstan. PDRB atas dasar harga berlaku mengacu pada nilai barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga aktual pada tahun berjalan. Sementara itu, PDRB atas dasar harga konstan mencerminkan nilai tambah barang dan jasa dengan menggunakan harga pada tahun dasar tertentu, sehingga lebih akurat dalam menunjukkan pertumbuhan ekonomi riil tanpa dipengaruhi oleh perubahan harga atau inflasi. Dalam kasus ini yang akan diprediksi adalah PDRB atas dasar harga berlaku dalam lapangan usaha, untuk mengetahui sektor unggul dalam Kabupaten Tapanuli Utara.

Metode *Triple Exponential Smoothing* digunakan ketika data menunjukkan adanya pola tren dan musiman (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 1998). Metode ini merupakan pengembangan dari pemulusan eksponensial sederhana dengan menambahkan tiga komponen utama, yaitu komponen stasioner, tren, dan musiman. Ketiga komponen ini dimodelkan dengan

menggunakan tiga parameter pemulusan, yaitu α (alfa), β (beta), dan γ (gamma). Berdasarkan penjelasan Holt (2004), parameter α berfungsi untuk mengatur tingkat pemulusan terhadap data terbaru, β mengontrol pemulusan komponen tren, dan γ digunakan untuk pemulusan pola musiman. Ketiga parameter tersebut memiliki nilai tetap (konstanta) yang berada dalam rentang 0 hingga 1. Nilai parameter ini dapat ditentukan secara subjektif atau melalui proses optimasi dengan tujuan meminimalkan kesalahan prediksi (Makridakis et al., 1998).

Persamaan umum metode triple exponential smoothing adalah sebagai berikut (Makridakis et al., 1998): Pemulusan keseluruhan :

$$s_t = \alpha \frac{x_t}{c_{t-L}} + (1-\alpha)(s_{t-1} + b_{t-1})$$

Dengan $s_0 = x_0$

Pemulusan trend : $b_t = \beta(s_t - s_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$

Pemulusan musiman : $c_t = \gamma \frac{x_t}{s_t} + (1 - \gamma) c_{t-L}$

Nilai peramalan ke -m :

$$F_{t+m} = (s_t + b_{t+m}) c_{t-L+m}$$

Dimana,

s_t = pemulusan keseluruhan periode ke- t

b_t = pemulusan trend period ke- t

c_t = pemulusan musiman periode ke- t

α = konstanta pemulusan untuk data ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = konstanta pemulusan untuk estimasi trend ($0 \leq \beta \leq 1$)

γ = konstanta pemulusan untuk estimasi musiman ($0 \leq \gamma \leq 1$)

L = Panjang musiman

x_t = Data ke- t

m = Jumlah periode ramalan

t = Nilai peramalan pada waktu ke- t

Pemilihan metode peramalan yang paling tepat umumnya didasarkan pada nilai kesalahan peramalan yang paling rendah. Proses ini sering kali diartikan sebagai evaluasi terhadap tingkat akurasi peramalan (*accuracy measures*). Untuk menilai seberapa akurat suatu peramalan, diperlukan ukuran atau indikator yang dapat menunjukkan tingkat ketepatan hasil peramalan tersebut. Dalam konteks peramalan ini, indikator yang digunakan untuk mengukur ketepatan hasil ramalan adalah MSE (Mean Squared Error)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

Dimana

Y_t = nilai data time series pada periode t

\hat{Y}_t = nilai ramalan dari Y_t

n = jumlah periode waktu data

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus yang bertujuan untuk memprediksi distribusi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Tapanuli Utara atas dasar harga berlaku menurut lapangan usaha menggunakan metode Triple Exponential Smoothing (TES). Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Tapanuli Utara, mencakup distribusi PDRB dari tahun 2010 hingga 2024 untuk 17 sektor lapangan usaha. Peramalan dilakukan untuk periode 2025 hingga 2028.

