

**PERBANDINGAN METODE *DOUBLE MOVING AVERAGE* DAN
DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA PERAMALAN
JUMLAH PENDUDUK PROVINSI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Matematika



Oleh: **Ita Kartika Sari**

NIM: 1708046020

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ita Kartika Sari

NIM : 1708046020

Program Studi : Matematika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PERBANDINGAN METODE *DOUBLE MOVING AVERAGE* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* PADA PERAMALAN JUMLAH PENDUDUK JAWA TENGAH

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 21 Juni 2021

Pembuat Pernyataan



Ita Kartika Sari
NIM: 1708046020

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan, Semarang 50185
Telp. 024-7601295, Fax. 024-7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Perbandingan Metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* Pada Peramalan Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah**

Penulis : Ita Kartika Sari
NIM : 1708046020
Jurusan : Matematika

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Matematika.

Semarang, 28 Juni 2021

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Minhayati Shaleh, M.Sc
NIP.19760426 200604 2 001

Sekretaris Sidang,

Siti Maslihah, M.Si
NIP. 19770611 01101 2004

Penguji Utama I,

Emy Siswanah, M.Sc
NIP. 19870202 201101 2 014



Penguji Utama II,

Budi Cahyono, S.Pd, M.Si
NIP. 19801215 200912 1003

Pembimbing I,

Minhayati Shaleh, M.Sc
NIP.19760426 200604 2 001

Pembimbing II,

Ariska Kurnia Rachmawati, M.Sc
NIP. 19890811 201903 2 019

NOTA DINAS

NOTA DINAS

Semarang, 21 Juni 2021

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo

Di Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Perbandingan Metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* dalam Peramalan Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah

Nama : **Ita Kartika Sari**

NIM : 1708046020

Program studi : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu 'alaikum wr. wb

Pembimbing I



Minhayati Saleh, M.Sc

NIP.19760426 200604 2 001

NOTA DINAS

NOTA DINAS

Semarang, 23 Juni 2021

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo
Di Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Perbandingan Metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* dalam Peramalan Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah

Nama : **Ita Kartika Sari**

NIM : 1708046020

Program studi : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat di ajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu 'alaikum wr. wb

Pembimbing II



Ariska Kurnia Rachmawati, M.Sc

NIP. 19890811 201903 2 019

ABSTRAK

Judul : Perbandingan Metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* Pada Peramalan Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah

Penulis : Ita Kartika Sari

NIM : 1708046020

Peramalan yaitu suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan ketidakpastian masa depan sebagai bentuk upaya untuk mengambil suatu keputusan yang lebih baik. Pemernitah berupaya menekan laju pertumbuhan penduduk dengan membuat-mebuat kebijakan terkait, salah satunya yaitu program keluarga berencana (KB). Tujuan dari peramalan ini adalah untuk mengetahui metode terbaik serta persamaan model dalam peramalan jumlah penduduk.

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari BPS Provinsi Jawa Tengah. Data tahunan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2011-2020 akan dianalisis dalam penelitian ini. Langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu merumuskan masalah, pengumpulan data, analisis data, serta

penarikan kesimpulan. Teknik perhitungan hasil penelitian ini menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*.

Hasil dari penelitian ini dihasilkan parameter terbaik dari masing-masing metode. Metode *Double Moving Average* dengan parameter rata-rata waktu 2 periode dan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter $\alpha = 0,9$. Uji keakuratan dari *Double Moving Average* 2 periode menunjukkan nilai MAPE 0,03% sedangkan *Double Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,9$ menunjukkan nilai MAPE 0,1%. Model peramalan terbaik dalam kegiatan peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah yaitu metode *Double Moving Average* 2 periode.

Kata kunci: peramalan, jumlah penduduk, *Double Moving Average (DMA)*, *Double Exponential Smoothing (DES)*

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Transliterasi Arab-Latin yang digunakan dalam skripsi ini berpedoman pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor: 158 Tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987 yang secara garis besar diuraikan sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak Dilambangkan	Tidak Dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Ša	Š	Es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ĥa	Ĥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Ž	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet

س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan Ye
ص	Ṣad	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍad	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ṭa	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	Ẓa	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	Ain	'	Apostrof terbalik
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qof	Q	Qi
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We
ه	Ha	Ĥ	Ha (dengan titik di atas)
ء	Hamzah	-'	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan rahmat serta karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* Pada Peramalan Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan keharibaan nabi agung Muhammad SAW yang telah menuntun umatnya dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang.

Tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana bagi mahasiswa program S-1 di program studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak terutama orang tua serta segenap saudara penulis dan tak lupa pengasuh Pondok PPTQ Al-Hikmah Tugurejo yang telah memberikan bantuan baik

langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, dan juga kepada yang saya hormati:

1. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
2. Ibu Emy Siswanah, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Matematika UIN Walisongo Semarang.
3. Bapak Aunur Rohman, M.Pd., selaku sekretaris jurusan Matematika Fakultas UIN Semarang.
4. Ibu Minhayati Shaleh, M.Sc., selaku pembimbing I yang senantiasa memberikan dorongan, saran serta masukan dalam proses penyelesaian skripsi.
5. Ibu Ariska Kurnia Rachmawati, M.Sc., selaku pembimbing II yang senantiasa memberikan dorongan, saran serta masukan dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Ibu Aini Fitriyah, M.Sc., selaku wali dosen yang telah senantiasa memberikan arahan serta dorongan kepada penulis.
7. Bapak dan ibu dosen pengampu mata kuliah selama penulis menempuh pendidikan di UIN Walisongo Semarang.
8. Teman-teman terdekat penulis yang tidak dapat disebutkan keseluruhan yang senantiasa memberikan dukungan dari jauh kepada penulis.
9. Teman-teman Angkatan 2017 yang senantiasa menemani penulis dalam proses pembelajaran berlangsung.

10. Teman-teman PPTQ Al-Hikmah Tugurejo Tugu Semarang yang senantiasa memberikan dukungan serta dorongan kepada penulis.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 21 Juni 2021

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ita Kartika Sari', written in a cursive style.

Ita Kartika Sari

NIM. 1708046020

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Katategori nilai MAPE	17
Tabel 4.1	Data Jumlah Penduduk Jawa Tengah Tahun 2011-2020	29
Tabel 4.2	Peramalan Metode DMA parameter 2 periode	31
Tabel 4.3	Peramalan Metode DMA parameter 3 periode	33
Tabel 4.4	Peramalan Metode DMA parameter 4 periode	34
Tabel 4.5	Hasil perhitungan MAPE metode DMA	36
Tabel 4.6	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,1	37
Tabel 4.7	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,2	39
Tabel 4.8	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,3	40

Tabel 4.9	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,4	42
Tabel 4.10	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,5	43
Tabel 4.11	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,6	45
Tabel 4.12	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,7	46
Tabel 4.13	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,8	47
Tabel 4.14	Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES Parameter α 0,9	49
Tabel 4.15	hasil peramalan DES jumlah penduduk Jawa Tengah 2021	50
Tabel 4.16	Hasil perhitungan nilai MAPE metode DES	51
Tabel 4.17	Hasil Analisis Tingkat Kesalahan Peramalan Metode DMA	55

Tabel 4.18	Hasil Analisis Tingkat Kesalahan Peramalan Metode DMA	55
-------------------	--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Grafik jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah tahun 2011-2020	4
Gambar 2.1	Kerangka berpikir penelitian	23
Gambar 4.1	Pola Data Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah	30
Gambar 4.2	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DMA 2 Periode	54
Gambar 4.3	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DMA 3 Periode	55
Gambar 4.4	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DMA 4 Periode	55
Gambar 4.5	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,1$ dan $\alpha=0,2$	56

Gambar 4.6	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,3$ dan $\alpha=0,4$	57
Gambar 4.7	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,5$	57
Gambar 4.8	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,6$	58
Gambar 4.9	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,7$	58
Gambar 4.10	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,8$	59
Gambar 4.11	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,9$	59
Gambar 4.12	Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DMA 2 Periode dan DES $\alpha=0,9$	60

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
NOTA DINAS	v
ABSTRAK	vi
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Rumusan Masalah	7
D. Pembatasan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian	8
BAB II	10
LANDASAN PUSTAKA.....	10
A. Kajian Teori.....	10
B. Kajian Penelitian yang Relevan	21

C. Kerangka Berpikir	23
D. Pertanyaan Penelitian	24
BAB III	25
METODE PENELITIAN.....	25
A. Jenis Penelitian.....	25
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
C. Populasi dan Sampel Penelitian	26
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	26
E. Teknik Analisis Data.....	27
BAB IV	29
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
G. Deskripsi Hasil Penelitian	29
H. Pembahasan	53
I. Keterbatasan Penelitian	64
BAB V	65
SIMPULAN DAN SARAN	65
A. Simpulan.....	65
B. Implikasi	66
C. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
RIWAYAT HIDUP	70

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Peramalan yaitu suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan ketidakpastian masa depan sebagai bentuk upaya untuk mengambil suatu keputusan yang lebih baik. Berkembangnya teknik peramalan yang lebih modern dan seiring dengan kemajuan *software* komputer, membuat teknik peramalan juga semakin banyak dan berkembang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan (Makridakis, 1993). Firdaus (2006) menyatakan bahwa metode pemulusan (*smoothing*) diklasifikasikan menjadi dua yaitu metode pemulusan rata-rata (*average*) dan metode pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*). Metode pemulusan rata-rata (*average*) yaitu suatu teknik pemulusan berdasarkan rata-rata suatu data deret waktu. Sedangkan pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*) adalah suatu teknik peramalan yang menunjukkan pembobotan secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih

lama. Dalam metode pemulusan eksponensial ganda dari Brown ini dilakukan proses pemulusan dua kali. Metode pemulusan eksponensial ganda dari Brown dapat digunakan untuk meramalkan data yang memiliki pola data *trend* (Makridakis, Wheelwright dan McGee, 1999).

