



SKEWNESS

Jurnal Statistika, Aktuaria dan Sains Data

Volume 1, No. 2, Oktober 2024

Analisis Metode Peramalan *Trend Analysis*: Simulasi pada Data Indeks Pembangunan Manusia

Anindya Gunawan^{1*}, Budi Pratikno²

^{1,2} *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia*

E-mail korespondensi: budi.pratikno@unsoed.ac.id

Abstrak. Riset ini membahas metode peramalan *trend analysis* yang terdiri dari metode kuadrat terkecil, metode *trend* kuadrat, dan metode *trend* eksponensial. Tujuan riset ini adalah membandingkan dan memilih metodeterbaik dari ketiga metode tersebut melalui kajian *error* hasil simulasi data Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Peramalan IPM ini untuk memprediksi IPM di Kabupaten Cilacap dari tahun 2022 hingga 2025 dan merupakan perhitungan ilmiah yang dapat digunakan untuk perencanaan dan analisis terkait dengan pembangunan manusia. Mengingat data yang digunakan adalah data *time series*, maka pendekatan metode *trend analysis* dipilih dalam penelitian ini. Metode *trend analysis* mencakup tiga model, yaitu metode kuadrat terkecil, metode *trend* kuadrat, dan metode *trend* eksponensial. Hasil riset menunjukkan bahwa menunjukkan nilai *mean absolute percentage error* (MAPE) terkecil adalah 0,19% yang terjadipada metode *trend* kuadrat, sehingga metode ini (*trend* kuadrat) dipilih sebagai metode terbaik dan digunakan sebagai model peramalan IPMuntuk Kabupaten Cilacap pada tahun 2022 hingga 2025. Hasil peramalan untuk periode tersebut, 2022 hingga 2025, adalah 70,5651; 70,6773; 70,7231; dan 70,7025. Hasil ini menunjukkan peningkatan konsisten setiap tahun pada IPM di Kabupaten Cilacap.

Kata kunci: Indeks Pembangunan Manusia, Peramalan, *Trend Analysis*.

1 Pendahuluan

Manusia merupakan aset bangsa dan sekaligus sebagai modal dasar pembangunan. Pembangunan merupakan salah satu sarana yang digunakan suatu bangsa dalam mencapai tujuan nasional. Tujuan dari pembangunan adalah menciptakan lingkungan yang memungkinkan bagi masyarakat untuk dapat menikmati hidup sehat, memiliki pengetahuan serta keterampilan dan dapat menjalankan kehidupan yang produktif [1]. Pembangunan manusia adalah suatu proses yang mendorong peningkatan kualitas kehidupan manusia, baik dari segi fisik maupun spiritual, yang bergantung pada pembangunan sumber daya manusia (SDM). Hal ini dapat dicapai dengan meningkatkan kapasitas dasar penduduk untuk berpartisipasi dalam pembangunan berkelanjutan. Untuk mengukur pencapaian pembangunan manusia berdasarkan sejumlah komponen dasar kualitas kehidupan, indeks pembangunan manusia (IPM) digunakan sebagai alat ukur yang relevan.

IPM adalah indeks komposit yang dipengaruhi oleh beberapa indikator yaitu angka harapan hidup (AHH) untuk kesehatan, angka harapan sekolah (AHS) dan rata-rata lama sekolah (RLS) untuk pendidikan, serta indikator standar hidup layak yang didasarkan pada pengeluaran per kapita. Pada tahun 1990, IPM diperkenalkan pertama kali oleh *United Nations Development Program* (UNDP) dan secara rutin dipublikasikan dalam laporan tahunan *Human Development Report* (HDR). IPM memiliki rentang nilai antara 0 hingga 100, sehingga dapat digunakan untuk menilai apakah tingkat pembangunan manusia semakin membaik atau sebaliknya. Manfaat IPM dalam kehidupan adalah untuk menegaskan bahwa manusia dan kemampuannya seharusnya menjadi kriteria utama dalam menilai perkembangan. Hal ini membantu dalam mengevaluasi pilihan kebijakan di suatu negara dan juga memungkinkan perbandingan antara negara-negara, serta dapat memicu diskusi lintas negara untuk pengambilan keputusan yang terbaik.