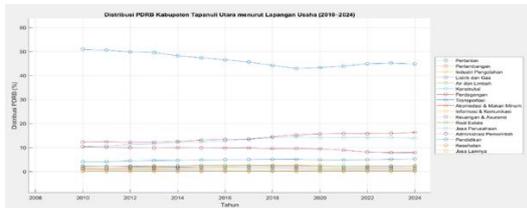
Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu analisis deskriptif dan analisis inferensial. Analisis

deskriptif bertujuan untuk menggambarkan karakteristik pola dan tren data historis PDRB, yang divisualisasikan dalam bentuk grafik deret waktu. Selanjutnya, analisis inferensial dilakukan dengan menggunakan metode TES yang memanfaatkan tiga parameter pemulusan, yaitu α (untuk level), β (untuk tren), dan γ (untuk musiman). Metode ini dipilih karena mampu menangkap pola musiman dan kecenderungan jangka panjang yang terdapat dalam data PDRB sektoral.

Untuk menghasilkan model peramalan yang optimal, data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan (training) pada tahun 2010–2024 dan data pengujian (testing) pada tahun 2025–2028. Nilai parameter α , β , dan γ ditentukan melalui pendekatan trial and error dengan tujuan meminimalkan kesalahan peramalan. Evaluasi terhadap kinerja model dilakukan dengan menggunakan ukuran galat Mean Squared Error (MSE), di mana nilai MSE yang lebih kecil menunjukkan tingkat akurasi prediksi yang lebih tinggi. Seluruh proses analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel. Melalui pendekatan ini, diharapkan model peramalan yang dibangun mampu memberikan gambaran proyeksi ekonomi sektoral yang akurat dan dapat dijadikan dasar dalam pengambilan kebijakan pembangunan daerah yang lebih tepat sasaran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1. Plot Distribusi PDRB Kabupaten Tapanuli Utara Menurut Lapangan Usaha (2010-2024)



Berdasarkan plot distribusi PDRB Kabupaten Tapanuli Utara menurut lapangan usaha tahun 2010–2024, setiap sektor ekonomi menunjukkan perubahan dari tahun ke tahun, baik berupa peningkatan, penurunan, maupun kestabilan, yang menandakan adanya pola tren dalam data. Karena data tersebut berbentuk deret waktu tahunan dan mencakup periode yang cukup panjang (15 tahun), maka metode TES dapat digunakan untuk meramalkan kontribusi masing-masing sektor di masa mendatang. Setiap sektor dapat dimodelkan secara terpisah untuk memproyeksikan distribusi PDRB di tahun-tahun berikutnya. Oleh karena itu, metode Triple Exponential Smoothing layak diterapkan untuk mendukung analisis perencanaan dan kebijakan ekonomi daerah berbasis data sektoral.

Langkah selanjutnya sebelum melakukan proses peramalan adalah membagi data menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan (training) dan data pengujian (testing). Data distribusi PDRB Kabupaten Tapanuli Utara menurut lapangan usaha tahun 2010–2024 digunakan sebagai data pelatihan untuk membangun model awal berdasarkan berbagai kombinasi parameter pemulusan (α , β , γ). Sementara itu, data digunakan pada tahun 2010–2024 sebagai data pengujian untuk mengevaluasi akurasi hasil peramalan, sehingga dapat dipilih model terbaik yang akan digunakan untuk distribusi

PDRB Kabupaten Tapanuli Utara menurut lapangan usaha tahun 2025-2028.

Dalam penelitian ini, nilai α , β , dan γ ditentukan melalui pendekatan trial and error dengan tujuan meminimalkan kesalahan peramalan terhadap data pengujian. Dalam kasus ini α , β , dan γ yang digunakan adalah 0.5, 0.6, dan 0.7.