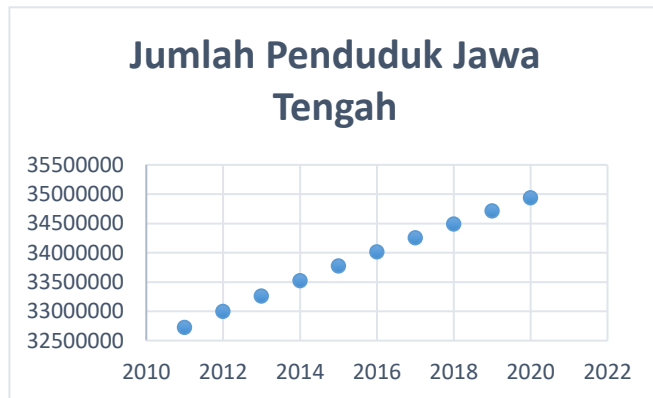
Metode yang digunakan dalam peramalan sangat beragam namun harus disesuaikan dengan pola data yang akan digunakan. umumnya, ada tiga jenis metode untuk mengetahui tingkat kesalahan peramalan yaitu MAD (*Mean Absolute Deviation*) merupakan perhitungan rata-rata selisih mutlak, MSE (*Mean Square Error*) merupakan perhitungan rata-rata selisih berpangkat dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan rata-rata persentase selisih mutlak (Sukerti, 2015).

Data memiliki peranan penting dalam proses peramalan. Salah satu contoh data yang digunakan untuk peramalan serta pengambilan keputusan yaitu jumlah penduduk di suatu wilayah. Jumlah penduduk merupakan seluruh penduduk yang menempati wilayah tertentu dalam waktu paling sedikit enam bulan secara sengaja untuk menetap di wilayah

tersebut baik secara *de facto* maupun *de jure*. Menurut UU RI No. 23 Tahun 2006 pasal 1 ayat 2 menunjukkan bahwa penduduk merupakan warga negara Indonesia dan orang asing yang bertempat tinggal di Indonesia. Jumlah penduduk pada wilayah tertentu tidak dapat diketahui dengan mudah. Secara umum di Indonesia, untuk mengetahui jumlah penduduk di wilayah tertentu dilakukan beberapa pendekatan (Bogue, 1963). Terdapat tiga jenis pendekatan diantaranya sensus penduduk, registrasi penduduk, dan survey khusus penduduk (Mantra, 2003).

Jumlah penduduk sifatnya dinamis, tidak pernah tidak berubah, tidak pernah tetap, tetapi selalu bertambah atau berkurang. Pertumbuhan penduduk pada daerah tertentu akan berpengaruh pada struktur penduduk diantaranya kemiskinan, Pendidikan, kesehatan dan yang lainnya. Jumlah penduduk yang meningkat dapat berdampak pada meningkatnya jumlah potensi penduduk namun juga akan menambah beban dalam pembangunan wilayah dikarenakan luas wilayah tidak akan bertambah sehingga kepadatan penduduk akan meningkat. Dampaknya akan timbul berbagai masalah yang berhubungan dengan kebutuhan

penduduk, jika pertumbuhan penduduk tidak diimbangi dengan peningkatan kualitas penduduk. Contohnya, lapangan pekerjaan yang semakin terbatas dan kesejahteraan sosial (Hardati, 2013).



Gambar 1.1 Grafik jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah tahun 2011-2020

Data jumlah penduduk diperoleh berdasarkan data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik provinsi Jawa Tengah, melalui sensus penduduk, registrasi penduduk atau survei khusus penduduk. Penduduk Provinsi Jawa Tengah berdasarkan Badan Pusat Statistik tahun 2019 berjumlah 34.490.840 kemudian pada tahun 2020 jumlah penduduk menjadi 34.718.204 jiwa dengan kepadatan 1.058,46 jiwa/km².

Jumlah penduduk Jawa Tengah mengalami trend positif dan linier dikarenakan mengalami kenaikan jumlah penduduk dalam waktu yang panjang. Dengan model peramalan diharapkan tidak terjadi peledakan jumlah penduduk serta pemerintah provinsi dapat membuat kebijakan-kebijakan yang sesuai dengan hasil peramalan. Dalam mengatasi hal ini ada beberapa pendekatan metode peramalan yaitu *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Auli (2015) mengatakan bahwa *Double Exponential Smoothing* lebih baik daripada *Double Moving Average* dengan nilai MSE 18,53% dan 14,95% pada peramalan migrasi masuk Kota Surabaya tahun 2015.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah berdasarkan jumlah penduduk 10 tahun sebelumnya. Dalam peramalan jumlah penduduk, penulis mengimplementasikan metode *Double Moving Average* dan metode *Double Exponential Smoothing* untuk membandingkan kedua metode tersebut. Perbandingan dilakukan dengan melihat MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang dihasilkan dari

masing-masing metode, sehingga dapat diketahui metode yang lebih baik digunakan untuk peramalan jumlah penduduk provinsi Jawa Tengah pada penelitian ini.

B. Identifikasi Masalah

Dari beberapa uraian yang telah dikemukakan pada latar belakang, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Untuk mencegah terjadinya peledakan penduduk maka perlu dilakukan peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah.
2. Berdasarkan pola data jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2011-2020, maka akan dilakukan peramalan menggunakan metode *Double Moving Average* dan metode *Double Exponential Smoothing*.
3. Diperlukan metode terbaik yaitu metode dengan tingkat kesalahan terkecil untuk melakukan peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan yaitu:

1. Bagaimana penerapan metode *Double Moving Average* dalam meramalkan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah?
2. Bagaimana penerapan metode *Double Exponential Smoothing* dalam meramalkan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah?
3. Bagaimana perbandingan nilai MAPE metode *Double Moving Average* dan metode *Double Exponential Smoothing* dalam peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah?

D. Pembatasan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan maka batasan masalah yaitu data yang digunakan dalam proses peramalan adalah data jumlah penduduk provinsi Jawa Tengah pada tahun 2011-2020.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pada metode *Double Moving Average* menggunakan rata-rata waktu 2 periode, 3 periode dan 4 periode sedangkan metode *Double Exponential Smoothing* menggunakan parameter $\alpha = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui persamaan metode *Double Moving Average* dalam meramalkan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah.
2. Untuk mengetahui persamaan metode *Double Exponential Smoothing* dalam meramalkan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah.
3. Untuk mengetahui nilai MAPE metode *Double Moving Average* dan metode *Double Exponential Smoothing* dalam peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah.

F. Manfaat Penelitian

a. Bagi Mahasiswa

Hasil penelitian ini diharapkan menambah pengetahuan mengenai metode

Double Moving Average dan metode *Double Exponential Smoothing*.

b. Bagi Peneliti Selanjutnya

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya, terutama yang berkaitan dengan metode *Double Moving Average* dan metode *Double Exponential Smoothing*.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Peramalan

Peramalan secara Bahasa berdasarkan KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) yaitu dari kata ramal yang berarti pasir, pasir yang digunakan untuk mengetahui apa yang akan terjadi dengan membaca kitab. Peramalan (*forecasting*) merupakan metode untuk memprediksi peristiwa yang akan terjadi agar dapat dilakukan tindakan yang tepat.

Subagyo (1986) mengatakan bahwa peramalan dilakukan selalu diusahakan agar dapat:

- a. Meminimumkan pengaruh ketidakpastian terhadap perusahaan atau instansi.
- b. Memiliki hasil peramalan yang dapat meminimumkan nilai kesalahan peramalan yang biasanya diukur menggunakan *Mean*

Squared Error (MSE), Mean Absolute Error (MAE), dan sebagainya.

Metode peramalan dibedakan menjadi dua kategori yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif. Metode kuantitatif dapat dibagi ke dalam deret berkala dan metode kausal, sedangkan metode kualitatif dapat dibagi menjadi metode eksploratoris dan normatif. Metode kuantitatif dapat diaplikasikan jika keadaan memenuhi syarat berikut:

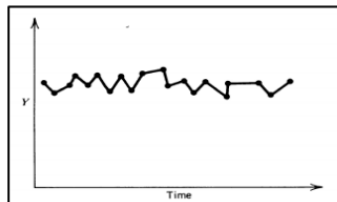
- a. Tersedianya informasi/data masa lalu.
- b. Informasi tersebut dapat diubah dalam bentuk data numerik.
- c. Dapat diasumsikan bahwa beberapa pola data masa lalu dapat berulang dan akan terus berlanjut pada masa berikutnya (Makridakis, dkk, 1999).

Metode kuantitatif yang biasa digunakan yaitu metode deret waktu (*time series*). *Time series* merupakan data yang disusun dari waktu ke waktu secara berurutan (Hasan, M. Iqbal, 2001).

Dalam melakukan peramalan, langkah penting yang harus dilakukan adalah menentukan pola data yang akan diramalkan, sehingga dapat ditemukan metode yang tepat sesuai dengan pola data. Berikut merupakan macam-macam pola data *time series* menurut Eddy Herjanto (2007).

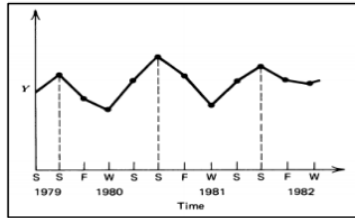
a. Pola data horizontal

Pola data horizontal merupakan pola data terjadi bila nilai berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan.



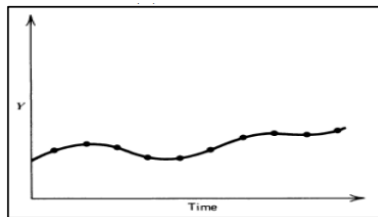
b. Pola data musiman

Pola data musiman merupakan pola data yang terjadi jika terdapat perubahan berulang-ulang secara periodik.



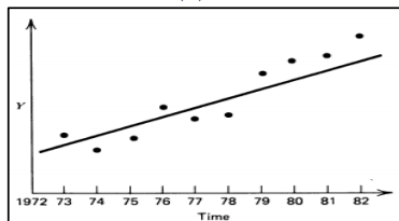
c. Pola data siklus

Pola data siklus adalah pola data yang terjadi apabila terdapat gerakan naik turun dalam jangka panjang akibat pengaruh fluktuasi ekonomi.



d. Pola data *trend*

Pola data *trend* adalah pola data yang menunjukkan adanya kenaikan atau penurunan dalam jangka panjang.



2. *Double Moving Average*

Moving average merupakan metode yang paling sering digunakan dan paling standar. *Moving average* adalah suatu metode peramalan umum dan mudah untuk menggunakan alat-alat yang tersedia untuk analisis tekniks. *Moving average* menyediakan metode sederhana untuk pemulusan data masa lalu.