Berdasarkan data yang diberikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), secara umum, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Cilacap dari tahun 2010 hingga tahun 2021 mengalami peningkatan. Pada tahun 2020, IPM mencapai angka 69,95, sedangkan pada tahun 2021, IPM mencapai angka 70,42. Hal ini menunjukkan peningkatan sebesar 0,47 dalam IPM. Oleh karena itu, pada tahun 2022, Kabupaten Cilacap berada pada peringkat ke-22 dari 35 kabupaten dan kota di Jawa Tengah. Menghadapi situasi ini, pemerintah Kabupaten Cilacap terus berusaha untuk memanfaatkan potensi sumber daya yang tersedia dan meningkatkan pencapaian IPM, demi masa depan yang lebih baik bagi Kabupaten Cilacap. Selanjutnya, untuk memahami sejauh mana IPM akan mengalami peningkatan atau penurunan dalam beberapa tahun mendatang, diperlukan analisis peramalan (*forecasting*) terhadap IPM di Kabupaten Cilacap. Detail tentang IPM dapat ditemukan dalam [2], [3], dan [4].

Peramalan merupakan kegiatan memperkirakan sesuatu yang belum terjadi [5]. Metode peramalan dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif mencakup metode eksploratoris dan metode normatif, sedangkan metode kuantitatif mencakup metode kausal dan metode deret waktu. Metode deret waktu didasarkan pada data masa lalu suatu variabel dan kesalahan masa lalu. Salah satu metode peramalan yang termasuk dalam metode deret waktu adalah metode *trend analysis*. Menurut Maryati [6] *trend* adalah suatu gerakan (kecenderungan) naik atau turun dalam jangka panjang yang diperoleh dari rata-rata perubahan dari waktu ke waktu.

Metode *trend analysis* digunakan untuk meramalkan data deret waktu karena tingkat kesalahan (error) yang lebih rendah. Menurut Makridakis, dkk [7], pada metode *trend analysis* terdapat tiga model, yaitu metode kuadrat terkecil ($Y = a + bX$), metode *trend* kuadratik ($Y = a + bX + cX^2$), dan metode *trend* eksponensial ($Y = abX$). Metode tersebut diasumsikan sebagai metode peramalan yang baik karena membutuhkan berbagai macam informasi data yang banyak, sehingga hasil analisis tersebut dapat mengetahui sampai berapa besar fluktuasi yang terjadi, dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi terhadap perubahan tersebut [4]. Pemilihan metode peramalan tersebut tidak terlepas dari tipe dan pola data. Jenis pola data deret adalah merupakan tipe data yang relevan, namun pola data deret waktu yang ada harus disesuaikan, karena terdapat empat pola data deret waktu, yaitu (1) pola horizontal, (2) pola musiman, (3) pola siklis, dan (4) pola *trend*, yaitu suatu gerakan kecenderungan naik atau turun dalam jangka panjang yang diperoleh dari rata-rata perubahan waktu ke waktu dan nilainya cukup rata [8]. Riset lain terkait peramalan dapat ditemukan dalam [9].

Beberapa riset terdahulu yang berkaitan dengan metode *trend analysis* diantaranya dilakukan oleh Fahmi dan Muslim [10] yang melakukan penelitian terkait peramalan nilai inflasi kesehatan di Kabupaten Semarang dengan menggunakan metode *trend* kuadratik. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai inflasi kesehatan di Kabupaten Semarang mengalami peningkatan dari akhir tahun 2015 hingga awal tahun 2016. Kemudian, Siagian [11] melakukan penelitian mengenai implementasi metode *least square* (kuadrat terkecil) untuk meramalkan pertumbuhan penduduk di Kabupaten Asahan. Dalam penelitiannya menunjukkan bahwa peramalan pertumbuhan penduduk mengalami perkembangan di setiap wilayah Kabupaten Asahan. Selanjutnya, Pahala [12] melakukan riset terkait prediksi lalu lintas penumpang Bandara Soekarno-Hatta dengan menggunakan teknik *time series trend forecasting*. Hasil riset ini menunjukkan bahwa prediksi jumlah penumpang Bandara Soekarno-Hatta pada periode tahun 2020-2027 mengalami peningkatan yakni mencapai 100 hingga 200 juta penumpang. Riset lain tentang peramalan dapat ditemukan dalam [13], [14], [15], [10], dan [16].