Tabel 1 Nilai Prediksi dan Nilai Aktual Untuk 17 Sektor

Tahun	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	Aktual	Prediksi																
2010	50,95	0,96	1,09	0,10	0,11	0,10	10,17	12,27	4,07	2,09	10,67	12,33	4,13	2,15	10,73	12,39	4,19	2,21
2011	50,57	0,96	1,66	0,10	0,11	0,10	10,67	12,33	4,13	2,15	10,73	12,39	4,19	2,21	10,79	12,45	4,25	2,27
2012	49,85	0,97	1,70	0,09	0,11	0,11	11,29	12,2	4,48	2,25	11,45	12,15	4,58	2,37	11,61	12,3	4,68	2,47
2013	49,59	0,97	1,70	0,09	0,11	0,11	11,45	12,15	4,58	2,37	11,61	12,3	4,68	2,47	11,77	12,45	4,78	2,57
2014	49,22	0,97	0,07	1,89	0,08	0,09	0,11	0,11	12,18	12,30	12,5	12,72	4,67	4,70	12,84	12,96	4,79	4,82
2015	47,38	0,97	0,07	1,95	0,08	0,07	0,11	0,11	12,27	12,30	13,1	13,26	4,79	5,08	13,42	13,54	5,18	5,31
2016	46,53	0,97	0,08	2,01	0,07	0,09	0,11	0,11	12,76	13,76	13,36	13,63	4,92	5,34	13,86	14,13	5,46	5,88
2017	45,85	0,97	0,07	2,13	0,07	0,07	0,11	0,11	13,86	13,96	13,53	13,93	5,62	5,84	14,07	14,17	6,14	6,14
2018	44,18	0,97	0,07	2,21	0,08	0,08	0,10	0,10	14,05	14,31	14,48	14,76	6,08	6,07	14,93	15,03	6,31	6,31
2019	42,97	0,97	0,07	2,23	0,09	0,09	0,10	0,10	14,44	14,76	15,26	15,71	5,11	5,15	16,06	16,26	5,45	5,45
2020	43,31	0,97	0,07	2,27	0,08	0,10	0,10	0,10	14,14	15,06	15,48	16,23	4,86	5,19	16,45	16,78	5,25	5,25
2021	43,93	0,97	0,07	2,31	0,09	0,11	0,10	0,10	14,19	14,81	15,84	16,51	4,8	4,86	16,86	17,19	5,28	5,28
2022	44,93	0,97	0,07	2,25	0,09	0,10	0,10	0,10	14,24	14,26	15,70	16,50	4,87	4,89	16,94	17,14	5,34	5,34
2023	45,16	0,97	0,07	2,20	0,09	0,09	0,09	0,09	14,14	13,95	15,91	16,34	5,13	4,93	16,25	16,25	5,25	5,25
2024	44,85	0,97	0,07	2,18	0,08	0,08	0,09	0,09	13,89	13,81	16,29	16,26	5,23	5,23	16,26	16,26	5,23	5,23
2025	47,98	0,97	0,07	2,26	0,08	0,08	0,08	0,08	14,13	16,14	16,14	16,14	5,91	5,91	16,14	16,14	5,91	5,91
2026	49,93	0,97	0,07	2,33	0,07	0,07	0,07	0,07	14,29	15,98	16,29	16,29	5,46	5,46	16,29	16,29	5,46	5,46
2027	49,88	0,97	0,07	2,34	0,07	0,07	0,07	0,07	14,06	16,29	16,29	16,29	5,66	5,66	16,29	16,29	5,66	5,66
2028	46,54	0,97	0,07	2,32	0,06	0,06	0,06	0,06	13,82	16,47	16,47	16,47	5,71	5,71	16,47	16,47	5,71	5,71

Tabel 2 Nilai Prediksi dan Nilai Aktual Untuk 17 Sektor

10	11	12	13	14	15	16	17
Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi
1,07	1,39	2,13	0,31	10,32	2,27	0,88	12,27
1,06	1,44	2,14	0,30	10,13	2,19	0,84	12,35
1	1,55	2,19	0,29	9,94	2,07	0,81	12,20
0,93	1,59	2,27	0,29	9,84	1,94	0,84	12,15
0,86	0,83	1,61	1,61559	2,35	2,39	0,28	0,28
0,81	0,71	1,69	1,78909	2,46	2,56	0,29	0,28
0,76	0,64	1,69	1,77378	2,5	2,65	0,29	0,29
0,74	0,64	1,69	1,77378	2,5	2,65	0,29	0,29
0,73	0,70	1,66	1,63851	2,46	2,50	0,29	0,30
0,77	0,74	1,63	1,62684	2,42	2,43	0,30	0,30
0,81	0,79	1,61	1,61752	2,39	2,38	0,31	0,31
0,82	0,82	1,59	1,58394	2,32	2,31	0,31	0,31
0,78	0,83	1,57	1,55182	2,25	2,19	0,30	0,31
0,74	0,78	1,53	1,49721	2,2	2,13	0,29	0,30
0,74	0,73	1,49	1,47771	2,15	2,09	0,30	0,29
0,59	1,43895	1,94	0,27	5,94	1,33	0,62	0,13
0,67	1,49442	2,09	0,28	7,00	1,36	0,65	0,13
0,65	1,44493	2,04	0,28	6,83	1,33	0,65	0,13
0,64	1,41807	1,98	0,28	6,63	1,32	0,65	0,13

