

**PERBANDINGAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*
DAN *TREND ANALYSIS***

(Studi Kasus : Peramalan pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda)

SKRIPSI

**OLEH
TUTY ALFIANI
NIM. 16610006**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

PERBANDINGAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DAN *TREND ANALYSIS*

(Studi Kasus : Peramalan pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda)

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Tuty Alfiani
NIM. 16610006**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

PERBANDINGAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DAN *TREND ANALYSIS*

(Studi Kasus : Peramalan pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda)

SKRIPSI

Oleh
Tuty Alfiani
NIM. 16610006

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji
Tanggal 28 Oktober 2020

Pembimbing I

Pembimbing II

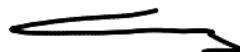


Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002



Ach. Nasichuddin, M.A
NIP. 19730705 200003 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

PERBANDINGAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DAN *TREND ANALYSIS*

(Studi Kasus : Peramalan pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda)

SKRIPSI

Oleh

Tuty Alfiani

16610006

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
dan dinyatakan Diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 28 Oktober 2020

Penguji Utama	: Ari Kusumastuti, M.Si., M.Pd	
Ketua Penguji	: Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si	
Sekretaris Penguji	: Abdul Aziz, M.Si	
Anggota Penguji	: Ach. Nasichuddin, M.A	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tuty Alfiani
NIM : 16610006
Jurusan : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Perbandingan Metode *Double Exponential Smoothing* dan
Trend Analysis (Studi Kasus : Peramalan pada Jumlah
Penduduk Kota Samarinda)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,

A 6000 Rupiah revenue stamp (Meterai Tempel) with a green and yellow design. It features a signature in black ink over the stamp. The text on the stamp includes "METERAI TEMPEL", "6000", and "ENAM RIBU RUPIAH".

Tuty Alfiani
NIM. 16610006

MOTO

“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan”

(Ali Bin Abi Thalib)



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda tercinta Muchairi dan Ibunda tercinta Eva Eryanti, yang senantiasa mendoakan, memberikan nasihat, semangat dan kasih sayang dengan ikhlas dan istiqomah yang sangat berarti bagi penulis, serta adik tersayang Israni Cahyanti dan Muhammad Rafi Muchvriyanto yang selalu menjadi kebanggaan, penyemangat, dan penghibur di setiap waktu bagi penulis.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji bagi Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. Abd. Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Abdul Aziz, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi dan berbagi pengalaman yang berharga bagi penulis.
5. Ach. Nasichuddin, M.A, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, nasihat, serta berbagi ilmunya kepada penulis.

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen atas ilmu yang telah diberikan.
7. Ayah dan Ibu tercinta serta adik tersayang yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, nasihat, dan motivasi kepada penulis hingga saat ini.
8. Sahabat-sahabat penulis yang selalu memberikan dukungan, menemani, dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2016 yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini secara moril maupun materil yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca atas rahmat dan izin-Nya. Aamiin

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Malang, 28 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT	xvi
ملخص.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Peramalan.....	7
2.2 Penentuan Pola Data	8
2.3 Uji Normalitas Data	9
2.4 Metode <i>Exponential Smoothing</i>	10

2.4.1 Metode <i>Single Exponential Smoothing</i>	11
2.4.2 Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> : Metode Linier Satu Parameter Dari <i>Brown</i>	13
2.4.3 Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> : Metode Dua- Parameter dari <i>Holt</i>	14
2.4.4 Metode <i>Triple Exponential Smoothing</i> : Metode Kuadratik Satu-Parameter dari <i>Brown</i>	14
2.4.5 Metode <i>Triple Exponential Smoothing</i> : Metode Kecenderungan dan Musiman Tiga – Parameter dari <i>Winters</i>	15
2.5 <i>Trend Analysis</i>	16
2.6 Ukuran Akurasi Peramalan	19
2.7 Jumlah Penduduk.....	21
2.7.1 Aspek Kelahiran (<i>Fertilitas</i>)	23
2.7.2 Aspek Kematian (<i>Mortalitas</i>).....	23
2.7.3 Aspek Migrasi (Pindahan Penduduk).....	23
2.8 Kajian Keislaman.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Pendekatan Penelitian	27
3.2 Sumber Data	27
3.3 Variabel Penelitian.....	27
3.4 Analisis Data	27
3.4.1 Analisis Data Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	27
3.4.2 Analisis Data Metode <i>Trend Analysis</i>	28
3.5 <i>Flowchart</i> Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	29
3.6 <i>Flowchart</i> Metode <i>Trend Analysis</i>	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Deskripsi Data	31
4.2 Uji Normalitas Data	33
4.3 Peramalan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	34
4.3.1 Perhitungan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	35
4.3.2 Pemilihan Parameter α terbaik Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	39
4.3.3 Hasil Peramalan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	39
4.4 Peramalan Metode <i>Trend Analysis</i>	40
4.4.1 Perhitungan Metode <i>Trend Linear</i>	41

4.4.2 Perhitungan Metode Trend Kuadratik	42
4.4.3 Perhitungan Metode Trend Eksponensial	44
4.4.4 Membandingkan nilai MSD Metode Trend Linear, Trend Kuadratik, dan Trend Eksponensial.....	46
4.4.5 Hasil PeramalanMetode <i>Trend Analysis</i>	50
4.5 Perbandingan Hasil Peramalan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> dan <i>Trend Analysis</i>	51
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	
BUKTI KONSULTASI SKRIPSI	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Jumlah Penduduk Kota Samarinda Tahun 1985-2019	31
Tabel 4.2	Metode Double Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0.2$ pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019	37
Tabel 4.3	Nilai MAD dan MSD pada $\alpha = 0.2, 0.5, \text{ dan } 0.9$	39
Tabel 4.4	Skala X untuk Data Jumlah Penduduk	40
Tabel 4.5	Perhitungan Trend Linear	41
Tabel 4.6	Perhitungan Trend Kuadratik	42
Tabel 4.7	Perhitungan Trend Eksponensial	44
Tabel 4.8	Model Peramalan IPM Metode Trend Linear, Trend Kuadratik dan Trend Eksponensial	46
Tabel 4.9	Perhitungan Nilai MSD Trend Linear, Trend Kuadratik, dan Trend Eksponensial	47
Tabel 4.10	Perbandingan Nilai MSD Trend Linear, Trend Kuadratik dan Trend Eksponensial	49
Tabel 4.11	Hasil Peramalan dengan Metode <i>Trend Analysis</i> Kuadratik pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda Tahun 2020-2028	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola Data Horizontal.....	8
Gambar 2.2	Pola Data Musiman.....	8
Gambar 2.3	Pola Data Siklus.....	9
Gambar 2.4	Pola Data Trend.....	9
Gambar 4.1	Grafik Data Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019..	32
Gambar 4.2	Plot Data Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019	33
Gambar 4.3	Uji Normalitas Data Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019	34
Gambar 4.4	Plot perbandingan antara asli dan data regresi pada metode Trend Linear, Trend Kuadratik, dan Trend Eksponensial	50
Gambar 4.5	Hasil Peramalan Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019.....	51

ABSTRAK

Alfiani, Tuty. 2020. **Perbandingan Metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis* (Studi Kasus: Peramalan pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda)**. Skripsi, Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Ach. Nasichuddin, M.A.

Kata Kunci: Peramalan, *Double Exponential Smoothing*, *Trend Linear*, *Trend Kuadratik*, *Trend Eksponensial*

Peramalan diperlukan untuk menentukan kapan suatu peristiwa akan terjadi sehingga keputusan yang tepat dapat diterapkan. Analisis deret waktu adalah pendekatan yang tepat untuk meramalkan suatu variabel di masa depan, dan akan diimplementasikan untuk data jumlah penduduk di Kota Samarinda. *Double exponential smoothing* dan *trend analysis* merupakan metode *time series* yang digunakan untuk meramalkan jumlah penduduk di Kota Samarinda di masa yang akan datang secara sistematis dan secara statistik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil peramalan dari kedua metode tersebut untuk memilih metode mana yang dapat meramalkan jumlah penduduk di Kota Samarinda menurut MAD, MSD terkecil. Penelitian ini menggunakan data sekunder jumlah penduduk di Kota Samarinda dimulai pada tahun 1985 sampai dengan 2019 yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Samarinda. Menurut hasil penelitian metode *double exponential smoothing* didapatkan MSD 936.965.737,74 dan MSD metode *trend analysis* 617.896.808,585, maka kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah bahwa metode terbaik dalam meramalkan jumlah penduduk di Kota Samarinda adalah *trend analysis*.

ABSTRACT

Alfiani, Tuty. 2020. **A Comparison between Double Exponential Smoothing and Trend Analysis Method (A case study: Population Forecasting in Samarinda City)**. Thesis, Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang.

Advisor: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Ach. Nasichuddin, M.A.

Keywords: Forecasting, Double Exponential Smoothing, Linear Trend, Trend, Quadratic, Exponential Trend

Forecasting is required to determine when events will occur so that correct decisions can be applied. Time series analysis is the best approach to predict a future variable and will be implemented for population data in Samarinda City. Double exponential smoothing and trend analysis are time series methods used to systematically and statistically predict the population in Samarinda City in the future. This study aims to compare forecasting results from the two different methods in order to choose which method can be used to predict the population in Samarinda City according to MAD, the smallest MSD. This study used secondary data on the population in Samarinda City from 1985 to 2019 taken from the Central Statistics Agency (BPS) of Samarinda City according to the results of the double exponential smoothing method, it was found that MSD was 936,965,737.74 and MSD trend analysis method was 617,896,808,585, therefore it can be concluded that the best method to predict the population in Samarinda City is trend analysis.