Berdasarkan uraian diatas dan riset-riset terdahulu, riset ini difokuskan untuk menganalisis peramalan dengan metode *trend analysis* untuk data IPM di Kabupaten Cilacap dari tahun 2022-2025, hal ini karena belum terdeteksi terdapat riset dengan metode tersebut diaplikasikan pada data IPM di Kabupaten Cilacap. Hasil penelitian ini diharapkan

dapat menjadi salah satu pertimbangan bagi pemerintah Kabupaten Cilacap agar dapat mempersiapkan peningkatan atau penurunan IPM pada masa yang akan datang, dengan tetap mempertimbangkan konsep indikator IPM yang berlaku, yaitu (1) kategori rendah, jika IPM kurang dari 60, (2) sedang, jika IPM berada diantara 60 sampai kurang dari 70, (3) tinggi, jika IPM berada diantara 70 sampai kurang dari 80, dan (4) sangat tinggi, jika IPM lebih atau sama dengan 80.

2 Metodologi

Metode yang digunakan dalam riset ini adalah metode *literature review* dan simulasi dengan data riil. Simulasi dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari *website* BPS Kab. Cilacap, yaitu data IPM di Kabupaten Cilacap pada tahun 2010 sampai tahun 2021, **Tabel 1**.

Tabel 1. Data IPM Kab.Cilacap 2010-2021

Tahun	IPM
2010	64,18
2011	64,73
2012	65,72
2013	66,80
2014	67,25
2015	67,77
2016	68,60
2017	68,90
2018	69,56
2019	69,98
2020	69,95
2021	70,42

2.1 Analisis Data

Langkah-langkah yang dilakukan untuk meramalkan IPM dengan menggunakan metode *trend analysis* adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi *time series* plot dari data IPM di Kabupaten Cilacap;
2. Melakukan peramalan *trend analysis* menggunakan metode kuadrat terkecil, *trend* kuadrat, dan *trend* eksponensial;
3. Melakukan uji terbaik model dari ketiga model tersebut pada poin 2.

4. Menentukan ketepatan metode peramalan dengan MAPE; dan
5. Meramalkan IPM dari tahun 2022 sampai dengan 2025.

2.2 Analisis Data

Plot awal *time series* data dilakukan sebagai identifikasi pola data dengan bantuan software Microsoft Excel dari data tahun 2010 sampai dengan tahun 2021, **Gambar 1**.



Gambar 1. Plot Indeks IPM

Berdasarkan **Gambar 1** dapat dilihat bahwa data IPM Kabupaten Cilacap pada tahun 2010 sampai dengan 2021 memiliki bentuk *trend* positif. Oleh karena itu, sehingga dapat diidentifikasi bahwa data IPM pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2021 memiliki pola *trend positive*. Mengacu pola data **Gambar 1**, maka metode yang sesuai adalah metode *trend analysis*, dan dalam riset ini dilakukan pengujian peramalan *trend analysis* melalui tiga metode, yaitu metode kuadrat terkecil, metode *trend* kuadratik dan metode *trend* eksponensial. Selanjutnya, kriteria pengujian model (dan metode) untuk mendapatkan model terbaik ditentukan dengan perhitungan nilai *mean absolute percentage error* (MAPE) yang relatif kecil yaitu $MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \cdot 100\%$, dengan F_t adalah nilai peramalan pada periode t . Indikator nilai MAPE ini adalah (1) kurang dari 10% sangat baik, (2) 10%-20% adalah baik, (3) 20%-50% cukup baik dan (4) lebih dari 50% kurang baik.

3 Hasil dan Pembahasan

Dalam bagian ini, penelitian tersebut mengungkapkan temuan-temuan dari analisis data dan mendiskusikan implikasinya.