Keterangan Tabel 1 dan Tabel 2
 Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan
 Pertambangan dan Penggalian
 Industri Pengolahan
 Pengadaan Listrik dan Gas
 Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang
 Konstruksi
 Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor
 Transportasi dan Pergudangan
 Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum
 Informasi dan Komunikasi
 Jasa Keuangan dan Asuransi

Real Estate
 Jasa Perusahaan
 Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan
 Jaminan Sosial Wajib
 Jasa Pendidikan
 Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial
 Jasa Lainnya

Analisis terhadap Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan gambaran yang jelas mengenai kedekatan antara nilai aktual dan nilai hasil ramalan untuk masing-masing dari 17 sektor lapangan usaha. Secara umum, hasil prediksi menggunakan metode Triple Exponential Smoothing (TES) menunjukkan kemampuan yang baik dalam meniru pola data historis dan mengikuti kecenderungan pergerakan tiap sektor dari waktu ke waktu.

Sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan, sebagai kontributor terbesar terhadap PDRB Kabupaten Tapanuli Utara, memiliki nilai aktual yang cukup tinggi setiap tahunnya. Nilai prediksi yang dihasilkan pada sektor ini juga cukup dekat dengan nilai aktual, mengikuti tren naik-turun yang muncul dari tahun ke tahun. Meskipun demikian, terdapat beberapa perbedaan dalam besaran prediksi dengan nilai sesungguhnya, yang menunjukkan bahwa sektor ini mengalami dinamika yang cepat dan sangat dipengaruhi oleh faktor musiman dan lingkungan.

Pada sektor-sektor yang lebih kecil kontribusinya, seperti Pengadaan Listrik dan Gas, Pengadaan Air, Limbah, dan Daur Ulang, serta Jasa Lainnya, nilai aktual dari tahun ke tahun relatif tetap, dan nilai prediksinya sangat mendekati atau bahkan identik dengan nilai aktual. Hal ini menunjukkan bahwa metode TES bekerja sangat baik pada sektor-sektor yang

kontribusinya stabil dan tidak menunjukkan perubahan tajam dalam kurun waktu analisis.

Sektor Informasi dan Komunikasi, Jasa Keuangan dan Asuransi, serta Real Estate memiliki nilai aktual yang kecil namun stabil. Prediksi yang dihasilkan pun hampir selalu menyamai nilai aktual, mencerminkan stabilitas sektor ini dalam kontribusinya terhadap PDRB dan efektivitas metode peramalan dalam menangkap kestabilan tersebut. Sektor Administrasi Pemerintahan, Pertahanan, dan Jaminan Sosial Wajib dan Jasa Pendidikan memperlihatkan nilai aktual yang fluktuatif secara terbatas, dan nilai ramalannya mampu mengikuti kecenderungan tersebut dengan cukup baik. Prediksi pada sektor ini berhasil menunjukkan kecenderungan perubahan tahunan yang sesuai arah dengan nilai aktual.

Secara keseluruhan, perbandingan antara nilai aktual dan nilai prediksi dalam Tabel 1 dan Tabel 2 memperlihatkan bahwa metode Triple Exponential Smoothing cukup efektif dalam memodelkan pola dan tren data PDRB sektoral. Walaupun terdapat sedikit selisih pada beberapa sektor yang sangat dinamis, prediksi yang dihasilkan tetap dalam rentang yang wajar dan mengikuti arah pergerakan data historis dengan baik. Hal ini memberikan kepercayaan bahwa model ini dapat digunakan sebagai dasar perencanaan kebijakan pembangunan ekonomi daerah berbasis sektor lapangan usaha.

Tabel 3 Peramalan distribusi PDRB Kabupaten Tapanuli Utara menurut lapangan usaha tahun 2025-2028