ملخص

الفياني، توتي. 2020. مقارنة طريقة التجانس الأسّي المزدوجة وتحليل الاتجاه (دراسة الحالة: الترجيبي عدد السكان بمدينة ساماريندا). البحث الجامعي، قسم الرياضيات كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم مالانج.

المشرف: (1) عبد العزيز، الماجستير. (2) أحمد نصيح الدين، الماجستير.
الكلمات المفتاحية: الترجيم، التجانس الأسّي المزدوجة، الاتجاه الخطي، الاتجاه التربيعي، الاتجاه الأسّي.

إن الترجيم أو التنبؤ محتاج في تحديد موعد حدوث الشيء بحيث يمكن تطبيق القرارات المناسبة. تحليل السلاسل الزمنية هو النهج المناسب في ترجيم المتغير في المستقبل، وسيطبق للبيانات عن عدد السكان في مدينة ساماريندا. يعد التجانس الأسّي المزدوج وتحليل الاتجاه من طريقة السلاسل الزمنية المستخدمة للتنبؤ على عدد السكان ساماريندا في المستقبل منهجيا كان واحصائيا. يهدف هذه البحث إلى مقارنة نتائج الترجيم من طريقتين لاختيار الطريقة التي يمكن استخدامها في ترجيم العدد السكان بمدينة ساماريندا وفقاً لـ MAD، أصغر MSD. يستخدم هذا البحث البيانات الثانوية عن عدد السكان في مدينة ساماريندا من السنة 1985 إلى 2019 المأخوذة من الهيئة المركزية للإحصائيات (BPS) لمدينة ساماريندا. وفقاً لنتيجة طريقة التجانس الأسّي المزدوج ، وجد أن MSD هو 936,965,737.74 و MSD طريقة تحليل الاتجاه 617,896,808,585، فالتلخيص من نتيجة هذا البحث هو أن الطريقة الأفضل في التنبؤ بالسكان في مدينة ساماريندا هي التحليل الاتجاه.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penduduk adalah warga negara Indonesia dan orang asing yang bertempat tinggal di Indonesia (Undang-Undang Nomor 52 Tahun 2009 tentang Perkembangan Kependudukan dan Pembangunan Keluarga Pasal 1 Ayat 1). Berkurang atau bertambahnya penduduk pada suatu daerah memiliki peranan yang sangat penting pada daerah itu sendiri. Rencana pembangunan perlu ditunjang dengan data jumlah penduduk, persebaran dan susunannya agar relevan dengan rencana tersebut. Segi perekonomian, pendidikan, dan kesehatan juga memerlukan rencana pembangunan. Hal itu tentu saja merupakan masalah yang rumit bagi pemerintah dalam usahanya untuk membangun dan meningkatkan taraf hidup negaranya. Semakin bertambah jumlah penduduk dalam suatu daerah semakin tinggi pula investasi yang dibutuhkan suatu daerah tersebut (Permana, Bettiza, & Uperiati, 2013).

Prediksi jumlah kependudukan merupakan proses perhitungan jumlah penduduk di masa yang akan datang. Salah satu cara yang digunakan yaitu metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis*. Pemilihan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis* didasarkan pada banyaknya data yang akan diolah oleh sistem.

Berdasarkan data yang peneliti peroleh dari Badan Pusat Statistik Samarinda, Penduduk Kota Samarinda dari tahun ke tahun mencatat kenaikan yang cukup berarti. Kota Samarinda merupakan ibu kota provinsi Kalimantan Timur dengan luas wilayah 718.000 km². Tahun 2019, jumlah penduduk Kota Samarinda sebanyak 872.768 jiwa. Kepadatan penduduk pada setiap kecamatan menggambarkan pola persebaran penduduk secara keseluruhan. Berdasarkan luas wilayah dan jumlah kepadatan penduduk kota Samarinda yang peneliti peroleh dari Badan Pusat Statistik Samarinda, terlihat belum merata sehingga terdapat adanya perbedaan kepadatan penduduk yang mencolok antar kecamatan (Gurianto, Purnamasari, & Yuniarti, 2016).

Peramalan jumlah penduduk diperlukan suatu daerah untuk merencanakan suatu pembangunan dimasa mendatang. Adapun firman Allah yang sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yaitu Qur'an surah al-Hasyr ayat 18 sebagaimana berikut:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ (الحشر: ١٨)

Artinya : “Hai orang-orang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat), dan bertakwalah kepada Allah , sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.”(Q.S. Al-Hasyr:18)

Berdasarkan firman Allah dalam surah Al-Hasyr ayat 18 dalam tafsir Ibnu Katsir, segala sesuatu yang telah dikerjakan sebelumnya akan berdampak di masa mendatang. Apabila saat ini kita mampu memperkirakan jumlah penduduk sebagaimana tujuan dalam penelitian ini, diharapkan daerah tersebut mampu membuat perencanaan-perencanaan yang lebih matang untuk kedepannya. Hal ini berkaitan dengan metode *double exponential smoothing* dan *trend analysis* jika ingin melihat keadaan masa yang akan datang, maka perlu melihat keadaan sebelumnya

Metode *Double Exponential Smoothing* adalah metode yang digunakan untuk meramalkan data yang mengalami trend kenaikan dan proses smoothing dilakukan dua kali. Metode ini pada prinsipnya serupa dengan *Brown* kecuali *Holt* tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Metode *Holt*, memuluskan nilai trend dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli. Metode *Exponential Smoothing* terbagi menjadi 3 macam, yakni *single*, *double* dan *triple*. Metode *Single Exponential Smoothing* sangat tepat digunakan ketika pola datanya mempunyai sifat musiman. Metode *Double Exponential Smoothing* sangat efektif digunakan ketika pola data bersifat data trend (kenaikan) dan *Triple Exponential Smoothing* sangat tepat digunakan ketika pola data bersifat musiman dan *trend* (Pakaja, 2012).

Trend Analysis merupakan suatu metode analisis yang ditujukan untuk melakukan suatu estimasi atau peramalan masa yang akan datang serta

mengetahui kecenderungan data tersebut naik atau turun. Metode *Trend Analysis* mempunyai tiga model yaitu metode kuadrat terkecil, trend kuadratis, dan trend eksponensial. MSD merupakan simpangan kuadrat rata-rata. Model *Trend Analysis* terbaik diperoleh dengan membandingkan nilai MSD masing-masing model. Model terbaik merupakan model yang MSD terkecil.

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan Metode *Exponential Smoothing* sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Oktavarina (2017) membahas tentang peramalan jumlah penumpang kereta api di Indonesia menggunakan metode *Exponential Smoothing* menghasilkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* terpilih sebagai metode peramalan terbaik untuk data jumlah penumpang kereta api di Indonesia karena ketiga nilai keakuratannya (SSE, MSE dan MAPE) memiliki nilai terkecil diantara metode lainnya. Hasil peramalan jumlah penumpang kereta api di Indonesia 2018 menunjukkan bahwa adanya peningkatan dari bulan ke bulan sepanjang tahun. Saran pada penelitian tersebut yaitu mengembangkan analisis dengan metode lain.

Monika (2016) meneliti tentang metode pemulusan eksponensial ganda dengan verifikasi pemantauan *tracking signal* pada data tingkat inflasi di Indonesia tahun 2011-2015 menghasilkan bahwa tingkat akurasi pada pemantauan *tracking signal* memiliki nilai *error* yang sangat kecil terhadap data tingkat inflasi di Indonesia. Saran pada penelitian tersebut yaitu mencoba metode lain selain metode eksponensial atau dapat menambah parameter *smoothing constants* yang digunakan pada pemulusan eksponensial tersebut.

Yuniarti (2010) meneliti tentang perbandingan metode peramalan *Exponential Smoothing* dengan Box-Jenkins (ARIMA) untuk deret waktu musiman menghasilkan bahwa Pemulusan Eksponensial musiman dan Box-Jenkins (ARIMA) musiman merupakan metode peramalan yang sesuai dengan data DBD di RSUD Kabupaten Sidoarjo. Penggunaan metode Pemulusan Eksponensial Musiman memperoleh hasil yang lebih baik dalam meramalkan jumlah DBD di RSUD Kabupaten Sidoarjo karena nilai galatnya lebih kecil dari pada metode Box-Jenkins (ARIMA) Musiman.

Dewi Murti (2019) meneliti tentang analisis trend pada harga garam yang dipengaruhi oleh curah hujan di Kabupaten Jeneponto menghasilkan bahwa semakin tinggi intensitas curah hujan maka harga garam akan semakin tinggi atau mahal. Begitu pun sebaliknya, semakin rendah intensitas curah hujan maka harga garam pun akan menjadi murah.