3.1 Peramalan Trend Analysis Dengan Metode Kuadrat Terkecil

Untuk menentukan persamaan *trend* metode kuadrat terkecil $Y = a + bX$, maka diperlukan teknik mencari nilai koefisien a dan b . Dalam konsep ini, maka proses pencarian dilakukan dengan data dalam **Tabel 2**. Untuk nilai X akan kesulitan apabila digunakan nilai yang sesungguhnya. Oleh sebab itu, akan digunakan angka kode. Karena jumlah data genap (periode waktu genap) maka angka kode yang digunakan dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2021 secara berturut-turut diberikan nilai -11, -9, -7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7, 9, 11. Sehingga untuk perhitungan *trend* dengan metode kuadrat terkecil seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perhitungan *Trend* Metode Kuadrat Terkecil

<i>N</i>	Tahun	Y_i	X_i	$X_i Y_i$	X_i^2
1	2010	64,18	-11	-705,98	121
2	2011	64,73	-9	-582,57	81
3	2012	65,72	-7	-460,04	49
4	2013	66,80	-5	-334,00	25
5	2014	67,25	-3	-201,75	9
6	2015	67,77	-1	-67,77	1
7	2016	68,60	1	68,60	1
8	2017	68,90	3	206,70	9
9	2018	69,56	5	347,80	25
10	2019	69,98	7	489,86	49
11	2020	69,95	9	629,55	81
12	2021	70,42	11	774,62	121
Jumlah (Σ)		813,86	0	165,02	572

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n=12} Y_i}{n} = \frac{813,86}{12} = 67,9$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n=12} X_i Y_i}{\sum_{i=1}^{n=12} X_i^2} = \frac{165,02}{572} = 0,29$$

Jadi estimasi model adalah $Y = 67,8 + 0,29X$ (rounded), adapun interpretasi dari angka tersebut adalah apabila data tahun ke- X bernilai nol, maka nilai peramalan Y bernilai 67,8, sedangkan apabila data tahun ke- X meningkat sebesar 1, maka nilai persamaan Y akan meningkat sebesar 0,29.

3.2 Peramalan Trend Analysis Dengan Metode Trend Kuadratik

Untuk menentukan persamaan *trend* menggunakan metode *trend* kuadratik $Y = a + bX + cX^2$, maka estimasi model tersebut dilakukan dengan perhitungan data **Tabel 3**.

Tabel 3. Perhitungan *Trend* Metode Kuadratik

<i>N</i>	Tahun	Y_i	X_i	$X_i Y_i$	X_i^2	$X_i^2 Y_i$	X_i^4
1	2010	64,18	-11	-705,98	121	7765,78	14641
2	2011	64,73	-9	-582,57	81	5243,13	6561
3	2012	65,72	-7	-460,04	49	3220,28	2401
4	2013	66,80	-5	-334,00	25	1670,00	625
5	2014	67,25	-3	-201,75	9	605,25	81
6	2015	67,77	-1	-67,77	1	67,77	1
7	2016	68,60	1	68,60	1	68,60	1
8	2017	68,90	3	206,70	9	620,10	81
9	2018	69,56	5	347,80	25	1739,00	625
10	2019	69,98	7	489,86	49	3429,02	2401
11	2020	69,95	9	629,55	81	5665,95	6561
12	2021	70,42	11	774,62	121	8520,82	14641
Jumlah (Σ)		813,86	0	165,02	572	38615,70	48620

Mengacu data pada **Tabel 3**, maka estimasi nilai a , b , dan c menggunakan metode *trend* kuadratik adalah.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n=12} Y_i - c \sum_{i=1}^{n=12} X_i}{n} = \frac{813,86 - (-0,0083)(572)}{12} = 68,2$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n=12} X_i Y_i}{\sum_{i=1}^{n=12} X_i^2} = \frac{165,02}{572} = 0,29$$

$$c = \frac{\sum_{i=1}^{n=12} X_i^2 \sum_{i=1}^{n=12} Y_i - n \sum_{i=1}^{n=12} X_i Y_i}{(\sum_{i=1}^{n=12} X_i^2)^2 - n \sum_{i=1}^{n=12} X_i^4} = \frac{(572)(813,86) - 12(38615,7)}{(572)^2 - 12(48620)} = 0,008.$$

Sehingga, estimasi modelnya adalah $Y = 68,2 + 0,29X - 0,008X^2$, yang artinya apabila data tahun ke- X bernilai nol, maka nilai peramalan Y bernilai 68,2, dan apabila data tahun ke- X meningkat sebesar 1, maka nilai persamaan Y akan meningkat sebesar 0,29, serta apabila data tahun ke- X meningkat sebesar 1, maka nilai persamaan Y akan menurun sebesar 0,008.