Kategori/Lapangan Usaha	Distribusi PDRB Kab. Tapanuli Utara Atas Dasar Harga Berlak				
	2025	2026	2027	2028	MSE
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	47.08	45.91	45.88	46.14	1.1874
Pertambangan dan Penggalian	0.07	0.07	0.07	0.07	0.0000
Industri Pengolahan	2.20	2.19	2.14	2.12	0.0121
Pengadaan Listrik dan Gas	0.06	0.07	0.07	0.06	0.0000
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	0.08	0.09	0.08	0.08	0.0000
Konstruksi	14.13	14.29	14.06	13.82	0.3352
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	16.14	15.98	16.29	16.47	0.1975
Transportasi dan Pergudangan	5.95	5.46	5.66	5.71	0.0398
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	2.54	2.45	2.49	2.53	0.0123
Informasi dan Komunikasi	0.59	0.67	0.65	0.64	0.0038
Jasa Keuangan dan Asuransi	1.44	1.49	1.44	1.42	0.0042
Real Estate	1.94	2.09	2.04	1.98	0.0067
Jasa Perusahaan	0.27	0.28	0.28	0.28	0.0001
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	5.94	7.00	6.83	6.63	0.0627
Jasa Pendidikan	1.23	1.36	1.33	1.32	0.0123
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	0.62	0.65	0.65	0.65	0.0005
Jasa lainnya	0.13	0.13	0.13	0.13	0.0000
PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO	100	100	100	100	

Hasil ramalan distribusi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Tapanuli Utara atas dasar harga berlaku untuk tahun 2025 hingga 2028 menunjukkan bahwa sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan tetap menjadi kontributor utama terhadap PDRB daerah. Namun, kontribusinya diprediksi menurun secara bertahap, dari 47,08% pada tahun 2025 menjadi 46,14% pada tahun 2028. Meskipun masih mendominasi, tren penurunan ini mengindikasikan adanya pergeseran komposisi ekonomi, terutama ke sektor lain yang menunjukkan pertumbuhan. Sektor Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor justru mengalami tren kenaikan selama periode yang sama, yaitu dari 16,14% menjadi 16,47%, menunjukkan bahwa kegiatan ekonomi berbasis konsumsi dan perniagaan lokal terus berkembang. Sementara itu, sektor Konstruksi menunjukkan penurunan kontribusi dari 14,13% ke 13,82%, yang mencerminkan berkurangnya aktivitas pembangunan infrastruktur atau berkurangnya alokasi belanja fisik di masa mendatang.

Sektor-sektor lainnya menunjukkan pola yang lebih stabil. Transportasi dan Pergudangan misalnya, mengalami sedikit kenaikan dari 5,95% menjadi 5,71%, sedangkan Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum meningkat dari 2,45%

menjadi 2,53%. Kenaikan tipis ini mengindikasikan bahwa sektor pendukung seperti logistik dan pariwisata tetap berperan dalam mendorong perekonomian daerah. Sektor seperti Informasi dan Komunikasi, Jasa Keuangan dan Asuransi, serta Real Estate mempertahankan kontribusi yang kecil namun stabil, dengan kisaran yang sangat sempit antar tahun. Di sisi lain, sektor-sektor seperti Pertambangan dan Penggalian, Pengadaan Listrik dan Gas, Pengelolaan Air dan Limbah, serta Jasa Lainnya tidak menunjukkan perubahan kontribusi sama sekali dalam rentang waktu 2025–2028. Hal ini menandakan bahwa aktivitas di sektor-sektor tersebut cenderung stagnan dan tidak mengalami pertumbuhan berarti.

Dalam hal akurasi peramalan, metode Triple Exponential Smoothing menunjukkan performa yang bervariasi tergantung pada karakteristik sektor. Keakuratan prediksi diukur melalui nilai Mean Squared Error (MSE), di mana nilai yang lebih kecil menandakan hasil ramalan yang lebih dekat dengan data aktual. Sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan memiliki nilai MSE tertinggi, yaitu 1,1874, menunjukkan bahwa meskipun sektor ini dominan, model mengalami kesulitan menangkap fluktuasi besarnya dari tahun ke tahun. Sektor Konstruksi juga menunjukkan nilai MSE cukup tinggi, yaitu 0,3352, menandakan ketidakstabilan dalam pergerakan sektoralnya yang tidak sepenuhnya ditangkap oleh model. Sebaliknya, sektor-sektor seperti Perdagangan, Transportasi, dan Administrasi Pemerintahan menunjukkan tingkat akurasi sedang, dengan MSE berkisar antara 0,06 hingga 0,19. Adapun sektor-sektor seperti Informasi dan Komunikasi, Jasa Pendidikan, Jasa Perusahaan, dan Jasa Kesehatan