Double moving average merupakan metode pengembangan dari metode *moving average*. Perbedaannya yaitu pada metode *double moving average* lebih mempertimbangkan adanya unsur pola *trend* serta menggunkan perhitungan *single moving average* sebanyak dua kali sehingga disebut metode *double moving average* (Azizah, 2015). Adapun langkah-langkah proses peramalan menggunakan metode *double moving average* adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan nilai *single moving average*

$$S' = \frac{x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-k-1}}{k} \quad (1)$$

- b. Menentukan nilai *double moving average*

$$S'' = \frac{S_t + S_{t-1} + S_{t-2} + \dots + S_{t-k-1}}{k} \quad (2)$$

- c. Menentukan nilai konstanta

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (3)$$

d. Menentukan nilai koefisien *trend*

$$b_t = \frac{2}{k-1} (S'_t - S''_t) \quad (4)$$

e. Menentukan besar nilai peramalan

$$f_{t+m} = a_t + b_t m \quad (5)$$

Keterangan:

x_t : nilai sebenarnya pada periode t

S' : *single moving average*

S'' : *double moving average*

a_t : konstanta

b_t : koefisien *trend*

f_{t+m} : peramalan

k : orde waktu

3. *Double Exponential Smoothing*

Metode *double exponential smoothing* merupakan metode peramalan yang dikenalkan oleh C. C. Holt pada sekitar tahun 1958 (Hudiyanti dkk, 2019). Dalam metode ini dilakukan proses peramalan terus menerus secara menurun dengan menggunakan data baru, dan diperlukan adanya penggunaan sebuah parameter α dengan rentang nilai 0 sampai 1. metode ini melakukan penghitungan pemulusan (*smoothing*) sebanyak

dua kali sehingga dinamakan *double exponential smoothing* (Nurkahfi dkk, 2016).

Metode *double exponential smoothing* dibedakan menjadi dua yaitu satu parameter (*Brown's linear method*) dan dua parameter (*Holt's method*). Pada penelitian ini akan digunakan satu parameter (*Brown's linear method*). Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam peramalan metode *double exponential smoothing* satu parameter dari Brown adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan nilai *single exponential smoothing*

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (6)$$

- b. Menentukan nilai *double exponential smoothing*

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (7)$$

- c. Menentukan nilai konstanta

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (8)$$

- d. Menentukan koefisien *trend*

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (9)$$

- e. Menentukan nilai peramalan

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (10)$$

Keterangan:

X_t : nilai sebenarnya pada periode t

S'_t : Nilai *single exponential smoothing*

S''_t : Nilai *double exponential smoothing*

a_t, b_t : konstanta pemulusan

α : parameter pemulusan yang besarnya
 $0 < \alpha < 1$

F_{t+m} : hasil peramalan ke- m

m : jumlah periode yang akan diramalkan

4. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE merupakan suatu tolak ukur kesalahan relatif dan menghasilkan persentase kesalahan hasil pada peramalan terhadap permintaan aktual pada masa periode tertentu yang kemudian menghasilkan nilai persentase kesalahan rendah atau tinggi (Sungkawa & Megasari, 2011). MAPE dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - f_t|}{X_t} \times 100 \quad (11)$$

Keterangan:

X_t : nilai sebenarnya pada periode t

f_t : nilai peramalan pada periode t

n : jumlah periode perhitungan

Tabel dibawah ini menunjukkan kategori nilai MAPE terhadap suatu metode. Sebuah metode

dapat dikatakan memiliki kinerja yang baik apabila memiliki nilai MAPE kurang dari 10%. Semakin kecil nilai MAPE yang dihasilkan maka akan semakin baik kinerja sebuah metode (Listiowarni dkk, 2020)

Tabel 2.1 Kategori nilai MAPE

Nilai MAPE	Kategori
< 10%	Sangat baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Cukup
>50%	Buruk

5. Penduduk

Menurut UU RI No. 23 Tahun 2006 pasal 1 ayat 2 menunjukkan bahwa penduduk merupakan warga negara Indonesia dan orang asing yang bertempat tinggal di Indonesia. Paling sedikit enam bulan secara sengaja untuk menetap di wilayah tersebut baik secara *de facto* maupun *de jure*. Jadi jumlah penduduk di suatu daerah adalah semua penduduk yang menempati daerah itu.

Secara umum di Indonesia, untuk mengetahui jumlah penduduk di wilayah tertentu dilakukan beberapa pendekatan. Terdapat tiga jenis

pendekatan diantaranya sensus penduduk, registrasi penduduk, dan survey khusus penduduk. Registrasi penduduk merupakan pencatatan penduduk yang bersifat dinamis yang meliputi lahir, mati, datang, pergi, nikah, talak, rujuk. Kedua, Sensus penduduk merupakan kegiatan yang dilakukan secara serentak pada seluruh wilayah negara dengan proses pelaporan seluruh data penduduk yang telah dilakukan analisis dan persiapan sebelumnya. Ketiga yaitu survai khusus, Survai khusus penduduk merupakan kegiatan nasional yang dilakukan oleh dinas atau institusi dengan tujuan khusus mencakup nasional (Mantra, 2003).

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi dengan jumlah penduduk yang besar sehingga menempati urutan ketiga sebagai provinsi dengan jumlah penduduk paling banyak di Indonesia. Jumlah penduduk yang semakin besar akan memberikan beberapa dampak permasalahan yaitu pengangguran dan kemiskinan.

Berdasarkan data BPS pada tahun 2015, Jawa Tengah memiliki jumlah penduduk sebesar 33.774.141 jiwa dimana setengahnya merupakan angkatan kerja. Pada tahun 2010, provinsi Jawa Tengah memiliki jumlah penganggur terbuka tertinggi kedua di Indonesia setelah Jawa Barat. Banyaknya jumlah pengangguran di Indonesia, sebesar 12,58% berada di provinsi Jawa Tengah (Priastiwi, Handayani, 2019).

Kemiskinan merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi oleh pemerintah seiring dengan terus bertambahnya jumlah penduduk dari waktu ke waktu. Wahyudi dan Rejekingsih (2013) mengatakan dalam jurnalnya bahwa Pulau Jawa memiliki persentase jumlah kemiskinan lebih dari 50% dimana beberapa tahun belakangan ini Jawa Tengah memiliki angka persentase tingkat kemiskinan absolutnya tertinggi. Tingkat kemiskinan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kesehatan, Pendidikan, pengeluaran pemerintah. Faktor-faktor tersebut berpengaruh negatif terhadap tingkat kemiskinan yang artinya semakin tinggi tingkat kesehatan, Pendidikan,

serta pengeluaran pemerintah maka tingkat kemiskinan menurun.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Dalam penelitian ini, peneliti menggali informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya dalam rangka mendapatkan teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan diantaranya sebagai berikut.

- a. Penelitian yang dilakukan oleh Puji Hardati pada tahun 2013 mengenai pertumbuhan penduduk dan struktur lapangan pekerjaan di Jawa Tengah. Hasil penelitian ini menunjukkan pertumbuhan jumlah penduduk Jawa Tengah selama lima dasawarsa terakhir mengalami penurunan yang cukup signifikan, namun tingkat angka pengangguran terbuka masih meningkat.
- b. Penelitian yang dilakukan oleh Cinthia Vairra Hudyanti, Fitra A. Bachtiar dan Budi Darma Setiawan pada tahun 2019 mengenai perbandingan *double moving average* dan *double exponential smoothing* untuk peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai. Hasil penelitian yaitu

Double Exponential Smoothing memiliki akurasi lebih baik dibandingkan *Double Moving Average* pada peramalan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara di Bandara Ngurah Rai.

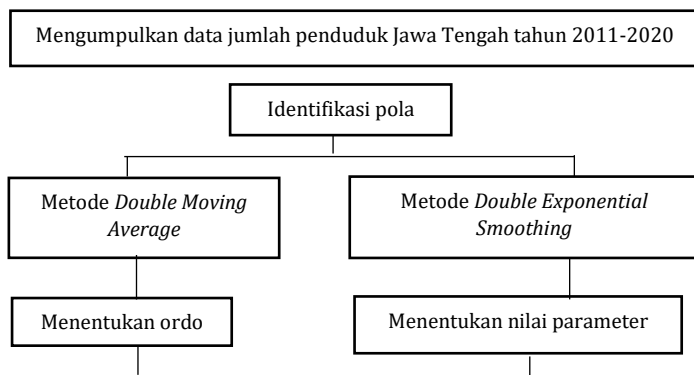
- c. Penelitian yang dilakukan oleh Reyham Nopriadi Gurianto, Ika Purnamasari dan Desi Yuniarti pada tahun 2016 mengenai peramalan jumlah penduduk kota samarinda dengan menggunakan metode pemulusan eksponensial ganda dan tripel dari brown. Hasil penelitian yaitu peramalan pada Kota Samarinda dengan metode pemulusan eksponensial ganda dari Brown menghasilkan nilai MAD dan MAPE lebih kecil daripada metode pemulusan eksponensial tripel dari Brown.
- d. Penelitian yang dilakukan oleh Hommy D. E. Sinaga, Novica Irawati pada tahun 2018 mengenai perbandingan *Double Moving Average* dengan *Double Exponential Smoothing* pada peramalan bahan medis habis pakai. Hasil penelitian yaitu bahwa Metode *Double Moving Average* memberikan hasil yang lebih akurat

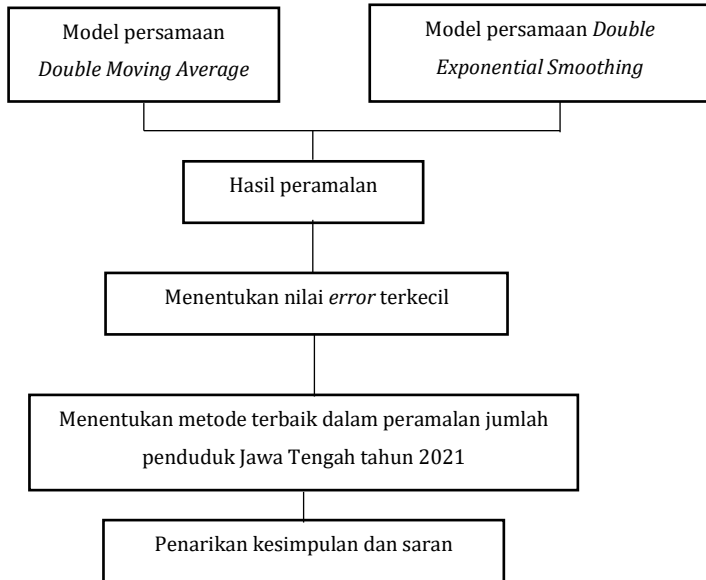
(MAPE = 0.353 dan RMSE = 95.8) dibandingkan dengan Metode *Double Exponential Smoothing*.