Sehingga, pada penelitian ini penulis akan menjelaskan tentang metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis* yang digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk Kota Samarinda. Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka judul yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah “Perbandingan Metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis* (Studi Kasus : Peramalan pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, peneliti mengambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil peramalan jumlah penduduk di Kota Samarinda dengan metode *double exponential smoothing* ?
2. Bagaimana hasil peramalan jumlah penduduk di Kota Samarinda dengan metode *trend analysis* ?
3. Bagaimana perbandingan hasil peramalan jumlah penduduk di Kota Samarinda dengan metode *double exponential smoothing* dan metode *trend analysis*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas diperoleh beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil peramalan jumlah penduduk di Kota Samarinda dengan metode *Double Exponential Smoothing*
2. Mengetahui hasil peramalan jumlah penduduk di Kota Samarinda dengan metode *Trend Analysis*
3. Mengetahui perbandingan hasil peramalan jumlah penduduk di Kota Samarinda dengan metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Trend Analysis*

1.4 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka manfaat penelitian ini adalah:

1. Memahami hasil peramalan jumlah penduduk dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*
2. Memahami hasil peramalan jumlah penduduk dengan menggunakan metode *Trend Analysis*
3. Memahami metode yang lebih baik antara *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis* untuk menghitung peramalan jumlah penduduk khususnya di Kota Samarinda

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan berupa data jumlah penduduk di Kota Samarinda tahun 1985 – 2019.
2. Metode yang digunakan adalah metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis*.
3. Menentukan metode terbaik dari metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis*.
4. Menggunakan *software* Minitab 16 dan Microsoft Excel 2007.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan dipaparkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penelitian.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang digunakan sebagai dasar atau acuan dalam pembahasan masalah yang diambil dari berbagai literatur.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini meliputi sumber dan waktu pengambilan variabel yang digunakan, serta langkah-langkah penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pembahasan penelitian dari data yang telah diperoleh.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan disajikan kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Peramalan

Menurut Subagyo (1984) segala sesuatu serba tidak pasti dalam kehidupan sosial, sukar diperkirakan secara tepat, oleh karena itu perlu diadakan peramalan. Peramalan bertujuan mendapatkan peramalan yang dapat meminimumkan kesalahan meramal (*forecast error*) yang dapat diukur dengan *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan sebagainya. Peramalan (*forecasting*) adalah kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi atau kapan suatu peristiwa akan terjadi, sehingga tindakan atau keputusan yang tepat dapat dilakukan. Beberapa metode peramalan yaitu metode perataan (*average*), metode *exponential smoothing*, dan metode Box-Jenkis.

Adanya beberapa metode peramalan yang tersedia sehingga masalah yang timbul bagi para praktisi dapat memahami bagaimana karakteristik suatu metode peramalan akan cocok bagi suatu pengambilan keputusan tertentu. Dua pola menyeluruh untuk membantu para praktisi dalam memilih metode yang tersedia pada situasi tertentu telah dikembangkan oleh Chambers, dkk (1971, 1974) dan oleh Wheelwright dan Makridakis (1980). Pola Chambers, dkk didasarkan atas konsep siklus-hidup produk dan adanya kenyataan bahwa berbagai tahap dari pengembangan produk memerlukan metode yang sifatnya berbeda (Makridakis, dkk, 1999).

Pengembangan dalam teknik peramalan telah dikembangkan ke dalam dua kategori utama yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif atau teknologis. Metode kuantitatif dapat dibagi ke dalam deret berkala dan metode kausal, sedangkan metode kualitatif dibagi menjadi metode eksploratoris dan normatif (Makridakis, dkk, 1999).

Peramalan kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi berikut (Makridakis, dkk, 1999):

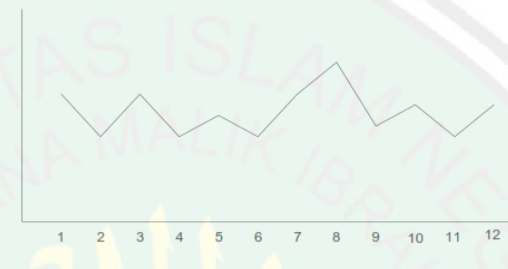
1. Tersedia informasi tentang masa lalu
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik
3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut

di masa mendatang.

2.2 Penentuan Pola Data

Hal penting yang harus diperhatikan dalam metode deret berkala adalah menentukan jenis pola dan historisnya, sehingga pola data yang tepat dengan pola data tersebut dapat diuji, pola data umumnya dapat dibedakan sebagai berikut (Makridakis, dkk, 1999):

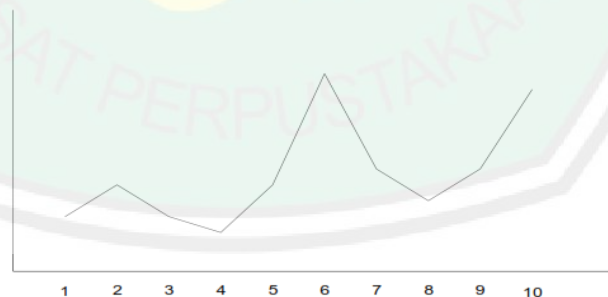
1. Pola data horizontal



Gambar 2.1 Pola data Horizontal

Pola data horizontal merupakan pola yang terjadi bila nilai berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Apabila suatu keadaan pengendalian kualitas yang menyangkut pengambilan contoh dari suatu proses produksi kontinu yang secara teoritis tidak mengalami perubahan.

2. Pola data musiman

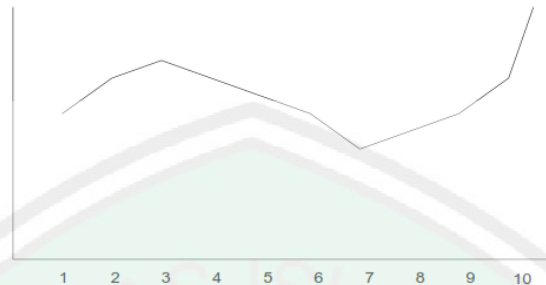


Gambar 2.2 Pola data Musiman

Pola data musiman merupakan pola yang menunjukkan perubahan yang berulang-ulang secara periodik dalam deret waktu. Pola ini terjadi bila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu. Penjualan dari produk seperti minuman

ringan, es krim, dan bahan bakar pemanas ruang menunjukkan pola ini.

3. Pola data siklus



Gambar 2.3 Pola data Siklus

Pola data siklus merupakan pola data yang menunjukkan gerakan naik turun dalam jangka panjang dari suatu kurva trend, yang terjadi akibat pengaruh oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya menunjukkan jenis pola ini.

4. Pola data trend



Gambar 2.4 Pola data Trend

Pola data trend merupakan pola yang menunjukkan kenaikan atau penurunan jangka panjang dalam data. Pola ini terjadi seperti contoh pada penjualan banyak perusahaan, produk Bruto Nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya.

2.3 Uji Normalitas Data

Uji normalitas adalah sebuah uji yang dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel berdistribusi normal atau

tidak (Sinaga, dkk, 2019). Uji normalitas data pada penelitian ini menggunakan uji normalitas *kolmogorv-smirnov*. Konsep uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah hipotesis nol data dipilih dari populasi yang berdistribusi normal tidak akan ditolak pada tingkat konvensional 5% (Spiegel & Stephens, 2007).

H_0 : data jumlah penduduk Kota Samarinda berdistribusi normal

H_1 : data jumlah penduduk Kota Samarinda tidak berdistribusi normal

Statistik uji:

$$D = \sup[F(x) - S(x)] \quad (2.1)$$

dimana :

$F(x)$ = fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi normal

$S(x)$ = fungsi distribusi kumulatif dari suatu distribusi pengamatan

Titik kritis pada pengujian ini yakni apabila $p - value > 0,15$ dimana lebih dari 0,05 maka variabel dinyatakan berdistribusi normal (Mattjik & Sumertajaya, 2006).

2.4 Metode *Exponential Smoothing*

Exponential Smoothing merupakan metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara Eksponensial terhadap nilai observasi lebih tua, dimana nilai lebih baru diberi bobot relatif lebih besar dibanding nilai observasi lebih lama. Ramalannya tidak perlu menyimpan banyak data untuk keperluan peramalan berikutnya. Tujuan pemberian bobot untuk memuluskan atau menghaluskan hasil ramalan dan pola grafiknya. Pemulusan (*smoothing*) dapat digunakan untuk dua keperluan, pertama sebagai peramalan dan kedua untuk mengurangi atau menghilangkan gejolak pendek data time series.

Metode *Exponential Smoothing* digunakan jika bobot observasi tidak sama melainkan menurun secara Exponential dari observasi terakhir menuju pada data yang lalu. Metode *Exponential Smoothing* terdiri atas tunggal, ganda, dan metode yang lebih rumit. Semuanya mempunyai sifat yang sama, yaitu nilai yang lebih baru diberikan bobot yang relatif lebih besar dibanding nilai observasi yang lebih lama (Makridakis, 1999).

2.4.1 Metode *Single Exponential Smoothing*

Metode *Single Exponential Smoothing* adalah metode peramalan yang memberikan bobot menurun secara Eksponensial untuk data yang makin jauh kebelakang dimana ramalan tersebut hanya terdiri dari satu nilai saja. (Makridakis, 1999).