3.3 Peramalan Trend Analysis Dengan Metode Exponential Trend

Persamaan trend pada metode trend eksponensial adalah $Y = ab^x$. Model tersebut dapat dicari dari data **Tabel 4**.

Tabel 4. Perhitungan Metode *Trend* Eksponensial

<i>N</i>	Tahun	Y_i	X_i	X_i^2	$\log Y_i$	$X_i \log Y_i$
1	2010	64,18	-11	121	1,8074	-19,8814
2	2011	64,73	-9	81	1,8111	-16,3000
3	2012	65,72	-7	49	1,8177	-12,7239
4	2013	66,80	-5	25	1,8248	-9,1239
5	2014	67,25	-3	9	1,8277	-5,4831
6	2015	67,77	-1	1	1,8310	-1,8310
7	2016	68,60	1	1	1,8363	1,8363
8	2017	68,90	3	9	1,8382	5,5147
9	2018	69,56	5	25	1,8424	9,2118
10	2019	69,98	7	49	1,8450	12,9148
11	2020	69,95	9	81	1,8448	16,6031
12	2021	70,42	11	121	1,8477	20,3247
Jumlah (Σ)		813,86	0	572	21,9741	1,0621

Berdasarkan data **Tabel 4**, maka nilai estimasi a dan b metode *trend* eksponensial adalah

$$\log(a) = \frac{\sum_{i=1}^{n=12} \log(Y_i)}{n} = \frac{21,9741}{12} = 1,8 \Rightarrow a = 67,8$$

$$\log(b) = \frac{\sum_{i=1}^{n=12} \log(Y_i)}{\sum_{i=1}^{n=12} X_i^2} = \frac{1,0621}{572} = 0,0019 \Rightarrow b = 1,004$$

Jadi model *trend* eksponensial adalah $Y = 67,8 (1,004)^x$. Interpretasi model adalah bahwa nilai konstanta a apabila data tahun ke- X bernilai nol, maka nilai peramalan Y bernilai 67,8, dan .apabila data tahun ke- X mengalami peningkatan, maka nilai persamaan Y akan mengalami peningkatan secara exponential pula.

3.4 Ketepatan Metode Peramalan

Setelah nelakukan peramalan *trend analysis* menggunakan metode kuadrat terkecil, *trend* kuadratik, dan *trend* eksponensial maka dilakukan uji model melalui pendekatan nilai MAPE untuk ketiga model tersebut, yaitu disajikan dalam **Tabel 5, 6**, dan **7**.

Tabel 5. Perhitungan Nilai MAPE *Trend* Kuadrat Terkecil

<i>n</i>	<i>X</i>	<i>X_i</i> (IPM)	<i>F_i</i> (Data Hasil Peramalan)	<i>X_i - F_i</i>	$\left \frac{X_i - F_i}{F_i} \right $
1	-11	64,18	64,6482	-0,4682	0,0073
2	-9	64,73	65,2252	-0,4952	0,0077
3	-7	65,72	65,8022	-0,0822	0,0013
4	-5	66,80	66,3792	0,4208	0,0063
5	-3	67,25	66,9562	0,2938	0,0044
6	-1	67,77	67,5332	0,2368	0,0035
7	1	68,60	68,1102	0,4898	0,0071
8	3	68,90	68,6872	0,2128	0,0031
9	5	69,56	69,2642	0,2958	0,0043
10	7	69,98	69,8412	0,1388	0,0020
11	9	69,95	70,4182	-0,4682	0,0067
12	11	70,42	70,9952	-0,5752	0,0082
		813,86	813,8604	-0,0004	0,0617

Hasil perhitungan nilai MAPE berdasarkan **Tabel 5** adalah

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \cdot 100\% = \frac{0,0617}{12} \cdot 100\% = 0,51\%$$