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi kajian pustaka, yakni membahas tentang penerapan metode *double moving average* dan metode *double exponential smoothing* serta analisis pertumbuhan penduduk Jawa Tengah. Perbedaan dalam penelitian ini adalah akan ditunjukkan perbandingan metode metode *double moving average* dan metode *double exponential smoothing* pada peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah.

C. Kerangka Berpikir

Proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat diilustrasikan menggunakan diagram alir sebagai berikut.





Gambar 2. 1 Kerangka berpikir penelitian

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimanakah penerapan metode *double moving average* dan metode *double exponential smoothing* dalam peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah?
2. Metode manakah yang lebih baik digunakan untuk meramalkan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah berdasarkan tingkat kesalahan yang lebih kecil?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif dengan pendekatan deksriptif. Pendekatan deskriptif kuantitatif yaitu suatu pendekatan yang menggambarkan suatu data yang sudah ada dan disusun kembali untuk dijelaskan dan dianalisis. Penelitian ini juga menggunakan pendekatan studi literatur yaitu mengumpulkan berbagai referensi yang mendukung sebagai acuan dalam menyelesaikan penelitian.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dilakukannya penelitian ini yaitu Instansi Badan Pusat Statistika yang terletak di Jl. Pahlawan No.6, Pleburan, Kec. Semarang Sel., Kota Semarang, Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2021.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi merupakan keseluruhan gejala yang ingin diteliti. Sementara itu, sampel adalah bagian populasi yang ingin diteliti. Populasi dalam penelitian yaitu jumlah penduduk Indonesia sepuluh tahun yang lalu yaitu pada tahun 2011-2020. Keseluruhan populasi dalam penelitian ini tidak akan diambil. Sehingga akan dilakukan pengambilan sampel terhadap populasi. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *random sampling* yaitu metode pengambilan sampel secara acak. Sampel dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2011-2020.

D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. data sekunder merupakan data yang tersedia sebelumnya yang dikumpulkan dari sumber-sumber tidak langsung atau tangan kedua misalnya dari sumber-sumber tertulis milik pemerintah atau perpustakaan. Pengambilan data dilakukan secara langsung pada Instansi terkait yaitu Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah.

E. Teknik Analisis Data

Langkah awal analisis data dalam penelitian ini yaitu melakukan identifikasi Pola Data. Pola data merupakan hal terpenting sebelum memilih metode peramalan karena ketepatan pemilihan metode peramalan sangat bergantung pada jenis pola data. Data yang telah diperoleh di plot dan di buat dalam bentuk grafik *time series*. Data pada penelitian ini di analisis menggunakan metode *double moving average* dan metode *double exponential smoothing*. Metode *double moving average* dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan ordo yang akan digunakan.
2. Menghitung nilai *single moving average* (rata-rata bergerak tunggal)
3. Menghitung nilai *double moving average* (rata-rata bergerak ganda)
4. Menentukan nilai konstanta a_t .
5. Menentukan nilai koefisien b_t .
6. Menghitung nilai hasil ramalan.
7. Menghitung nilai MAPE.

Analisis selanjutnya menggunakan metode *double exponential smoothing* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai parameter yang akan digunakan.
2. Menghitung nilai *single exponential smoothing* (pemulusan eksponensial tunggal)
3. Menghitung nilai *double exponential smoothing* (pemulusan eksponensial ganda)
4. Menentukan nilai konstanta a_t .
5. Menentukan nilai koefisien b_t .
6. Menghitung nilai hasil ramalan.
7. Menghitung nilai MAPE.

Setelah dilakukan analisis menggunakan dua metode yakni metode *double moving average* dan metode *double exponential smoothing* akan ditentukan metode terbaik untuk peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

G. Deskripsi Hasil Penelitian

Langkah awal dalam sistem peramalan dalam peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah yaitu menentukan pola data. Data peramalan dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

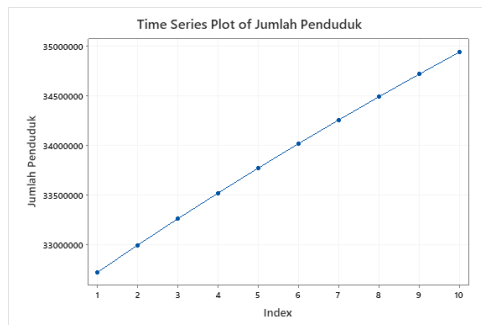
Tabel 4.1 Data Jumlah Penduduk Jawa Tengah Tahun 2011-2020

Tahun	Jumlah Penduduk
2011	32.725.378
2012	32.998.692
2013	33.264.339
2014	33.522.663
2015	33.774.141
2016	34.019.095
2017	34.257.865
2018	34.490.835
2019	34.718.204
2020	34.940.078

Sumber: BPS (2020)

Berdasarkan tabel 4.1 akan dibuat plot data sehingga akan diketahui jenis pola data tersebut. Jenis pola dari 10 data

tersebut adalah pola data *trend* yaitu data mengalami kenaikan dalam jangka waktu yang panjang. Metode yang digunakan dalam proses peramalan ini adalah metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Proses peramalan ini akan menghasilkan data peramalan jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah tahun 2021.



Gambar 4.1 Pola Data Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah tahun 2011-2020

1. Metode *Double Moving Average*

Pada metode *Double Moving Average* dilakukan penghitungan rata-rata bergerak sebanyak dua kali kemudian dilanjutkan dengan meramalkan menggunakan suatu persamaan tertentu. Langkah yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

a. Menghitung nilai *Single Moving Average*

$$S' = \frac{x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-k-1}}{k}$$

$$S' = \frac{32725378 + 32998692 + 33264339}{3}$$

$$S' = 32996136$$

b. Menghitung nilai *Double Moving Average*

$$S'' = \frac{S_t + S_{t-1} + S_{t-2} + \dots + S_{t-k-1}}{k}$$

$$S'' = \frac{32996136 + 33261898 + 33520381}{3}$$

$$S'' = 33259472$$

c. Menghitung nilai a_t

$$a_t = 2S'_t - S''_t$$

$$a_t = 2(32996136) - 33259472$$

$$a_t = 33781290$$

d. Menghitung nilai b_t

$$b_t = \frac{2}{k-1}(S'_t - S''_t)$$

$$b_t = \frac{2}{3-1}(32996136 - 33259472)$$

$$b_t = 260909,2$$

e. Menghitung nilai peramalan

$$f_{t+p} = a_t + b_t m$$

$$f_{t+1} = 33781290 + 260909,2$$

$$f_{t+1} = 34042199$$

Tabel 4.2 Peramalan Metode DMA parameter 2 periode

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	327253					
	78					

2012	329986 92	3286 2035				
2013	332643 39	3313 1516	3299 6775	33266 256	26948 0,5	
2014	335226 63	3339 3501	3326 2508	33524 494	26198 5,5	3353 5736
2015	337741 41	3364 8402	3352 0952	33775 853	25490 1	3378 6479
2016	340190 95	3389 6618	3377 2510	34020 726	24821 6	3403 0754
2017	342578 65	3413 8480	3401 7549	34259 411	24186 2	3426 8942
2018	344908 35	3437 4350	3425 6415	34492 285	23587 0	3450 1273
2019	347182 04	3460 4520	3448 9435	34719 604	23016 9,5	3472 8155
2020	349400 78	3482 9141	3471 6830	34941 452	22462 1,5	3494 9774
2021						3516 6073

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Moving Average* dengan parameter dua periode menunjukkan

model peramalan $f_{t+m} = 34941452 + 224621,5(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 35.166.073 jiwa.

Tabel 4.3 Peramalan Metode DMA parameter 3 periode

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	327253 78					
2012	329986 92					
2013	332643 39	32996 136				
2014	335226 63	33261 898				
2015	337741 41	33520 381	3325 9472	33781 290	2609 09,2	
2016	340190 95	33771 966	3351 8082	34025 851	2538 84,6	34042 199
2017	342578 65	34017 034	3376 9794	34264 274	2472 40	34279 735
2018	344908 35	34255 932	3401 4977	34496 886	2409 54,4	34511 514

2019	347182 04	34488 968	3425 3978	34723 958	2349 90,2	34737 841
2020	349400 78	34716 372	3448 7091	34945 654	2292 81,7	34958 948
2021						35174 936

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Moving Average* dengan parameter tiga periode menunjukkan model peramalan $f_{t+m} = 34945654 + 229281,7(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 35.174.936 jiwa.

Tabel 4.4 Peramalan Metode DMA parameter 4 periode

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	327253 78					
2012	329986 92					
2013	332643 39					
2014	335226 63	3312 7768				

2015	337741 41	3338 9959				
2016	340190 95	3364 5060				
2017	342578 65	3389 3441	33514 057	34272 825	2529 22,8	
2018	344908 35	3413 5484	33765 986	34504 982	2463 32,1	34525 748
2019	347182 04	3437 1500	34011 371	34731 628	2400 85,8	34751 314
2020	349400 78	3460 1746	34250 543	34952 948	2341 35,3	34971 714
2021						35187 084

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Moving Average* dengan parameter 4 periode menunjukkan model peramalan $f_{t+m} = 34952948 + 234135,3(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 35.187.084 jiwa.

Langkah selanjutnya yaitu menghitung tingkat kesalahan dalam peramalan metode DMA menggunakan *mean percentage error* (MAPE) dengan rumus sebagai berikut.