Persamaan yang digunakan dalam metode *Single Exponential Smoothing*, sebagai berikut (Makridakis, 1999):

$$F_{t+1} = F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{X_{t-N}}{N} \right) \quad (2.2)$$

Misalkan observasi lama X_{t-N} tidak tersedia sehingga harus digantikan dengan nilai pendekatan, nilai ramalan periode sebelumnya yaitu F_t dengan mensubstitusinya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{F_t}{N} \right) \\ &= \left(\frac{1}{N} \right) X_t + \left(1 - \frac{1}{N} \right) F_t \end{aligned} \quad (2.3)$$

dimana :

$\frac{1}{N}$ = bobot observasi yang paling akhir

$1 - \frac{1}{N}$ = bobot ramalan untuk nilai observasi pada periode-t

Persamaan (2.2) dapat diketahui bahwa ramalan yang dibuat berdasarkan atas bobot yang digunakan, untuk nilai observasi yang akhir sebesar $1/N$ dan bobot dari nilai ramalan untuk nilai observasi pada periode tersebut adalah $[1 - (1/N)]$. Karena N merupakan suatu bilangan positif, $1/N$ akan menjadi suatu konstanta antara nol (jika N tak terhingga) dan 1 (jika $N=1$). Dengan mengganti $1/N$ dengan α , maka metode *Single Exponential Smoothing* dapat ditulis persamaannya menjadi ;

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \quad (2.4)$$

dimana,

F_{t+1} = nilai ramalan untuk periode t+1

α = bobot/konstanta *smoothing* ($0 < \alpha < 1$)

X_t = nilai actual sekarang

F_t = nilai periode ramalan t

Persamaan (2.3) menunjukkan bentuk umum yang digunakan dalam menghitung ramalan dengan metode *Exponential Smoothing*, dimana metode ini banyak mengurangi masalah penyimpangan data. Metode *Exponential Smoothing* dapat diperluas dengan mensubstitusikan F_t dengan komponennya sebagai berikut;

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \\ F_t &= \alpha X_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \\ F_{t+1} &= \alpha X_t + (1 - \alpha)[\alpha X_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}] \\ &= \alpha X_t + \alpha(1 - \alpha)X_{t-1} + (1 - \alpha)^2 F_{t-1} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Jika proses substitusi ini diulangi dengan mengganti F_{t-1} dengan komponennya, F_{t-2} dengan komponennya, dan seterusnya, maka hasil persamaannya menjadi ;

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + (1 - \alpha)X_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 X_{t-2} + \alpha(1 - \alpha)^3 X_{t-3} \\ &\quad + \alpha(1 - \alpha)^4 X_{t-4} + \dots \dots \dots \alpha(1 - \alpha)^{N-1} X_{T-(N-1)} \\ &\quad + (1 - \alpha)^N F_{t-(N-1)} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Persamaan (2.5) tersebut diketahui bahwa bobot yang digunakan untuk setiap nilai yang telah terjadi pada masa lalu, bertambah secara eksponensial hal inilah yang disebut metode *Exponential Smoothing*, tujuan metode ini untuk meminimalkan rata-rata kuadrat kesalahan (*mean square error*).

Sehingga persamaan (2.3) , dapat ditulis kembali sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \\ &= F_t + \alpha(X_t - F_t) \end{aligned} \quad (2.7)$$

Jika $(X_t - F_t)$ diganti dengan e_t maka persamaannya menjadi :

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(e_t) \quad (2.8)$$

dimana e_t adalah kesalahan ramalan untuk periode t.

Persamaan (2.7) dapat diperhatikan bahwa ramalan yang dihasilkan dari *Single Exponential Smoothing* secara sederhana merupakan ramalan yang selalu ditambah suatu penyesuaian untuk galat yang terjadi pada ramalan akhir. Apabila nilai *alfa* mendekati 1, maka nilai ramalan yang baru akan memperhitungkan

suatu penyelesaian yang menyeluruh atas kesalahan pada ramalan yang lalu. Apabila nilai *alfa* nol, maka nilai ramalan baru akan memperhitungkan suatu penyesuaian yang sangat kecil atas kesalahan ramalan yang lalu (Makridakis, 1999).

2.4.2 Metode *Double Exponential Smoothing* : Metode Linier Satu Parameter Dari Brown

Dasar pemikiran dari metode *Exponential Smoothing* Linier dari Brown adalah identik dengan rata-rata bergerak linier, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*. Pada metode ini identik rata-rata bergerak ganda, yaitu pertama menghasilkan sesuatu yang menyerupai galat sistematis, dimana galat tersebut dikurangi dengan menggunakan perbedaan antara pemulusan pertama dan pemulusan kedua. Perbedaan antara rata-rata bergerak dengan metode Brown adalah terletak pada penggunaan satu parameter *alfa* pada pemulusan pertama dan pemulusan kedua (Makridakis, 1999).

Persamaan yang dipakai dalam implementasi metode *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari Brown sebagai berikut (Makridakis, 1999):

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (2.9)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (2.10)$$

$$\alpha' = S'_t + (S'_t + S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (2.11)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t) \quad (2.12)$$

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t(m) \quad (2.13)$$

dimana,

S'_t = nilai *single exponential smoothing*

S''_t = nilai *double exponential smoothing*

α_t = nilai rata – rata yang disesuaikan pada periode t

b_t = taksiran *trend* dari periode waktu yang satu ke periode yang berikutnya

F_{t+m} = nilai ramalan untuk periode m ke muka dari periode waktu t

m = jumlah periode ke muka yang diramalkan.

2.4.3 Metode *Double Exponential Smoothing* : Metode Dua- Parameter dari *Holt*

Metode ini pada prinsipnya serupa dengan Brown kecuali Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Metode Holt, memuluskan nilai trend dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli (Makridakis, 1999).

Ramalan dari *Exponential Smoothing* Linier dari *Holt* didapat dengan menggunakan dua konstanta pemulusan (dengan nilai antara 0 dan 1), dimana persamaan-persamaannya sebagai berikut (Makridakis, 1999):

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.14)$$

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} X_t + \left(1 - \frac{1}{N}\right) F_t \quad (2.15)$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad (2.16)$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (2.17)$$

Exponential Smoothing Linier dari *Holt* memerlukan dua taksiran yang satu mengambil nilai pemulusan pertama S_1 dan yang lain mengambil *trend* b_1 , pilih $S_1 = X_1$, dimana memerlukan *trend* dari satu periode ke periode lainnya, persamaannya sebagai berikut:

$$b_1 = X_2 - X_1, \text{ atau} \quad (2.18)$$

$$= \frac{(X_2 - X_1) + (X_3 - X_2) + (X_4 - X_3)}{3} \quad (2.19)$$

dimana, b_1 = taksiran setelah data diplot.

2.4.4 Metode *Triple Exponential Smoothing* : Metode Kuadratik Satu-Parameter dari *Brown*

Exponential Smoothing Linier yang dapat digunakan untuk meramalkan data dengan suatu pola *trend* dasar, bentuk pemulusannya yang lebih tinggi dapat digunakan bila dasar pola datanya adalah kuadratis, kubik, atau orde yang lebih tinggi. Dasar pendekatannya dengan memasukkan tingkat pemulusan tambahan (*smoothing triple*) dan memberlakukan persamaan peramalan kuadratis.

Persamaan untuk pemulusan kuadratis adalah (Makridakis, 1999):

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (2.20)$$

$$S_t'' = \alpha S_t'' + (1 - \alpha) S_{t-1}'' \quad (2.21)$$

$$S_t'' = \alpha S_t'' + (1 - \alpha) S_t''' \quad (2.22)$$

$$\alpha_t = 3S_t' - 3S_t'' + S_t''' \quad (2.23)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} [(6 - 5\alpha)S_t' - (10 - 8\alpha)S_t''' + (4 - 3\alpha)S_t'''] \quad (2.24)$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)^2} (S_t' - 2S_t''' + S_t''') \quad (2.25)$$

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2 \quad (2.26)$$

2.4.5 Metode *Triple Exponential Smoothing* : Metode Kecenderungan dan Musiman Tiga – Parameter dari *Winters*

Jika datanya stasioner, maka rata-rata bergerak atau pemulusan eksponensial tunggal adalah tepat. Jika datanya menunjukkan suatu trend linier, maka baik model linier dari *Brown* atau *Holt* adalah tepat. Tetapi jika datanya musiman, metode ini tidak mengatasi masalah tersebut dengan baik, walaupun metode *Winters* dapat menangani faktor musiman secara langsung. Pola musiman ada pada model *Winters* tiga parameter linier dan pemulusan Eksponensial Musiman, merupakan pengembangan dari model *Holt* yang dapat mengurangi galat ramalan. Satu tambahan persamaan digunakan untuk estimasi musiman (Makridakis, 1999).

Metode *Winters* didasarkan atas tiga persamaan pemulusan, yaitu satu unsur stasioner, satu untuk *trend*, dan satu untuk musiman. Hal ini serupa dengan metode *Holt*, dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman. Persamaan dasar untuk metode *Winters* adalah (Makridakis, 1999) :

- a. Deretan Pemulusan Eksponensial ;

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.27)$$

- b. Estimasi *Trend* ;

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 + \gamma) b_{t-1} \quad (2.28)$$

- c. Estimasi Musiman ;

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1 - \beta) I_{t-L} \quad (2.29)$$

d. Ramalan m periode kedepan;

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m) I_{t-L+m} \quad (2.30)$$

dimana :

S_t = nilai pemulusan baru atau level estimasi saat ini

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

X_t = pengamatan baru nilai actual periode t

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

b_t = estimasi *trend*

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

I_t = estimasi musiman

m = periode yang diramalkan kedepan

L = panjangnya musiman

F_{t+m} = ramalan untuk periode m periode kedepan

Estimasi musiman diberikan sebagai indeks musim, dan dihitung dari persamaan (2.28). Pada persamaan (2.28) merupakan estimasi indeks musim (X_t/S_t) dikalikan β dan kemudian ditambahkan ke estimasi musim yang lama (I_{t-L}), dikali $(1 - \beta)$. Tujuan X_t dibagi S_t adalah untuk menggambarkan nilai sebagai indeks dan bukan dalam bentuk absolut, sehingga dapat dirata-ratakan dengan indeks musim dimuluskan ke periode $t - L$ (Henke, 1981).