Tabel 6. Perhitungan Nilai MAPE *Trend* Kuadratik

<i>n</i>	<i>X</i>	<i>X_i</i> (IPM)	<i>F_i</i> (Data Hasil Peramalan)	<i>X_i - F_i</i>	$\left \frac{X_i - F_i}{F_i} \right $
1	-11	64,18	64,0395	0,1405	0,0022
2	-9	64,73	64,9485	-0,2185	0,0034
3	-7	65,72	65,7911	-0,0711	0,0011
4	-5	66,8	66,5673	0,2327	0,0035
5	-3	67,25	67,2771	-0,0271	0,0004
6	-1	67,77	67,9205	-0,1505	0,0022
7	1	68,6	68,4975	0,1025	0,0015
8	3	68,9	69,0081	-0,1081	0,0016
9	5	69,56	69,4523	0,1077	0,0015
10	7	69,98	69,8301	0,1499	0,0021
11	9	69,95	70,1415	-0,1915	0,0027
12	11	70,42	70,3865	0,0335	0,0005
		813,86	813,8600	0,0000	0,0227

Selanjutnya nilai MAPE berdasarkan **Tabel 6** disajikan sebagai berikut

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \cdot 100\% = \frac{0,0227}{12} \cdot 100\% = 0,19\%$$

Tabel 7. Perhitungan Nilai MAPE *Trend* Eksponensial

<i>n</i>	<i>X</i>	<i>X_i</i> (IPM)	<i>F_i</i> (Data Hasil Peramalan)	<i>X_i - F_i</i>	$\left \frac{X_i - F_i}{F_i} \right $
1	-11	64,18	64,5991	-0,4191	0,0065
2	-9	64,73	65,1688	-0,4388	0,0068
3	-7	65,72	65,7436	-0,0236	0,0004
4	-5	66,8	66,3234	0,4766	0,0071
5	-3	67,25	66,9083	0,3417	0,0051
6	-1	67,77	67,4984	0,2716	0,0040
7	1	68,6	68,0937	0,5063	0,0074
8	3	68,9	68,6942	0,2058	0,0030
9	5	69,56	69,3001	0,2599	0,0037
10	7	69,98	69,9113	0,0687	0,0010
11	9	69,95	70,5278	-0,5778	0,0083
12	11	70,42	71,1498	-0,7298	0,0104
		813,86	813,9186	-0,0586	0,0636

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \cdot 100\% = \frac{0,0636}{12} \cdot 100\% = 0,53\%$$

Dari ketiga metode *trend analysis* tersebut didapat nilai MAPE sebagaimana pada **Tabel 8**. Selanjutnya model terbaik dipilih berdasarkan nilai kesalahan terkecil dari MAPE **Tabel 8**.

Tabel 8. Perbandingan Nilai MAPE

Model	MAPE	Ranking
Kuadrat Terkecil	0,51%	2
<i>Trend</i> Kuadratik	0,19%	1
<i>Trend</i> Eksponensial	0,53%	3

Mengacu pada **Tabel 8**, terlihat secara jelas bahwa model peramalan *trend analysis* yang memiliki nilai MAPE terkecil adalah model *trend* kuadratik, dengan nilai MAPE sebesar 0,19%, sehingga model ini dipilih sebagai model terbaik. Detail tentang perbandingan model dan analisis metode peramalan dapat ditemukan dalam [17].

3.5 Hasil Peramalan Indeks Pembangunan Manusia

Hasil riset ini mengacu pada model terpilih, yaitu *trend* kuadratik, dan oleh karena itu selanjutnya hasil peramalan IPM Kabupaten Cilacap disajikan pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Hasil Peramalan Model *Trend* Kuadrat

Tahun	X	Peramalan	Aktual	Error
2022	13	70,5651	70,99	0,60%
2023	15	70,6773	0	0
2024	17	70,7231	0	0
2025	19	70,7025	0	0

Dari **Tabel 9** diperoleh hasil peramalan IPM di Kabupaten Cilacap menggunakan model *trend* kuadrat menunjukkan nilai pada tahun 2022 sebesar 70,5651; tahun 2023 sebesar 70,6773; tahun 2024 sebesar 70,7231; dan tahun 2025 sebesar 70,7025.