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - f_t|}{X_t} \times 100$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan tingkat kesalahan metode DMA.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan MAPE metode DMA

Rataan waktu	Nilai MAPE
2 periode	0,03%
3 periode	0,06%
4 periode	0,1%

Berdasarkan hasil perhitungan nilai MAPE didapatkan parameter rataan waktu metode DMA yang menghasilkan tingkat kesalahan minimum yaitu dengan menggunakan rataan waktu dua periode

2. Metode *Double Exponential Smoothing*

Sistem peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* linear satu parameter dengan parameter α yaitu antara 0 dan 1. Pemilihan parameter metode menggunakan sistem *trial* dan *error* sehingga dipilih parameter secara acak selanjutnya dianalisis kesalahannya untuk menentukan parameter terbaik. Untuk mempermudah proses perhitungan peramalan maka dipilih nilai α satu angka

desimal. Langkah yang dilakukan dalam metode ini sebagai berikut.

- a. Menghitung nilai *Single Exponential Smoothing*

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

$$S'_t = 0,1(32998692) + (1 - 0,1)32725378$$

$$S'_t = 32752709$$

- b. Menghitung nilai *Double Exponential Smoothing*

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$

$$S''_t = 0,1(32752709) + (1 - 0,1)32725378$$

$$S''_t = 32728111$$

- c. Menghitung nilai a_t

$$a_t = 2S'_t - S''_t$$

$$a_t = 2(32752709) - 32728111$$

$$a_t = 32777308$$

- d. Menghitung nilai b_t

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha}(S'_t - S''_t)$$

$$b_t = \frac{0,1}{1 - 0,1}(32752709 - 32728111)$$

$$b_t = 2733,14$$

- e. Menghitung nilai ramalan

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$F_{t+m} = 32777308 + 2733,14(1)$$

$$F_{t+m} = 32991197$$

Tabel 4.6 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,1

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	32725 378	32725 378	3272 5378	32725 378	2658 19	
2012	32998 692	32752 709	3272 8111	32777 308	2733, 14	3299 1197
2013	33264 339	32803 872	3277 9964	32827 781	2656, 47	3278 0041
2014	33522 663	32875 751	3283 2578	32918 925	4797, 083	3283 0437
2015	33774 141	32965 590	3292 3592	33007 589	4666, 521	3292 3722
2016	34019 095	33070 941	3301 3924	33127 957	6335, 178	3301 2256
2017	34257 865	33189 633	3313 4125	33245 141	6167, 582	3313 4293
2018	34490 835	33319 753	3325 2603	33386 904	7461, 194	3325 1309
2019	34718 204	33459 598	3339 4174	33525 023	7269, 431	3339 4365

2020	34940 078	33607 646	3353 3286	33682 007	8262, 307	3353 2293
2021						3369 0270

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,1 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 33682007 + 8262,307(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 33.690.270 jiwa

Tabel 4.7 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,2

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	32725 378	32725 378	3272 5378	32725 378	26581 9	
2012	32998 692	32780 041	3273 6311	32823 771	10932 ,56	3299119 7
2013	33264 339	32876 900	3283 4397	32919 404	10625 ,88	3283470 3,6
2014	33522 663	33006 053	3293 6734	33075 372	17329 ,8	3293002 9,8

2015	33774 141	33159 671	3309 2232	33227 109	16859 ,68	3309270 1,9
2016	34019 095	33331 555	3324 7999	33415 112	20889 ,23	3324396 9
2017	34257 865	33516 817	3343 5453	33598 181	20341	3343600 1,6
2018	34490 835	33711 621	3362 0869	33802 373	22687 ,91	3361852 2,3
2019	34718 204	33912 938	3382 4486	34001 390	22113	3382506 0,4
2020	34940 078	34118 366	3402 4785	34211 946	23395 ,22	3402350 2,5
2021						3423534 1,7

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,2 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 34211946 + 23395,22(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 34.235.342 jiwa.

Tabel 4.8 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,3

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	32725378	3272 5378	3272 5378	32725 378	2658 19	
2012	32998692	3280 7372	3274 9976	32864 768	2459 8,26	3299 1197
2013	33264339	3294 4462	3288 8676	33000 248	2390 8,23	3288 9366
2014	33522663	3311 7922	3303 5550	33200 295	3530 2,31	3302 4156
2015	33774141	3331 4788	3323 4643	33394 933	3434 8,05	3323 5597
2016	34019095	3352 6080	3343 4277	33617 883	3934 3,99	3342 9282
2017	34257865	3374 5616	3365 6203	33835 029	3831 9,85	3365 7227
2018	34490835	3396 9181	3387 5274	34063 088	4024 5,86	3387 3348
2019	34718204	3419 3888	3410 2328	34285 448	3923 9,93	3410 3334

2020	34940078	3441 7745	3432 5137	34510 353	3968 9,13	3432 4688
2021						3455 0042

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,3 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 34510353 + 39689,13(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 34.550.042 jiwa.

Tabel 4.9 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,4

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	327253 78	3272 5378	3272 5378	3272 5378	2658 19	
2012	329986 92	3283 4704	3276 9108	3290 0299	4373 0,24	329911 97
2013	332643 39	3300 6558	3294 2802	3307 0313	4250 3,52	329440 29,2
2014	335226 63	3321 3000	3312 7388	3329 8612	5707 4,73	331128 16,6

2015	337741 41	3343 7456	3335 4150	3352 0763	5553 7,75	333556 86,7
2016	340190 95	3367 0112	3358 0502	3375 9721	5973 9,54	335763 00,7
2017	342578 65	3390 5213	3381 7918	3399 2508	5819 6,79	338194 60,6
2018	344908 35	3413 9462	3405 1290	3422 7634	5878 1,43	340507 05
2019	347182 04	3437 0959	3428 4964	3445 6954	5732 9,88	342864 15,4
2020	349400 78	3459 8606	3451 3615	3468 3598	5666 1,16	345142 83,4
2021						347402 59,3

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,4 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 34683598 + 56661,16(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 34.740.259 jiwa.

Tabel 4.10 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,5

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	32725 378	3272 5378	3272 5378	3272 5378	2658 19	
2012	32998 692	3286 2035	3279 3707	3293 0364	6832 8,5	32991 197
2013	33264 339	3306 3187	3299 6775	3312 9599	6641 1,75	32998 692
2014	33522 663	3329 2925	3321 1262	3337 4588	8166 3,13	33196 010,5
2015	33774 141	3353 3533	3345 4061	3361 3005	7947 2,44	33456 251,3
2016	34019 095	3377 6314	3369 4660	3385 7968	8165 4,28	33692 477,9
2017	34257 865	3401 7090	3393 7529	3409 6650	7956 0,61	33939 622,6
2018	34490 835	3425 3962	3417 5306	3433 2618	7865 6,07	34176 210,7
2019	34718 204	3448 6083	3440 9351	3456 2816	7673 2,4	34411 274,4

2020	34940 078	3471 3081	3463 7948	3478 8213	7513 2,52	34639 547,9
2021						34863 345,6

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,5 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 34788213 + 75132,52(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 34.863.346 jiwa.

Tabel 4.11 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,6

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	32725 378	32725 378	32725 378	32725 378	2658 19	
2012	32998 692	32889 366	32823 771	32954 962	9839 3,04	32991 197
2013	33264 339	33114 350	33050 595	33178 105	9563 2,92	33053 354,8
2014	33522 663	33359 338	33286 845	33431 831	1087 39,5	33273 738,2

2015	33774 141	33608 220	33537 664	33678 775	1058 33,3	33540 570,3
2016	34019 095	33854 745	33784 357	33925 133	1055 81,8	33784 608,6
2017	34257 865	34096 617	34028 023	34165 211	1028 90,5	34030 714,5
2018	34490 835	34333 148	34265 973	34400 323	1007 62,3	34268 101,2
2019	34718 204	34564 182	34498 638	34629 725	9831 5,33	34501 084,9
2020	34940 078	34789 719	34725 722	34853 717	9599 6,61	34728 040,4
2021						34949 713,7

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,6 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 34853717 + 95996,61(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 34.949.714 jiwa.

Tabel 4.12 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,7

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	32725 378	3272 5378	3272 5378	32725 378	26581 9	
2012	32998 692	3291 6698	3285 9302	32974 094	13392 3,9	32991 197
2013	33264 339	3316 0047	3310 4261	33215 833	13016 7	33108 018
2014	33522 663	3341 3878	3335 4464	33473 292	13863 1,9	33346 000
2015	33774 141	3366 6062	3360 8231	33723 893	13493 9,3	33611 924
2016	34019 095	3391 3185	3385 6398	33969 973	13250 4,3	33858 832
2017	34257 865	3415 4461	3409 9115	34209 808	12914 1,8	34102 477
2018	34490 835	3438 9923	3433 5888	34443 957	12608 0,7	34338 949
2019	34718 204	3461 9720	3456 6991	34672 448	12303 3,6	34570 038

2020	34940 078	3484 3970	3479 2514	34895 427	12006 5,5	34795 482
2021						35015 493

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,7 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 34895427 + 12065,5(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 35.015.493 jiwa.

Tabel 4.13 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,8

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
2011	32725 378	3272 5378	3272 5378	32725 378	2658 19	
2012	32998 692	3294 4029	3290 0299	32987 759	1749 21	32991 197
2013	33264 339	3320 0277	3315 7774	33242 781	1700 14,1	33162 680,4
2014	33522 663	3345 8186	3341 5105	33501 267	1723 24,2	33412 794,6
2015	33774 141	3371 0950	3366 9013	33752 887	1677 46,5	33673 591,1

2016	34019 095	3395 7466	3391 6550	33998 382	1636 63,5	33920 633,1
2017	34257 865	3419 7785	3415 7905	34237 666	1595 22,7	34162 045,4
2018	34490 835	3443 2225	3439 3313	34471 137	1556 47,3	34397 188,5
2019	34718 204	3466 1008	3462 3034	34698 982	1518 97,1	34626 784,2
2020	34940 078	3488 4264	3484 7208	34921 320	1482 25,3	34850 879,5
2021						35069 545,6

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,8 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 34921320 + 148225,3(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 35.069.546 jiwa.