2.5 Trend Analysis

Trend Analysis merupakan suatu metode analisis yang ditujukan untuk melakukan suatu estimasi atau peramalan masa yang akan datang serta mengetahui kecenderungan data tersebut naik atau turun. Melakukan peramalan dengan baik maka dibutuhkan berbagai macam informasi atau data yang banyak dan diamati dalam periode waktu yang relatif cukup panjang, sehingga dari hasil analisis tersebut dapat diketahui sampai beberapa besar fluktuasi yang terjadi dan faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap perubahan tersebut (Dewi Murti, 2019).

Trend dibagi menjadi tiga metode, yaitu: *trend* linear, *trend* kuadratik, dan *trend* eksponensial. Penggunaan trend salah satunya dengan membuat *scatter* diagram data observasinya. Jika *scatter* diagramnya menunjukkan kenaikan linear

maka digunakan *trend* linear. Tetapi bila tidak dapat digunakan *trend* linear maka diperhatikan apakah membentuk kuadratik baik yang terbuka keatas atau terbuka kebawah. Sehingga *trend* kuadratik yang cocok untuk hal tersebut. Selanjutnya jika *scatter* diagram tidak menunjukkan *trend* linear dan kuadratik maka perlu diperhatikan secara rinci apakah kenaikannya secara berlipat ganda atau menghitung terlebih dahulu logaritma data asli kemudian digambarkan. Jika ternyata memperlihatkan bentuk linear maka disebut *trend* eksponensial. (Dewi Murti, 2019)

Adapun persamaan metode trend analysis sebagai berikut (Dewi Murti, 2019):

a. *Trend* linear : $Y = a + bX + e$ (2.31)

b. *Trend* kuadratik : $Y = a + Bx + cX^2 + e$ (2.32)

c. *Trend* eksponensial : $Y = ab^x + e$ (2.33)

Trend linear adalah suatu trend yang kenaikan atau penurunan nilai yang akan diramalkan naik atau turun secara linear. Variabel waktu sebagai variabel bebas dapat menggunakan waktu tahunan, semesteran, kuartalan, triwulanan, bulanan hingga mingguan. Waktu yang digunakan tergantung kebutuhan atau pemakaian model tetapi data yang digunakan harus tersedia sesuai dengan kebutuhan.

Garis *trend* linear dapat ditulis sebagai persamaan garis lurus sebagai berikut (Dewi Murti, 2019):

$$Y = a + bX \quad (2.34)$$

dimana:

Y : data berkala

X : waktu (hari, minggu, bulan, tahun)

a,b : bilangan konstan

Nilai a dan b dari persamaan *trend* linear ditentukan dengan rumus (Dewi Murti, 2019):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad \text{dan} \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i^2} \quad (2.35)$$

dimana:

Y = nilai data berkala

N = jumlah periode waktu

X = variabel waktu

Perhitungan memerlukan nilai tertentu pada variabel waktu (X). Variabel waktu untuk data ganjil dan genap memiliki nilai-nilai yang berbeda. (Dewi Murti, 2019)

a. Jumlah periode waktu ganjil, nilai-nilai:..., -3, -2, -1, 0 + 1, 2, 3,...

b. Jumlah periode waktu genap, nilai-nilai:..., -5, -3, -1, 0 + 1, 3, 5,...

Metode *trend analysis* dapat diuraikan sebagai berikut (Dewi Murti, 2019):

a. *Freehand*

Metode garis *trend* dibuat secara bebas tanpa menggunakan rumus matematika. Ramalan dapat diperoleh secara sederhana dengan penarikan garis *trend* untuk periode yang diramalkan.

b. Kuadrat Terkecil

Satu metode yang paling luas digunakan untuk menentukan persamaan *trend* data.

Garis *trend* ini mempunyai sifat-sifat:

1. Penjumlahan seluruh deviasi vertikal titik-titik data terhadap garis adalah nol.
2. Penjumlahan seluruh kuadrat deviasi vertikal data data historik dari garis adalah minimum.
3. Garis melalui rata-rata X dan Y .

Analisis time series dapat dilakukan dengan beberapa metode yang ada salah satunya adalah teknik *least square*. Metode ini mencocokkan fungsi sekumpulan data.

2.6 Ukuran Akurasi Peramalan

Validasi metode peramalan terutama dengan menggunakan metode-metode di atas tidak dapat lepas dari indikator-indikator dalam pengukuran akurasi peramalan. Bagaimanapun juga terdapat sejumlah indikator dalam pengukuran

akurasi peramalan, berikut adalah ukuran yang paling umum digunakan seperti *Mean Absolute Deviation*, *Mean Absolute Percentage Error*, dan *Mean Squared Error*.

Menurut Heizer dan Render (2009), ada beberapa perhitungan yang biasa digunakan untuk menghitung kesalahan peramalan total. Perhitungan ini dapat digunakan untuk membandingkan model peramalan yang berbeda, mengawasi peramalan, dan untuk memastikan peramalan berjalan dengan baik. Ukuran kesalahan yang digunakan tersebut di antaranya:

a. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Mean Absolute Deviation (MAD) merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Akurasi peramalan akan tinggi apabila nilai-nilai MAD, dan mean squared error semakin kecil. MAD merupakan nilai total absolut dari forecast error dibagi dengan data, atau yang lebih sering digunakan adalah nilai kumulatif *absolute error* dibagi dengan periode. Jika diformulasikan maka formula untuk menghitung MAD adalah sebagai berikut (Gasperz, 2008):

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (2.36)$$

dimana:

A_t : permintaan aktual pada periode-t

F_t : peramalan permintaan pada periode t

n : jumlah periode peramalan yang terlibat

b. *Mean Squared Error* (MSE)

Mean Squared Error (MSE) biasa disebut dengan galat peramalan. Galat ramalan tidak dapat dihindari dalam sistem peramalan, namun galat ramalan itu harus dikelola dengan benar. Pengelolaan terhadap galat ramalan akan menjadi lebih efektif apabila peramal mampu mengambil tindakan yang tepat berkaitan dengan alasan-alasan terjadinya galat ramalan itu. Sistem peramalan, penggunaan berbagai model peramalan akan memberikan nilai ramalan yang berbeda dan derajat dari galat ramalan yang berbeda pula.

Rata-rata kesalahan kuadrat memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan prakiraan yang lebih kecil dari satu unit. MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis MSE dirumuskan sebagai berikut (Gasperz, 2008):

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \quad (2.37)$$

dimana:

A_t : permintaan aktual pada periode-t

F_t : peramalan permintaan pada periode t

n : jumlah periode peramalan yang terlibat

c. Mean Forecast Error (MFE)

Rata-rata kesalahan peramalan (*Mean Forecast Error* = MFE) sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. MFE dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis MFE dinyatakan sebagai berikut (Gasperz, 2008):

$$MFE = \sum \frac{(A_t - F_t)}{n} \quad (2.38)$$

dimana:

A_t : permintaan aktual pada periode-t

F_t : peramalan permintaan pada periode t

n : jumlah periode peramalan yang terlibat

d. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Rata-rata persentase kesalahan absolut (*Mean Absolute Percentage Error* =MAPE) merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih baik dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Rata-rata persentase kesalahan kuadrat merupakan pengukuran ketelitian dengan cara persentase kesalahan absolut. MAPE menunjukkan rata-rata kesalahan

absolut prakiraan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktualnya. Secara matematis MAPE dinyatakan sebagai berikut (Gasperz, 2008):

$$MAPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right| \quad (2.39)$$

dimana:

A_t : permintaan aktual pada periode-t

F_t : peramalan permintaan pada periode t

n : jumlah periode peramalan yang terlibat

e. *Standart Error of Estimation (SEE)*

Rata-rata perkiraan kesalahan standar (*Standart Error of Estimation* = SEE). Secara matematis SEE dinyatakan sebagai berikut (Gasperz, 2008):

$$SSE = \sqrt{\frac{(A_t - F_t)^2}{n - f_0}} \quad (2.40)$$

dimana:

A_t : permintaan aktual pada periode-t

F_t : peramalan permintaan pada periode t

n : jumlah periode peramalan yang terlibat

f_0 : derajat kebebasan yang hilang

2.7 Jumlah Penduduk

Kesejahteraan penduduk dalam suatu daerah tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhi, salah satunya faktor penduduk. Jumlah penduduk merupakan faktor paling utama yang perlu diperhatikan. Proyeksi penduduk merupakan cara penggambaran jumlah penduduk berdasarkan perhitungan tertentu yang didasarkan pada komponen-komponen yang bekerja di dalamnya atau komponen laju pertumbuhan penduduk yang meliputi kelahiran, kematian, dan migrasi (perpindahan penduduk). Penentuan masing-masing asumsi diperlukan data yang menggambarkan tren di masa lampau hingga saat ini, faktor-faktor yang mempengaruhi tiap-tiap komponen, dan hubungan antara satu komponen dengan yang lain, termasuk target yang diharapkan dicapai pada masa mendatang (Ida Bagoes M., 2003).