menunjukkan nilai MSE yang rendah, bahkan mendekati nol. Hal ini menunjukkan bahwa kontribusi sektor-sektor tersebut cenderung stabil dan dapat diprediksi dengan cukup akurat oleh model TES. Sementara itu, sektor-sektor dengan kontribusi sangat kecil seperti Pertambangan, Listrik dan Gas, Air dan Limbah, serta Jasa Lainnya memiliki nilai MSE sebesar 0, yang berarti nilai ramalan sama persis dengan nilai aktual, menandakan tidak adanya perubahan dalam distribusi kontribusi antar tahun. Secara keseluruhan, metode Triple Exponential Smoothing terbukti cukup akurat dan efektif dalam meramalkan sektor-sektor yang stabil, meskipun kurang tepat untuk sektor dengan fluktuasi besar dan ketergantungan tinggi pada faktor musiman atau eksternal.

Berdasarkan analisis terhadap struktur dan fluktuasi kontribusi sektor-sektor lapangan usaha dalam PDRB Kabupaten Tapanuli Utara serta hasil peramalan menggunakan metode Triple Exponential Smoothing, solusi terbaik yang direkomendasikan adalah diversifikasi ekonomi melalui penguatan sektor-sektor potensial di luar sektor primer, khususnya sektor industri pengolahan, perdagangan, dan jasa berbasis teknologi informasi. Solusi ini dipilih karena dapat mengurangi ketergantungan terhadap sektor pertanian yang rentan terhadap faktor eksternal seperti cuaca, harga komoditas global, dan bencana alam. Dengan mengembangkan sektor sekunder dan tersier yang lebih stabil dan modern, ketahanan ekonomi daerah terhadap guncangan eksternal dapat ditingkatkan.

Selain itu, sektor industri pengolahan dan perdagangan menunjukkan tren pertumbuhan yang menjanjikan, namun belum dimanfaatkan secara optimal.

Meningkatkan investasi, teknologi, dan sumber daya manusia di sektor ini akan membuka peluang kerja baru dan meningkatkan nilai tambah terhadap produk lokal. Sektor informasi dan komunikasi juga menunjukkan tren pertumbuhan yang stabil meskipun kontribusinya saat ini masih kecil. Dengan pembangunan infrastruktur digital dan peningkatan literasi teknologi masyarakat, sektor ini berpotensi menjadi motor transformasi ekonomi digital, terutama dalam mendorong UMKM, perdagangan daring, dan pelayanan publik yang efisien.

Diversifikasi ekonomi juga memiliki efek ganda terhadap pertumbuhan sektor lain, seperti jasa keuangan, real estate, transportasi, dan pendidikan. Pertumbuhan yang merata di berbagai sektor akan menciptakan struktur ekonomi yang lebih seimbang, inklusif, dan berkelanjutan. Selain itu, strategi ini sejalan dengan visi pembangunan daerah dan nasional yang menekankan pentingnya transformasi ekonomi melalui industrialisasi, digitalisasi, dan peningkatan kualitas sumber daya manusia. Untuk mengimplementasikan strategi ini secara efektif, dibutuhkan peta jalan pengembangan ekonomi daerah, pembangunan sentra industri kecil dan menengah (IKM), pelatihan dan insentif untuk wirausaha baru, serta penguatan infrastruktur digital dan logistik. Dengan demikian, Kabupaten Tapanuli Utara dapat meningkatkan pertumbuhan PDRB tidak hanya secara kuantitatif, tetapi juga secara kualitatif menuju ekonomi yang tangguh dan adaptif terhadap tantangan masa depan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis distribusi PDRB Kabupaten Tapanuli Utara menurut lapangan usaha dengan menggunakan metode Triple Exponential Smoothing (TES), dapat disimpulkan bahwa struktur perekonomian daerah ini masih sangat bergantung pada sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan. Sektor ini diprediksi tetap menjadi kontributor utama hingga tahun 2028, meskipun dengan kecenderungan penurunan proporsi secara bertahap. Sektor perdagangan besar dan eceran menunjukkan tren pertumbuhan yang positif, sementara sektor konstruksi meskipun fluktuatif, diperkirakan akan mengalami penurunan kontribusi terhadap total PDRB. Dari sisi akurasi, model TES dengan parameter $\alpha = 0,5$, $\beta = 0,6$, dan $\gamma = 0,7$ memberikan hasil peramalan yang cukup baik, meskipun beberapa sektor seperti konstruksi menunjukkan tingkat galat (MSE) yang lebih tinggi dibanding sektor lain.