Tabel 4.14 Peramalan Jumlah Penduduk dengan Metode DES
Parameter α 0,9

t	X_t	S'	S''	a_t	b_t	f_t
-----	-------	------	-------	-------	-------	-------

2011	32725 378	3272 5378	3272 5378	3272 5378	2658 19	
2012	32998 692	3297 1361	3294 6762	3299 5959	2213 84,3	329911 97
2013	33264 339	3323 5041	3321 1133	3325 8949	2151 74,1	332173 43,2
2014	33522 663	3349 3901	3347 0406	3351 7396	2114 56,3	334741 23,5
2015	33774 141	3374 6117	3372 3245	3376 8989	2058 48,9	337288 52,2
2016	34019 095	3399 1797	3396 9516	3401 4078	2005 27,3	339748 38
2017	34257 865	3423 1258	3420 9540	3425 2976	1954 62,2	342146 05,3
2018	34490 835	3446 4877	3444 3687	3448 6067	1907 11	344484 38,4
2019	34718 204	3469 2871	3467 2191	3471 3552	1861 23,5	346767 78,4
2020	34940 078	3491 5357	3489 5177	3493 5538	1816 25	348996 75,2
2021						351171 62,9

Hasil tabel perhitungan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter α 0,9 diperoleh model persamaan peramalan yaitu $f_{t+m} = 34935538 + 181625(m)$ dengan m merupakan jumlah periode selanjutnya sehingga didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 sebesar 35.117.163 jiwa.

Berikut adalah tabel hasil perhitungan peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2021 berdasarkan DES parameter α antara 0 dan 1.

Tabel 4.15 hasil peramalan DES jumlah penduduk Jawa Tengah 2021

Parameter (α)	Hasil Peramalan
0,1	33.690.270
0,2	34.235.342
0,3	34.550.042
0,4	34.740.259
0,5	34.863.346
0,6	34.949.714
0,7	35.015.493
0,8	35.069.546
0,9	35.117.163

Langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah analisis tingkat kesalahan peramalan (*error*). Tingkat kesalahan dalam perhitungan peramalan ini dihitung menggunakan metode MAPE. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan suatu tolak ukur kesalahan relatif dan menghasilkan persentase kesalahan hasil pada peramalan terhadap data aktual di periode tertentu yang kemudian menghasilkan nilai persentase kesalahan dengan rumus sebagai berikut.

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - f_t|}{X_t} \times 100$$

Tabel 4.16 Hasil perhitungan nilai MAPE metode DES

Metode	Parameter α	MAPE
<i>Double Exponential Smoothing</i>	0,1	2,6%
	0,2	1,9%
	0,3	2,4%
	0,4	1,1%
	0,5	0,8%
	0,6	0,6%
	0,7	0,4%
	0,8	0,3%
	0,9	0,1%

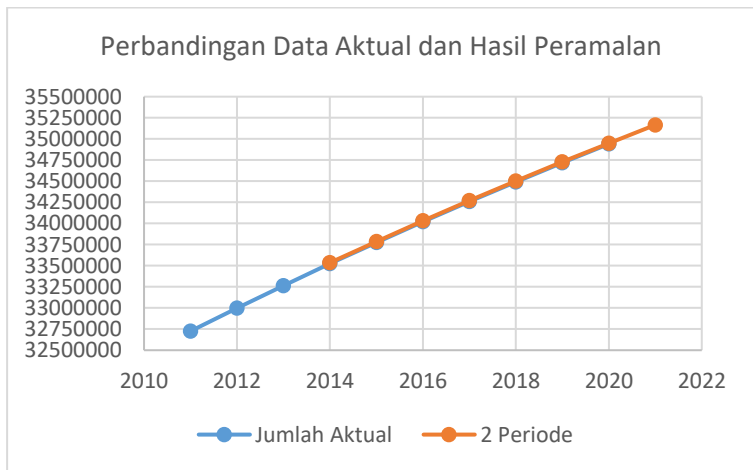
H. Pembahasan

Berdasarkan data jumlah penduduk Jawa Tengah pada tahun 2011-2020 maka diperoleh hasil peramalan untuk jumlah penduduk tahun 2021 serta model peramalan untuk tahun selanjutnya dengan metode DME dan DES. Pertumbuhan penduduk tertinggi terjadi pada tahun 2012 yaitu 0,8%. Laju pertumbuhan penduduk dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020 sebesar 1,17%. Hal ini mengalami kenaikan hingga 0,37% dari tahun-tahun sebelumnya.

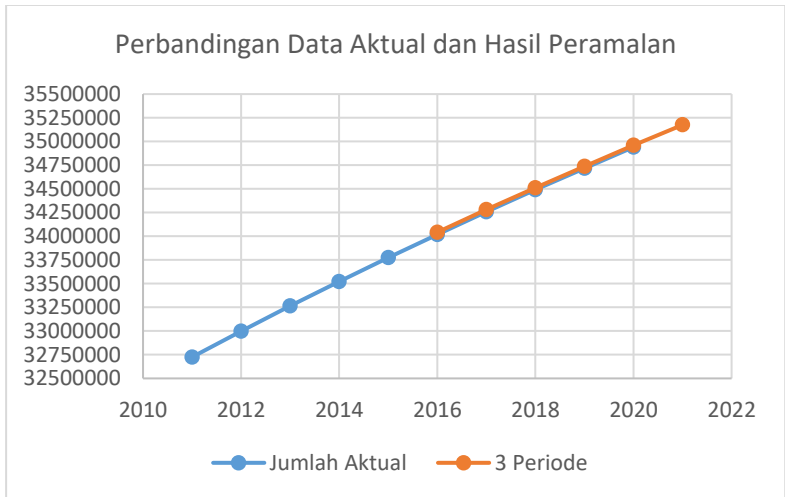
Berdasarkan pola data jumlah penduduk didapatkan data berpola *trend*, yaitu pola data terus mengalami kenaikan, artinya jumlah penduduk setiap tahunnya mengalami peningkatan. Sehingga dapat dilakukan peramalan menggunakan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Pada peramalan menggunakan metode DMA digunakan parameter rata-rata waktu 2 periode, 3 periode dan 4 periode. sedangkan untuk metode DES menggunakan parameter antara 0 dan 1 yang akan menghasilkan nilai kesalahan minimum. Tingkat kesalahan minimum pada penelitian ini menggunakan *mean percentage error* (MAPE) dikarenakan nilai yang dihasilkan lebih jelas besarnya dan dalam bentuk persentase sehingga lebih mudah dalam membandingkan antara metode yang lain. Penelitian ini dalam

pemilihan parameter metode menggunakan sistem *trial* dan *error* sehingga dipilih parameter secara acak selanjutnya dianalisis kesalahannya untuk menentukan parameter terbaik.

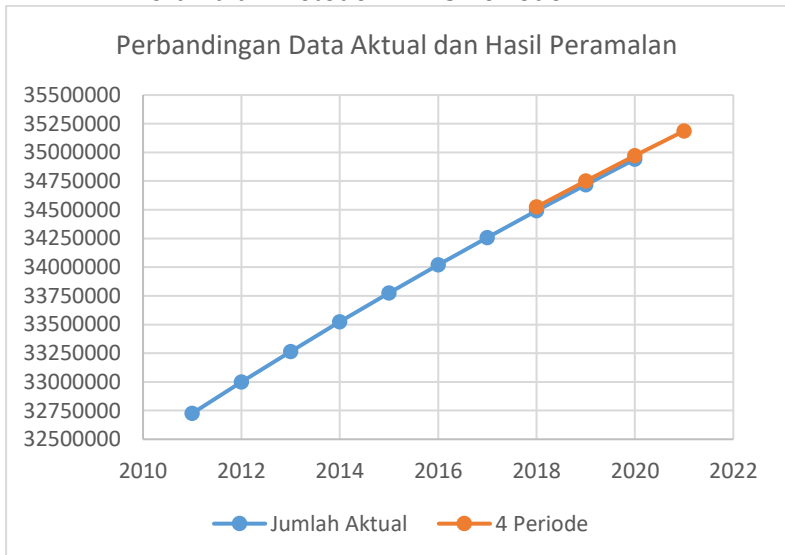
Berdasarkan deskripsi hasil sebelumnya dapat dihasilkan perbandingan data aktual dengan hasil peramalan untuk metode DMA dan DES berikut ini.