Proyeksi penduduk memegang peranan penting dalam tujuannya sebagai sebuah sistem perencanaan di masa yang akan datang. Di era sekarang ini, perkembangan semakin maju dan pesat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang begitu cepat. Berdasarkan data dari BPS Kota Samarinda tahun 2019, penduduk Kota Samarinda dari tahun ke tahun mencatat kenaikan yang cukup berarti. Kota Samarinda merupakan ibu kota Provinsi Kalimantan Timur sekaligus kota terbesar di seluruh Pulau Kalimantan dengan luas wilayah 717,4 km². Pada tahun 2019, jumlah penduduk Kota Samarinda sebanyak 872.768 jiwa. Dengan kondisi pertumbuhan yang relatif meningkat setiap tahunnya, maka pertumbuhan penduduk pada tahun-tahun yang akan datang diasumsikan tidak jauh berbeda dengan pola pertumbuhan pada tahun sebelumnya.

Peningkatan jumlah penduduk di suatu wilayah menunjukkan adanya pertumbuhan penduduk dari waktu ke waktu yang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor kependudukan, diantaranya adalah kelahiran (*fertilitas*), kematian (*mortalitas*) dan juga adanya migrasi penduduk. Secara terus menerus penduduk akan dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah kelahiran bayi (*fertilitas*), tetapi secara bersamaan pula akan dikurangi oleh jumlah kematian (*mortalitas*) yang terjadi pada semua golongan umur, serta migrasi juga berperan di mana imigran (pendatang) akan menambah dan emigran akan mengurangi jumlah penduduk (Ida Bagoes Mantra, 2003). Jumlah penduduk akan terus bertambah dari waktu ke waktu dan tentunya akan mempengaruhi perubahan dari waktu ke waktu pula, sejalan dengan perubahan jumlah penduduk dan segala bentuk aktivitasnya, dengan kata lain penduduk akan saling berinteraksi didalam usahanya untuk memenuhi segala kebutuhannya. Tingginya laju pertumbuhan penduduk di beberapa wilayah tertentu akan menyebabkan jumlah penduduk akan meningkat dengan cepat.

2.7.1 Aspek Kelahiran (*Fertilitas*)

Kelahiran atau *fertilitas* merupakan kemampuan berproduksi yang sebenarnya dari penduduk (*actual reproduction performance*). *Fertilitas* juga dapat diartikan sebagai jumlah kelahiran hidup (*live birth*) yang dimiliki oleh seorang atau sekelompok perempuan. Kelahiran yang dimaksud disini hanya

mencakup kelahiran hidup, artinya bayi yang dilahirkan menunjukkan tanda-tanda hidup meskipun hanya sebentar dan terlepas dari lamanya bayi itu dikandung (Ida Bagoes M., 2003).

2.7.2 Aspek Kematian (*Mortalitas*)

Kematian atau *mortalitas* adalah salah satu dari tiga komponen proses demografi yang berpengaruh terhadap struktur penduduk (jumlah dan komposisi penduduk). Kematian merupakan parameter demografi yang berfungsi mengurangi jumlah penduduk. Tinggi rendahnya tingkat kematian penduduk di suatu daerah mencerminkan kondisi kesehatan penduduk di dalamnya, yang dapat mempengaruhi tingkat kesejahteraan masyarakat di daerah tersebut (Ida Bagoes M., 2003).

2.7.3 Aspek Migrasi (*Perpindahan Penduduk*)

Perpindahan penduduk atau migrasi merupakan komponen yang memiliki peranan paling kecil diantara komponen demografi lainnya dalam mempengaruhi jumlah dan komposisi penduduk. Dalam kamus KBBI, migrasi adalah perpindahan penduduk dari suatu tempat menuju ke tempat lain untuk menetap.

Migrasi menjadi faktor yang dapat mempengaruhi kepadatan dan persebaran penduduk. Wilayah yang lebih menarik untuk para migran akan memiliki kepadatan penduduk yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang tidak menarik. Migrasi juga mempengaruhi pertumbuhan penduduk. Migrasi yang tinggi akan menyebabkan pertumbuhan penduduk yang tinggi pula sedangkan angka emigrasi yang tinggi justru akan menyebabkan pertumbuhan penduduk negative (Ida Bagoes M., 2003).

2.8 Prediksi dalam Al-Qur'an

Manusia sebagai makhluk ciptaan Allah hanya mampu merencanakan apa apa yang mereka inginkan, namun segala sesuatu yang terjadi hanya Allah yang Maha Mengetahui. Tidak ada satupun sesuatu yang terjadi baik di muka bumi maupun yang ada di langit tanpa sepengetahuan-Nya. Misalnya pada kehidupan sehari-hari dalam hal manajemen dan administrasi, perencanaan merupakan

kebutuhan yang besar karena waktu tenggang untuk pengambilan keputusan dapat berkisar dari beberapa tahun (untuk kasus penanaman modal) sampai beberapa hari atau bahkan beberapa jam (untuk penjadwalan produksi dan transportasi). Oleh karena itu manusia sebagai makhluk yang berakal harus mempunyai perencanaan sebagai bentuk antisipasi. “Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien” (Makridakis, dkk, 1999).

Peramalan Ilmiah adalah peramalan yang diperbolehkan karena merupakan peramalan yang dilakukan manusia untuk pengambilan suatu keputusan untuk hari berikutnya. Peramalan dalam bidang ilmiah tidak memiliki nilai yang pasti, hasil dari peramalan itu sendiri dapat bernilai benar dan dapat juga bernilai salah, karena hasil peramalan tersebut tergantung pada seberapa akurat data-data yang diolah sebelum menghasilkan sebuah nilai peramalan.

Peramalan yang telah banyak dilakukan oleh para ilmuwan adalah keterampilan untuk menghitung atau menilai sesuatu dengan berpijak pada kejadian-kejadian sebelumnya, seperti peramalan pada saham, inflasi, curah hujan, dll. Misalnya dalam dunia usaha sangat penting diperlukan hal-hal yang terjadi di masa depan sebagai dasar untuk pengambilan suatu keputusan. Kegiatan peramalan tersebut merupakan ilmu yang digunakan untuk menafsirkan kejadian-kejadian atau kondisi yang akan terjadi, namun belum diketahui secara pasti (Heizer dan Render, 2009).

Allah berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-Isra'/17:12 yaitu :

وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَتَيْنِ فَمَحَوْنَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ مُبْصِرَةً
لِّتَبْتَغُوا فَضْلًا مِّن رَّبِّكُمْ وَلِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ وَكُلَّ شَيْءٍ فَصَّلْنَاهُ
تَفْصِيلًا (الإسراء: ١٢)

Artinya : “Dan kami jadikan malam dan siang sebagai dua tanda, lalu kami hapuskan tanda malam dan kami jadikan tanda siang itu terang, agar kamu mencari kurnia dari Tuhanmu, dan supaya kamu mengetahui bilangan tahun-tahun dan perhitungan. Dan segala sesuatu telah kami terangkan dengan jelas”(QS. Al-Isra' /17:12).

Dalam Ibnu Katsir (2004:160) tafsir surat Al-Isra' ayat 12 adalah Allah SWT telah memberikan berbagai tanda-tanda kekuasaan-Nya yang sangat besar kepada makhluk-Nya. Diantaranya, dijadikan-Nya siang dan malam berbeda, agar

mereka merasa tentram pada malam hari dan bertebaran pada siang hari untuk menjalani kehidupan, membuat barang-barang, bekerja dan melakukan perjalanan. Selain itu agar mereka mengetahui jumlah hari, pekan, bulan, dan tahun serta mengetahui batas waktu hutang, juga waktu ibadah, dan mu'amalah.

Sedangkan dalam tafsir jalalain (2010:172) surat Al-Isra' ayat 12 menjelaskan bahwa Allah SWT jadikan malam dan siang sebagai dua tanda yang kedua-duanya menunjukkan kekuasaan-Nya dan Allah SWT tutup cahayanya dengan kegelapan malam hari supaya kalian tenang berada di dalamnya, dan Allah SWT jadikan tanda siang itu terang sehingga seseorang dapat melihat berkat adanya cahaya agar kalian mencari pada siang hari karunia dari Tuhan kalian dengan berusaha dan supaya kalian mengetahui melalui malam dan siang hari itu bilangan tahun-tahun dan perhitungan waktu-waktu.

Berdasarkan dua tafsir di atas ayat ini menginformasikan bahwa matahari dan bulan bukan sekedar sebuah tanda gelap dan terang akan tetapi juga merupakan suatu dorongan untuk melakukan perhitungan atau peramalan ilmiah karena banyak kegunaan untuk mengetahui bilangan tahun dan waktu. Dalam hal ini melakukan perhitungan atau peramalan ilmiah yang pasti menggunakan sumber daya terbaik atau metode terbaik yang kita ketahui, sehingga dengan metode yang baik maka suatu permasalahan dapat terprediksikan bentuk solusinya serta akan terselesaikan dengan sempurna.

Peramalan non ilmiah adalah peramalan yang tidak diperbolehkan dalam islam. Peramalan non ilmiah seperti ramalan nasib manusia, baik masalah jodoh, rejeki, hoki, dan lain sebagainya. Hukum peramalan non ilmiah dalam pandangan Islam sangat jelas dilarang dalam syariat Islam karena perkara-perkara seperti ini bersifat ghaib.