Berdasarkan hasil yang diperoleh ini, disarankan agar Pemerintah Kabupaten Tapanuli Utara mulai mengembangkan dan mendiversifikasi basis ekonominya dengan mendorong pertumbuhan sektor-sektor potensial lain seperti perdagangan, informasi dan komunikasi, serta jasa keuangan yang menunjukkan tren stabil dan peluang peningkatan kontribusi. Selain itu, perbaikan kualitas data dan pemutakhiran metode peramalan secara berkala perlu dilakukan agar dapat mendukung perencanaan pembangunan daerah yang lebih akurat dan adaptif terhadap perubahan kondisi ekonomi.

saran

Pemerintah Kabupaten Tapanuli Utara dapat memanfaatkan hasil prediksi PDRB dari metode Triple Exponential Smoothing

untuk perencanaan pembangunan yang lebih tepat sasaran. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan model dengan variabel tambahan dan membandingkan metode peramalan lain seperti SARIMA atau machine learning agar akurasi prediksi meningkat. Selain itu, analisis pengaruh faktor eksternal dan penerapan sistem pemantauan data real-time akan membantu dalam pengambilan keputusan yang responsif. Peningkatan kualitas data historis juga sangat penting untuk mendukung akurasi dan relevansi prediksi ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

Andriani, N. (2022). Application of Double Exponential Smoothing Holt and Triple Exponential Smoothing Holt-Winter with Golden Section Optimization to Forecast Export Value of East Borneo Province. *JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA & KOMPUTASI*, 475-483.

Dr. Henrykus Sihalo, M. S. (n.d.). *PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO PER KAPITA DAN PEMBANGUNAN*. 20-46.

Hayuningtyas, R. Y. (2020). Implementasi Metode Triple Exponential Smoothing Untuk Prediksi Penjualan Alat Kesehatan. *Jurnal Sains dan Manajemen*, 29-35.

Khairina, D. M. (2020). Comparison of double exponential smoothing and triple exponential smoothing methods in predicting income of local water company. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-11.

Nasichaha, I. (2024). Penerapan Exponential Smoothing Pada Laju Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan

- Menurut Lapangan Usaha Provinsi Jawa Tengah . *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 684-693.
- Nur, M. (2023). ANALISIS PENENTUAN SEKTOR UNGGULAN PEREKONOMIAN DAERAH KABUPATEN PINRANG: PENDEKATAN LQ DAN SHIFT SHARE. *Jurnal Ekonomi Pembangunan STIE Muhammadiyah Palopo* , 333-345.
- Olivia, M. (2021). METODE EXPONENTIAL SMOOTHINGUNTUK FORECASTINGJUMLAH PENDUDUK MISKIN DI KOTA LANGSA. *Jurnal Matematika dan Terapan*, 47-51.
- Puspita, R. N. (2022). PERAMALAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA PROVINSI BANTEN DENGAN METODE TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika* , 358-366.
- Ramadiani. (2019). Forecasting the number of airplane passengers uses the double and the triple exponential smoothing method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-12.
- Salsabila, N. (2024). PERAMALAN PDRB DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN MODEL ARIMAX DENGAN . *Jurnal Ilmiah Matematika* , 208-218.
- Samakmur. (2024). ANALISIS SEKTOR UNGGULAN PERTANIAN TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI DI KABUPATEN TAPANULI SELATAN PROVINSI SUMATRA UTARA. *Jurnal Education and development*, 584-589.
- Saputro, R. B. (2022). Implementation of the Triple Exponential Smoothing Method for Predicting Helmet Sales. *Journal of Informatics, Network, and Computer Science*, 30-34.
- Vimala, J. (2022). FORECASTINGPENJUALAN OBAT MENGGUNAKAN METODE SINGLE, DOUBLE, DANTRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING (STUDI KASUS : APOTEK MANDIRI MEDIKA). *Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikas*, 1-10.
- Viza Fitria, S. A. (2020). PENERAPAN TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING DALAM MERAMALKAN LAJU INFLASI BULANAN PROVINSI ACEH TAHUN 2019 - 2020. *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana* , 23-28.
- Yolanda, R. N. (2024). Penerapan Metode Triple Exponential Smoothing dalam Peramalan Produksi Buah Nenas di Provinsi Riau. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 1-10.