4 Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini membahas peramalan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Cilacap dengan menggunakan tiga model metode *trend analysis*, yaitu *trend* kuadrat terkecil, *trend* kuadrat, dan *trend* eksponensial untuk periode tahun 2022-2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model persamaan *trend* kuadrat menghasilkan nilai *mean absolute percentage error* (MAPE) dan nilai *error* peramalan yang lebih kecil dibandingkan dengan dua model lainnya. Persamaan model *trend* kuadrat adalah $Y = 68,2 + 0,29 X - 0,008X^2$. Pemilihan model ini didasarkan pada nilai MAPE terkecil dari ketiga metode, yaitu nilai terkecil adalah 0,19%, dan nilai *error* peramalannya jugamerupakan yang terkecil, pada tahun 2022 sebesar 0,60%, dari data aktual, sehingga model *trend* kuadrat dianggap lebih unggul dibandingkan dua model lainnya. Hasil peramalan IPM untuk Kabupaten Cilacap dari tahun 2022 hingga tahun 2025 secara berturut-turut menggunakan metode *trend* kuadrat adalah 70,5651, 70,6773, 70,7231, dan 70,7025. Semua hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat IPM Kabupaten Cilacap berada dalam kategori yang tinggi.

Ucapan Terimakasih Penghormatan

Terima kasih kami sampaikan ke LPPM Unsoed yang telah memfasilitasi riset ini.

Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik Kabupaten Asahan (2021). *Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Asahan*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Asahan.

- [2] Sagar, A. D., dan Najam, A. (1998). The Human Development Index: A Critical Review. *Ecological Economic*, 249-264.
- [3] Setiawan, M. B., dan Hakim, A. (2008). Indeks Pembangunan Manusia Indonesia. *Jurnal Ekonomia*, 9(1), 18-26.
- [4] Yulfida, T. (2012). *Analisis Trend Pendapatan PT. Angkasa Pura 1 (PERSERO) Bandar Udara International Adi Soemarno Surakarta*. (Skripsi, Fakultas Ekonomi, Universitas Sebelas Maret: Surakarta).
- [5] Fahmi, I. (2012). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Bandung: Alfabeta.
- [6] Maryati. (2010). *Statistika Ekonomi dan Bisnis. Edisi Revisi*. Cetakan Kedua. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
- [7] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., and McGee, V. E. (2003). *Metode dan Aplikasi Peramalan* (Jilid 1 ed.). Jakarta: Binarupa Aksara.
- [8] Suharyadi dan Purwanto. (2007). *Statistika untuk Ekonomi dan Keuangan Modern Edisi 2*. Jakarta: Salemba Empat.
- [9] Saputro, A., dan Purwanggono, B. (2016). Peramalan Produksi Semen Dengan Metode Exponential Smoothing pada PT. Semen Indonesia. *Industrial Engineering Online Journal*, 5(4). 4.
- [10] Fahmi, A. K., dan Muslim, M. A., (2017). *Peramalan Nilai Inflasi Kesehatan di Kabupaten Semarang dengan Metode Kuadratik*. FMIPA Matematika. Universitas Negeri Semarang.
- [11] Siagian, Y. (2018). Implementasi Metode Least Square untuk Peramalan Pertumbuhan Penduduk pada Kabupaten Asahan. *System Informasi. STMIK ROYAL*. 275-380.
- [12] Pahala, F. (2019). Prediksi Lalu-lintas Penumpang Bandar Udara Soekarno-Hatta dengan Teknik Time Series Trend Forecasting. *Jurnal Penelitian*, 4(3), 1-10.
- [13] Purba, A. (2015). Perancangan Aplikasi Peramalan Jumlah Calon Mahasiswa Baru yang Mendaftar Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing (Studi Kasus: Fakultas Agama Islam UISU). *Jurnal RisetKomputer (JURIKOM)*, 2, 8-12.
- [14] Rachman, R. (2018). Penerapan Metode Moving Average dan Exponensial Smoothing pada Peramalan Prouksi Industri Garment. *Jurnal Informatika*, 5, 211-220.

- [15] Billah, B., King, M. L., Snyder, R. D., and Koehler, A. B. (2006). Exponential Smoothing Model Selection for Forecasting. *International journal of forecasting*, 22(2), 239-247.
- [16] Farida, Y., Sulistiani, D. A., dan Ulinuha, N. (2021). *Peramalan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Brown*. Teorema: Teori dan Riset Matematika.
- [17] Robial, S. M. (2018). Perbandingan Model Statistik pada Analisis Metode Peramalan Time Series (Studi Kasus: PT. Telekomunikasi Indonesia, TBK Kandatel Sukabumi). *Jurnal Ilmiah SANTIKA*, 8.