Gambar 4.2 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DMA 2 Periode

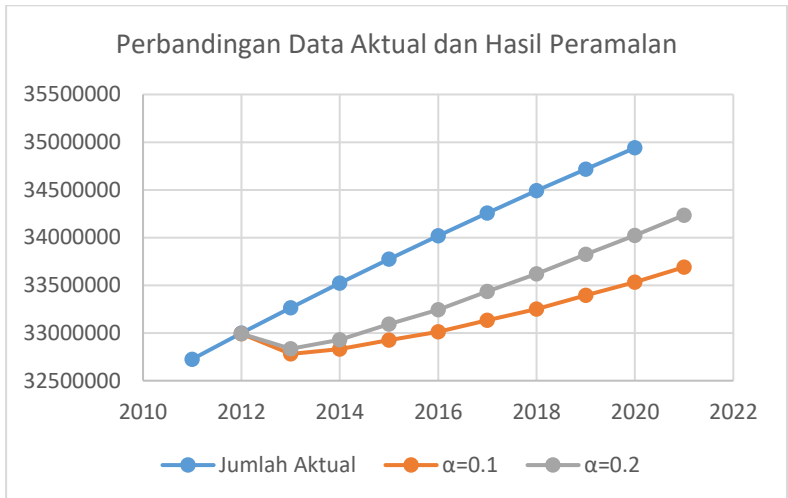


Gambar 4.3 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DMA 3 Periode

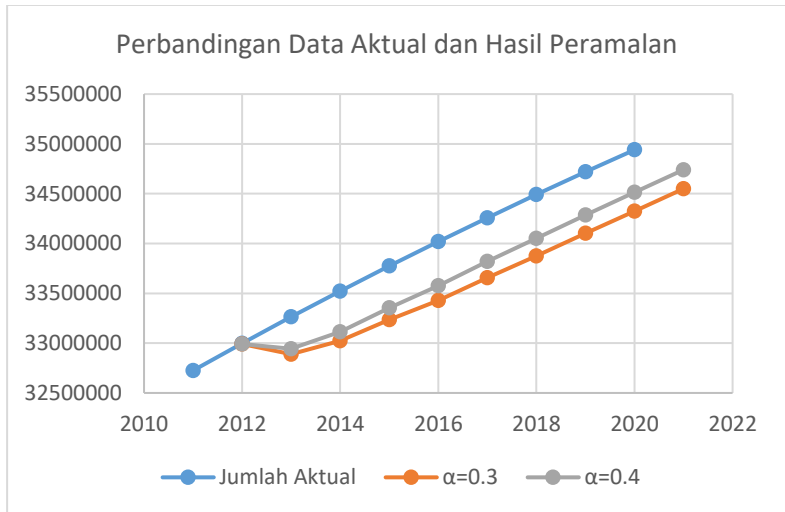


Gambar 4.4 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DMA 4 Periode

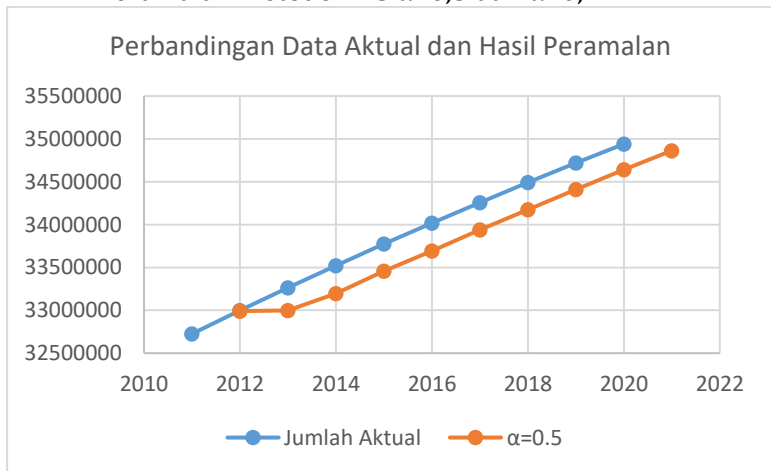
Berdasarkan gambar diatas menunjukkan jika semakin besar periode yang digunakan maka hasil peramalan akan semakin jauh dengan data aktual. Selanjutnya, ditunjukkan grafik perbandingan data actual dengan hasil peramalan menggunakan metode DES sebagai berikut.



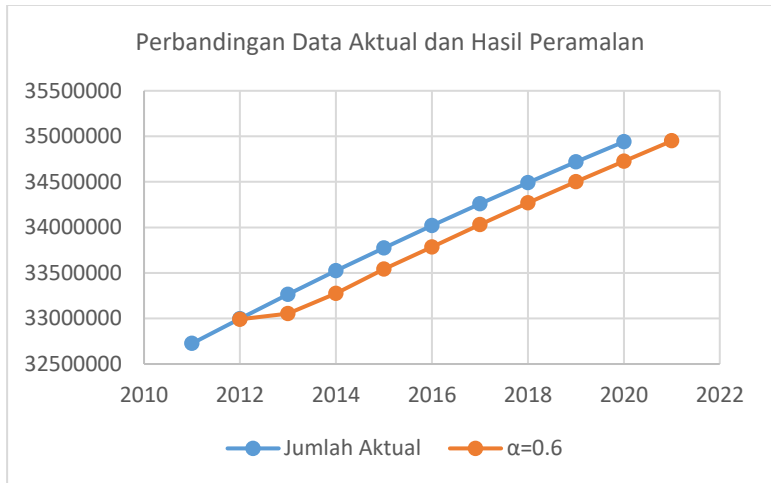
Gambar 4.5 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,1$ dan $\alpha=0,2$



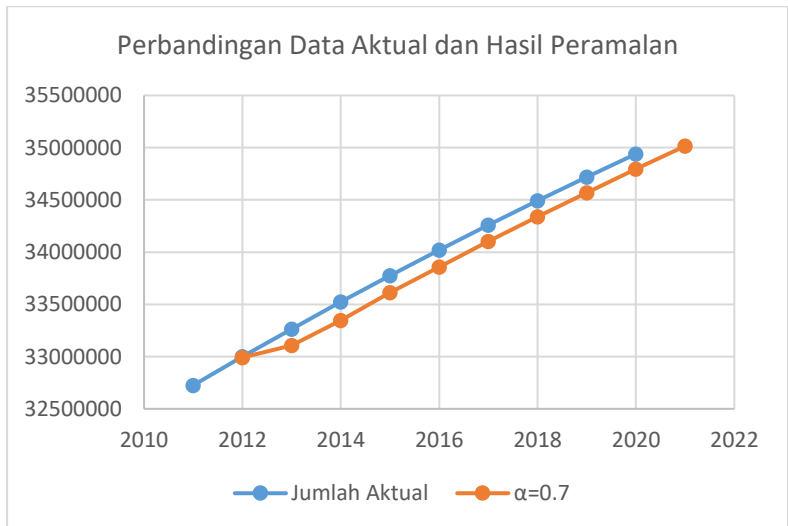
Gambar 4.6 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,3$ dan $\alpha=0,4$



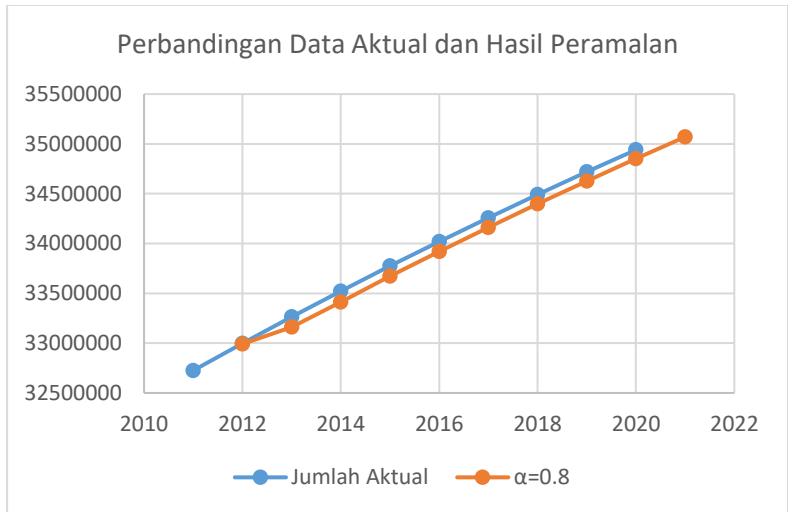
Gambar 4.7 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,5$



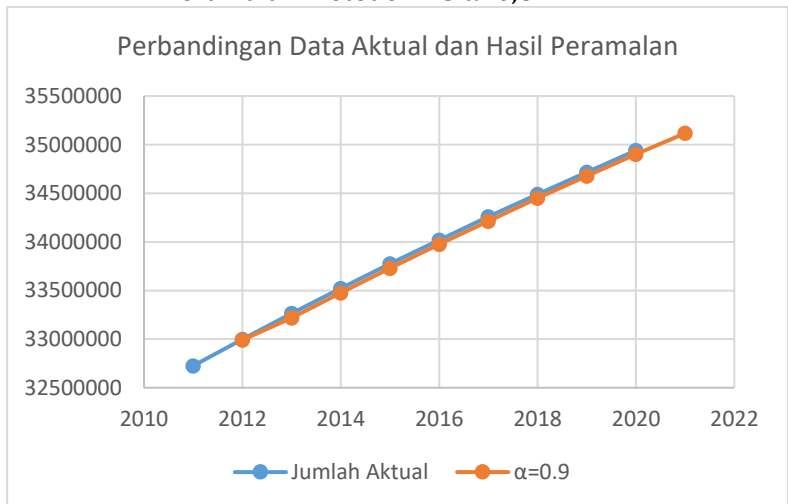
Gambar 4.8 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,6$



Gambar 4.9 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,7$

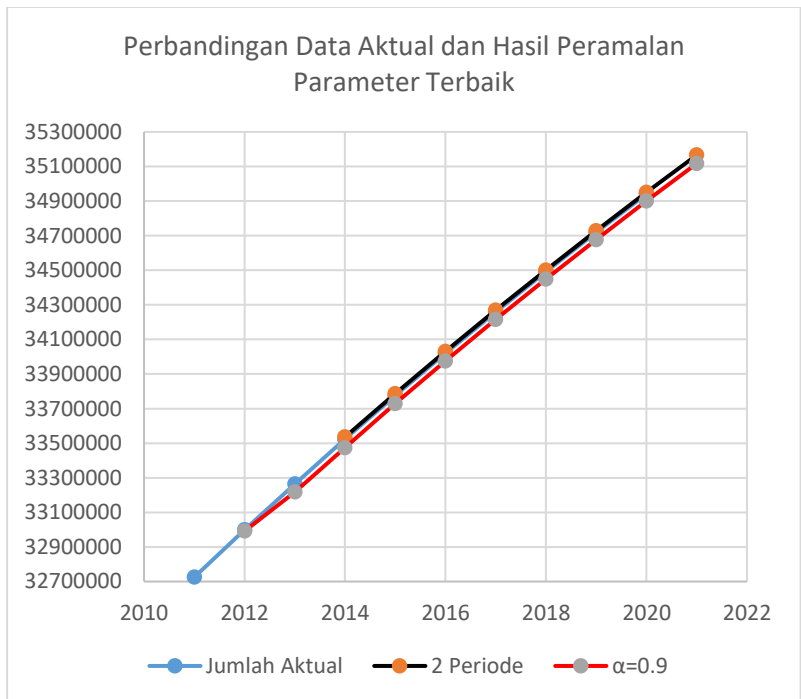


Gambar 4.10 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,8$



Gambar 4.11 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DES $\alpha=0,9$

Grafik-grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin besar parameter α yang digunakan maka hasil peramalan semakin mendekati data actual sehingga tingkat kesalahan semakin sedikit. Kemudian dapat ditunjukkan parameter terbaik dari metode DMA dan DES sebagai berikut.



Gambar 4.12 Perbandingan Data Aktual dan Hasil Peramalan Metode DMA 2 Periode dan DES $\alpha=0,9$

Grafik tersebut menunjukkan jika hasil peramalan menggunakan metode DMA 2 parameter lebih mendekati atau

lebih berhimpit dengan data actual sehingga tingkat kesalahannya semakin kecil dibandingkan menggunakan metode DES dengan $\alpha=0,9$. Dalam menentukan tingkat kesalahan dalam peramalan, penelitian ini menggunakan MAPE yang merupakan hasil rata-rata dari *percentage error* (PE) atau persentase kesalahan setiap data.