Allah berfirman dalam al-Quran surat an-Naml/27:65 yaitu :

قُلْ لَا يَعْلَمُ مَنْ فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ الْغَيْبَ إِلَّا اللَّهُ وَمَا يَشْعُرُونَ أَيَّانَ يُبْعَثُونَ (النمل : ٦٥)

Artinya : "Tidak ada seorangpun di langit dan di bumi yang mengetahui perkara yang ghaib, kecuali Allah", dan mereka tidak mengetahui bila mereka akan dibangkitkan" (QS. an-Naml/27:65).

Menurut Abdullah dalam tafsir Ibnu Katsir (2004) bahwa para makhluk yang tinggal di langit dan di bumi tidak mengetahui waktu terjadinya hari kiamat. Bintang-bintang hanya dijadikan Allah untuk tiga hal; dijadikan-Nya ia sebagai hiasan langit, sebagai petunjuk, dan juga menjadi pelontar syaitan. Barang siapa memanfaatkan bintang-bintang itu untuk selain hal tersebut, berarti ia berkata dengan pendapatnya sendiri dan telah keliru dalam menempatkannya, menyia-nyiakan usahanya, dan berlebih-lebihan dalam sesuatu yang tidak terjangkau oleh ilmunya. Sesungguhnya manusia-manusia yang jahil tentang perintah Allah telah membuat bintang-bintang itu sebagai ramalan. Barangsiapa yang menikah pada waktu bintang ini niscaya begini dan begitu. Barangsiapa yang pergi pada waktu bintang ini niscaya begini dan begitu. Serta barangsiapa yang lahir pada bintang ini niscaya begini dan begitu. Sesungguhnya tidak ada satu bintang pun yang menyebabkan seorang itu lahir dalam keadaan merah atau hitam, pendek atau tinggi, tampan atau jelek, dan tidak ada yang dapat memberitahukan sesuatu yang ghaib.

Berdasarkan tafsir di atas ayat ini menginformasikan bahwa peramalan non ilmiah dalam pandangan Islam tidak diperbolehkan. Peramalan non ilmiah dalam pandangan Islam tidak diperbolehkan karena hal tersebut menyangkut masalah keyakinan iman.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Menurut Sugiono (2012) bahwa penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan dengan variabel lain. Sedangkan penelitian kuantitatif digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, analisis data bersifat kuantitatif dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Kota Samarinda. Data jumlah penduduk Kota Samarinda diambil pada periode tahun 1985– 2019.

3.3 Variabel Penelitian

Menurut Hadi (1982) bahwa variabel penelitian adalah semua keadaan, faktor, kondisi, perlakuan, atau tindakan yang dapat mempengaruhi hasil eksperimen. Variabel x dalam penelitian ini adalah rentang waktu tertentu untuk mengukur jumlah penduduk Kota Samarinda yakni tahun 1985 – 2019. Variabel y dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk Kota Samarinda dalam rentang waktu tertentu.

3.4 Analisis Data

Pada penelitian ini analisis data menggunakan bantuan *software* Minitab 16 dan Microsoft Excel 2007. Sesuai dengan tujuan penelitian dan jenis data yang akan digunakan, maka tahap analisis data di antaranya yaitu :

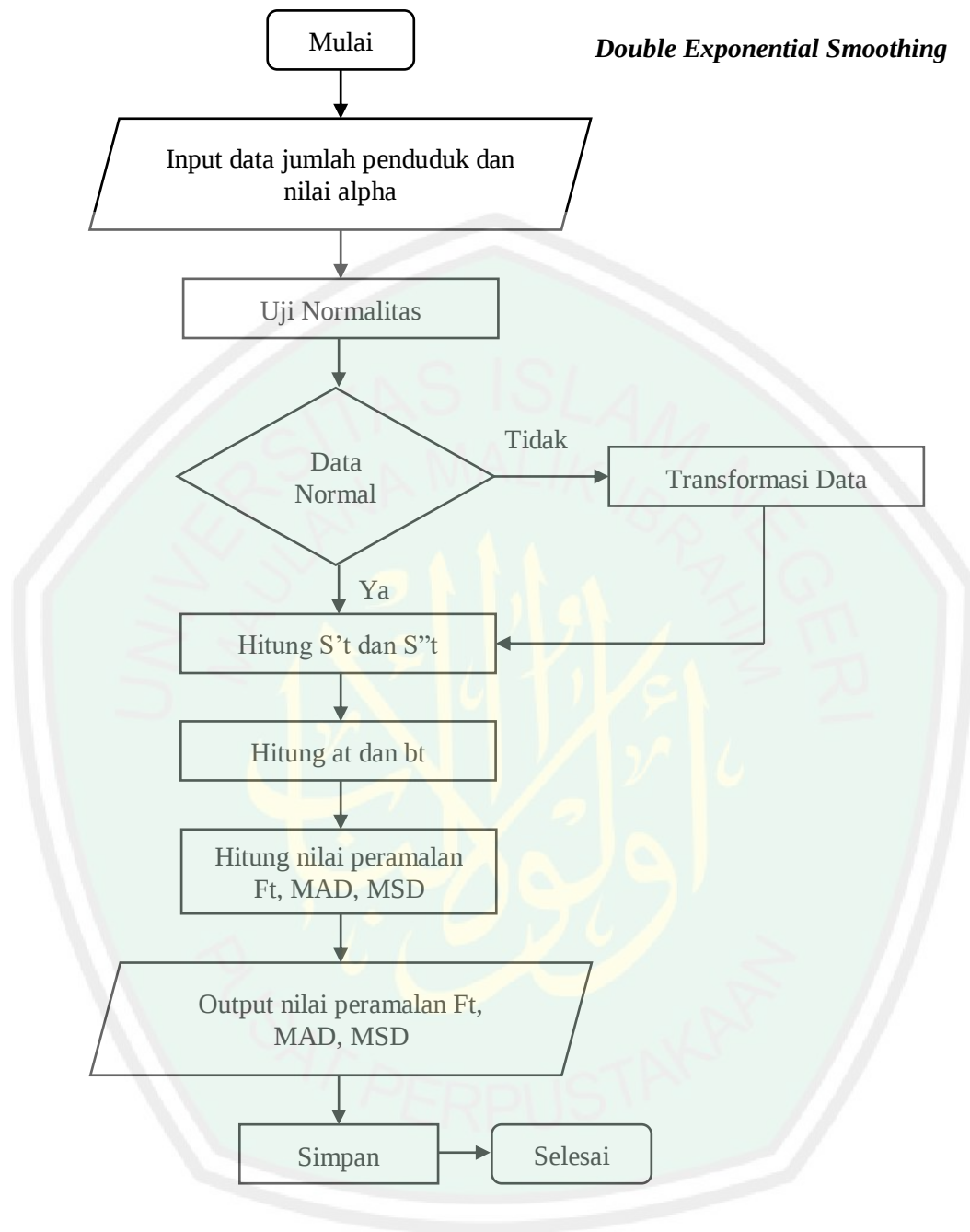
3.4.1 Analisis Data Metode *Double Exponential Smoothing*

1. Input data *time series* yaitu jumlah penduduk Kota Samarinda tahun 1985–2019.
2. Membuat plot *time series*.
3. Melakukan uji normalitas data.
4. Menghitung hasil peramalan dengan metode *double exponential smoothing* pada data indeks pembangunan manusia provinsi Sumatera Barat tahun 1985 – 2019.
5. Menghitung nilai MAD dan MSD. Kemudian menemukan nilai α yang memberikan nilai MAD dan MSD terkecil.
6. Meramalkan indeks pembangunan manusia untuk periode mendatang.