Tabel 4.17 Hasil Analisis Tingkat Kesalahan Peramalan Metode DMA

Tahun	Metode DMA		
	2 Periode	3 Periode	4 periode
2011			
2012			
2013			
2014	0,038998		
2015	0,036532		
2016	0,03427	0,067916	
2017	0,032334	0,063841	
2018	0,030263	0,059954	0,101224
2019	0,028662	0,05656	0,095369
2020	0,02775	0,054008	0,090544
MAPE	0,032687	0,060456	0,095712

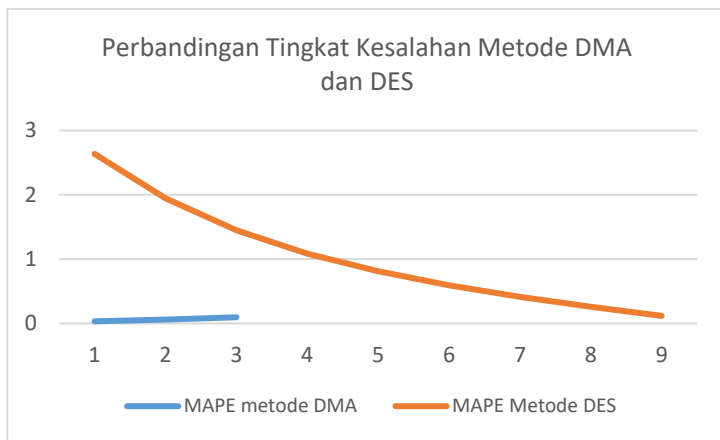
Berdasarkan hasil analisis tingkat kesalahan peramalan menggunakan metode DMA diperoleh MAPE terkecil pada parameter rata-rata waktu 2 periode sebesar 0,03%.

Tabel 4.18 Hasil Analisis Tingkat Kesalahan Peramalan
Metode DES

TH	Metode DES (Parameter α)								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2011									
2012	0,022 71	0,0 227 1	0,0 227 13	0,0 227 13	0,0 227 13	0,0 227 13	0,0 227 1	0,0 22 7	0,0 22 7
2013	1,455 91	1,2 915 8	1,1 272 51	0,9 629 22	0,7 985 94	0,6 342 65	0,4 699 4	0,3 05 6	0,1 41 3
2014	2,064 95	1,7 678 6	1,4 870 74	1,2 225 95	0,9 744 23	0,7 425 57	0,5 27	0,3 27 7	0,1 44 8
2015	2,517 96	2,0 176 4	1,5 945 46	1,2 389 78	0,9 412 22	0,6 915 67	0,4 803	0,2 97 7	0,1 34 1
2016	2,959 63	2,2 785	1,7 337 72	1,3 016 05	0,9 600 99	0,6 892 79	0,4 711	0,2 89 4	0,1 30 1
2017	3,279 75	2,3 990 5	1,7 532 86	1,2 797 19	0,9 289 62	0,6 630 61	0,4 535 8	0,2 79 7	0,1 26 3
2018	3,593 78	2,5 291 1	1,7 902 92	1,2 760 78	0,9 121 97	0,6 457 77	0,4 403 7	0,2 71 5	0,1 22 9
2019	3,813 1	2,5 725 5	1,7 710 3	1,2 436 95	0,8 840 6	0,6 253 75	0,4 267 7	0,2 63 3	0,1 19 3
2020	4,029 14	2,6 232 8	1,7 612 73	1,2 186 42	0,8 601 3	0,6 068 61	0,4 138 4	0,2 55 3	0,1 15 6

MAPE	2,637 44	1,9 447	1,4 490 26	1,0 852 16	0,8 091 56	0,5 912 73	0,4 117 3	0,2 57	0,1 17 5
-------------	---------------------	------------	------------------	------------------	------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------	-------------------------

Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat kesalahan terkecil berada pada peramalan dengan parameter α 0,9 sebesar 0,1%.



Gambar 4.4 Perbandingan Tingkat Kesalahan Metode DMA dan DES

Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan bahwa MAPE yang dihasilkan oleh metode DMA lebih rendah daripada metode DES. Pada metode DMA apabila parameter yang digunakan semakin kecil maka tingkat kesalahan semakin kecil sedangkan pada metode DES apabila parameter yang digunakan semakin besar maka tingkat kesalahan yang dihasilkan akan semakin kecil sehingga hasilnya lebih akurat atau mendekati data actual.

Hasil peramalan menggunakan metode DMA menghasilkan jumlah penduduk pada tahun 2021 secara berturut-turut berdasarkan parameter rata-rata waktu 2 periode, 3 periode, dan 4 periode yaitu 35.166.073 jiwa, 35.174.936 jiwa dan 35.187.084 jiwa. Tingkat kesalahan minimum sebesar 0,03% terjadi ketika menggunakan rata-rata waktu dua periode sehingga formulasi model peramalan yang dihasilkan yaitu $f_{t+m} = 34941452 + 224621,5(m)$ dengan m merupakan jumlah periode yang akan diprediksi. Sedangkan hasil peramalan menggunakan metode DES menghasilkan formulasi model $f_{t+m} = 34935538 + 181625(m)$ sehingga diperoleh nilai parameter alpha dengan nilai MAPE terkecil yaitu alpha 0,9 dengan nilai MAPE 0.1% adalah 35.117.163 jiwa.

I. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini yaitu jumlah data yang dimiliki dipenuhi untuk syarat data minimum metode yang digunakan. Metode *Double Moving Average* maupun *Double Exponential Smoothing* membutuhkan data minimum sebanyak empat data sehingga metode ini dapat digunakan. dalam penelitian ini menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* yang merupakan aplikasi sederhana untuk melakukan perhitungan secara manual.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

- a. Persamaan model peramalan menggunakan metode *Double Moving Average* yaitu $f_{t+m} = 34941452 + 224621,5(m)$ dengan m merupakan jumlah periode yang akan diramalkan.
- b. Persamaan model peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* yaitu $f_{t+m} = 34935538 + 181625(m)$ dengan m merupakan jumlah periode yang akan diramalkan.
- c. Peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah menggunakan metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing* menghasilkan nilai MAPE sebesar 0,03% dan 0,1% sehingga dalam melakukan peramalan jumlah penduduk Jawa Tengah lebih baik menggunakan metode *Double Moving Average* agar dapat menghasilkan nilai *error* minimum.

B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu sumber pertimbangan bagi pemerintah terkait dalam membuat kebijakan-kebijakan dalam proses pertumbuhan penduduk. Peneliti ini juga dapat menambah wawasan bagi pembaca terkait dengan metode peramalan jumlah penduduk.

C. Saran

Kepada peneliti selanjutnya diharapkan apabila melakukan peramalan sebaiknya menggunakan metode yang sesuai dengan pola data yang ada sehingga hasil yang diperoleh lebih baik serta dalam melakukan kegiatan peramalan sebaiknya data historis masa lampau yang digunakan lebih banyak jumlahnya agar dapat meminimalisir adanya *error* yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, A. F. N. 2015. Peramalan Migrasi Masuk Kota Surabaya Tahun 2015 dengan Metode Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing Brown, *J. Biometrika dan Kependudukan.*, vol. 4, no. 2, pp. 172–180.
- Anonim. 2020. Jumlah penduduk pertengahan tahun hasil proyeksi penduduk, 2010-2020. <https://jateng.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/16> (diakses 20-04-2021)
- Bogue. D. J. 1963. *Principles of Demography*. John Willey and Sons Inc. New York
- Hudiyanti, C. V., dkk. 2019. Perbandingan Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai, *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komputer*. Univ. Brawijaya, vol. 3, no. 3, pp. 2667–2672.
- Priastiwi, Dian dan H. R. Handayani. 2019. Analisis Pengaruh Jumlah Penduduk, Pendidikan, Upah Minimum, Dan PDRB Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka Di

Provinsi Jawa Tengah. *Diponegoro journal of economics*. P.159.

Wahyudi, Dicky dan T. W. Rejekiingsih. 2013. Analisis Kemiskinan Di Jawa Tengah. *Diponegoro journal of economics*. P.1.

Firdaus, M., 2006. *Analisis Deret Waktu Satu Ragam*. Bogor: IPB.

Hardati, puji., 2013, Pertumbuhan Penduduk Dan Struktur Lapangan Pekerjaan Di Jawa Tengah. *Jurnal Forum Ilmu Sosial*, vol. 40, no. 2.

Hasan, M. I. 2001. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)* Edisi Kedua. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Herjanto, Eddy. 2007. *Manajemen Operasi* Edisi Ketiga. Jakarta: Grasindo.

Listiowarni, indah., dkk. 2020. Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Dan Double Moving Average Untuk Peramalan Harga Beras Eceran di Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Politeknik Caltex Riau*, p.158-169.

Nurkahfi, M. B., dkk. 2016. Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing dan Least Square untuk Sistem Prediksi Hasil Produksi Teh (Studi Kasus : PTPN XII Persero Kebun Bantaran Kabupaten Blitar).

- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Jilid 1 Edisi Revisi (terj.), Alih Bahasa: Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Mantra, Ida Bagus., 2003, *Demografi Umum*. Yogyakarta, Pustaka Pelajar.
- Sukerti, N. K. 2015. Peramalan Deret Waktu Menggunakan S-Curve Dan Quadratic Trend Model. *Konferensi Nasional Sistem & Informatika (KNS&I)*, p. 592–597.
- Priyono, 2008, *Metode Penelitian Kuantitatif*, Sidoarjo, Zifatama.
- Subagyo, Pangestu. 1986. *Forecasting Konsep and Aplikasi*. BPEE UGM: Yogyakarta.
- Sungkawa, I. dan Megasari, R. T. 2011. Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu Dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia. *ComTech*, vol.2, no. 2, P.636–645.

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Ita Kartika Sari
2. TTL : Grobogan, 24 April 1999
3. Alamat Rumah : Ds. Semen Rejo 001/005, Kec. Ngaringan, Kab. Grobogan
4. Nomor HP : 0895389760698
5. Email : itakartika19@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. SD Negeri 2 Truwolu
 - b. MTs NU Banat Kudus
 - c. MA NU Banat Kudus
2. Pendidikan Non-Formal:
 - a. Madrasah Diniyah
 - b. Pondok Pesantren Roudlotul Jannah Kudus
 - c. Pondok Pesantren Al-Hikmah Tugurejo Semarang

Semarang, 21 Juni 2021



Ita Kartika Sari

NIM: 170804020