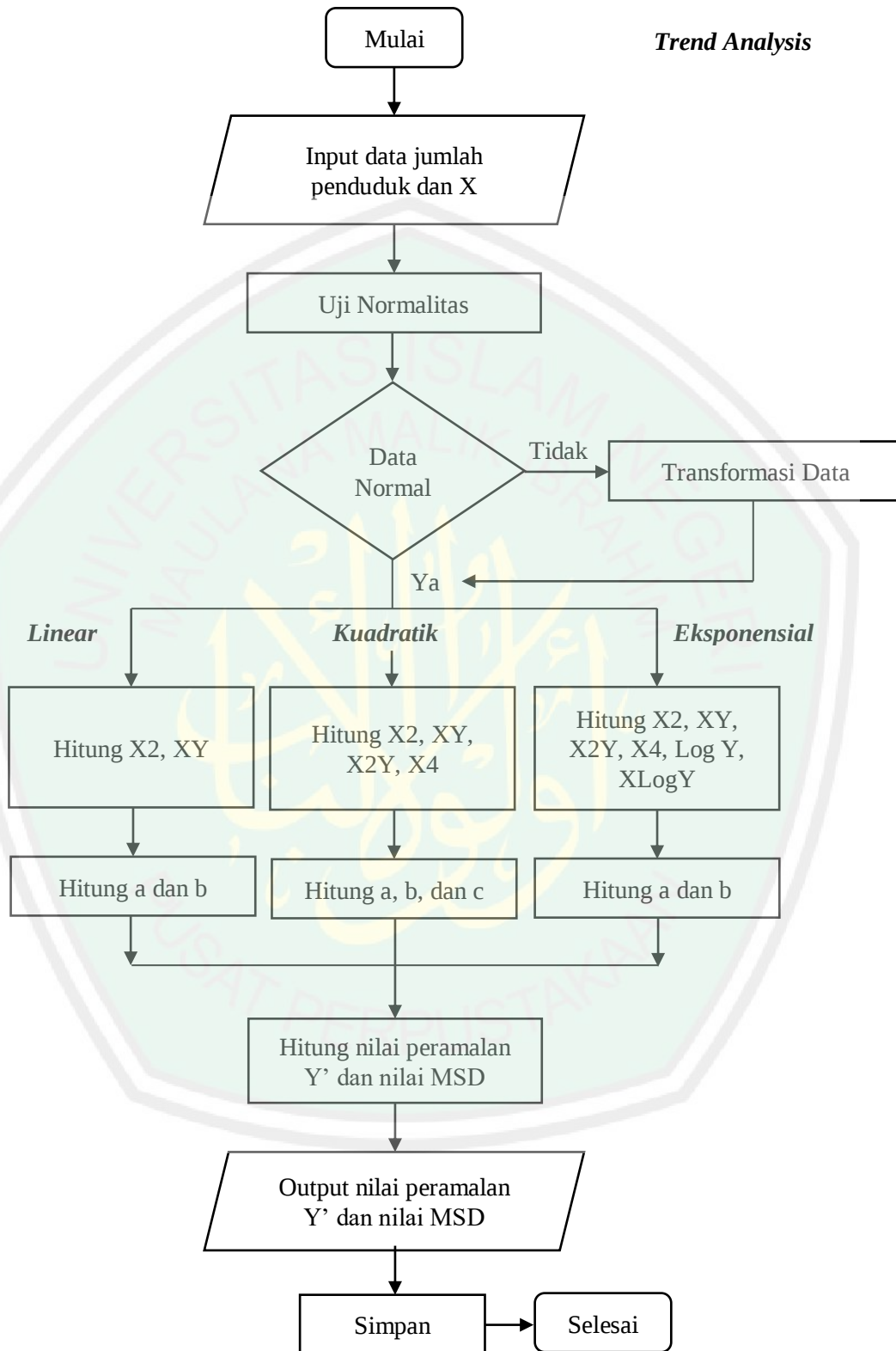
3.4.2 Analisis Data Metode *Trend Analysis*

1. Input data *time series* yaitu jumlah penduduk Kota Samarinda tahun 1985–2019.
2. Membuat plot *time series*.
3. Melakukan uji normalitas data.
4. Menghitung hasil peramalan dengan metode *trend* linear, *trend* kuadratik dan *trend* eksponensial pada data jumlah penduduk Kota Samarinda tahun 1985 – 2019.
5. Menghitung nilai MAD dan MSD. Kemudian menemukan nilai *trend* linear, *trend* kuadratik dan *trend* eksponensial yang memberikan nilai MAD dan MSD terkecil.
6. Meramalkan indeks pembangunan manusia untuk periode mendatang.

3.5 Flowchart Metode Double Exponential Smoothing



3.6 Flowchart Metode Trend Analysis



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

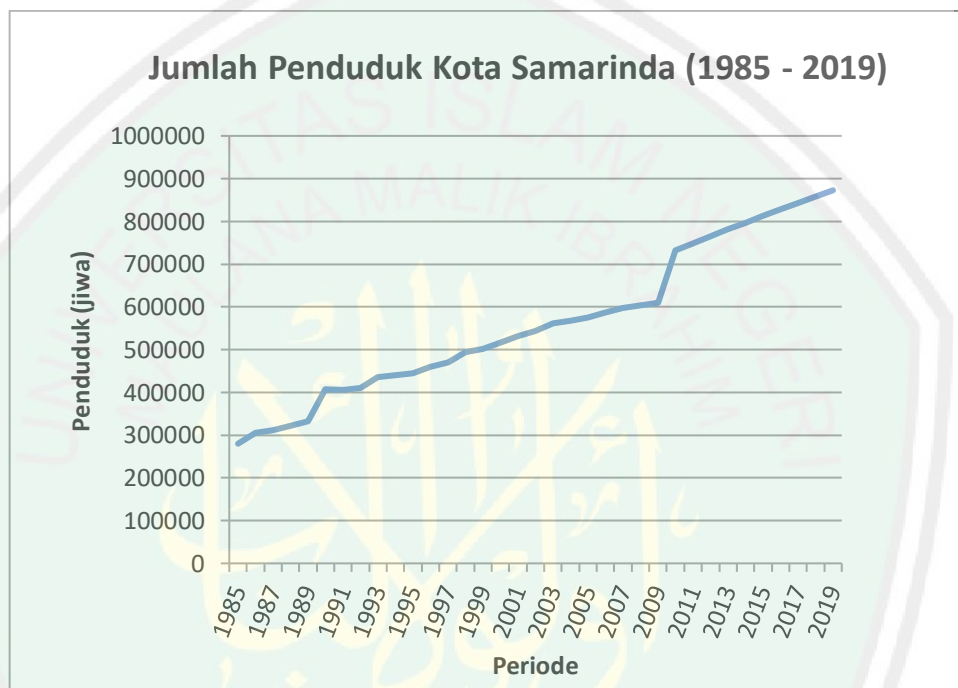
4.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataJumlah Penduduk Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur tahun 1985 sampai 2019. Data mengenai Jumlah Penduduk Kota Samarinda akan disajikan dalam tabel dan grafik berikut:

Tabel 4.1 Data Jumlah PendudukKota SamarindaTahun 1985-2019

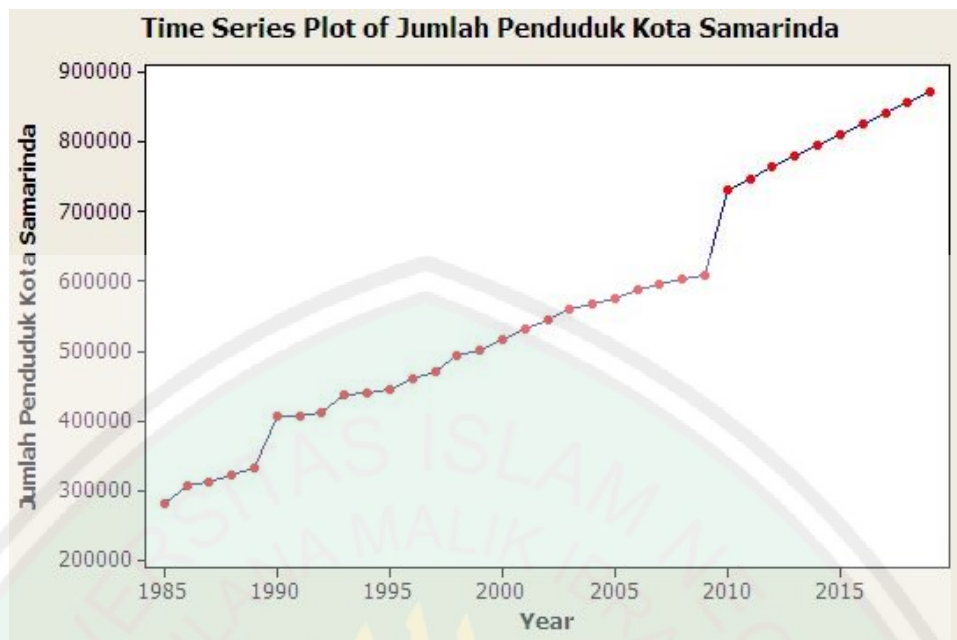
No	Tahun	Jumlah Penduduk Kota Samarinda
1	1985	279986
2	1986	305395
3	1987	311194
4	1988	321657
5	1989	332209
6	1990	407339
7	1991	406435
8	1992	410710
9	1993	436025
10	1994	440329
11	1995	444698
12	1996	459153
13	1997	470037
14	1998	494134
15	1999	501819
16	2000	516916
17	2001	531912
18	2002	544044
19	2003	561471
20	2004	567997
21	2005	574439
22	2006	587744
23	2007	597075
24	2008	603389
25	2009	609380
26	2010	732161
27	2011	748102

28	2012	764908
29	2013	781015
30	2014	797006
31	2015	812597
32	2016	828303
33	2017	843446
34	2018	858080
35	2019	872768



Gambar 4.1 Grafik Data Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019

Pada Data Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019, jumlah penduduk terbanyak pada tahun 2019 yakni sebanyak 872.768 jiwa dan jumlah penduduk terendah yaitu pada tahun 1985 sebanyak 279.986 jiwa. Rata-rata jumlah penduduk di Kota Samarinda pada tahun 1985 sampai dengan tahun 2019 adalah sebesar 564.396,4 dengan median 544.044.



Gambar 4.2 Plot Data Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019

Berdasarkan Gambar 4.2 terdapat pola trend pada data jumlah penduduk yang cenderung naik atau meningkat dari tahun 1985 sampai dengan tahun 2019. Peningkatan jumlah penduduk ini menunjukkan adanya pertumbuhan penduduk dari waktu ke waktu yang dapat dipengaruhi oleh faktor kelahiran, kematian, dan migrasi atau perpindahan penduduk. *Time Series Plot* digunakan untuk mengetahui sebaran data dan untuk mengetahui data yang keluar atau menjauhi rata-ratanya.

4. 2 Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi data yang dianalisis berdistribusi normal atau tidak. Uji kenormalan distribusi data pada penelitian ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Adapun rumusan hipotesis dan kriteria pengujian yang digunakan adalah :

- Rumusan hipotesis

H_0 : data jumlah penduduk Kota Samarinda berdistribusi normal

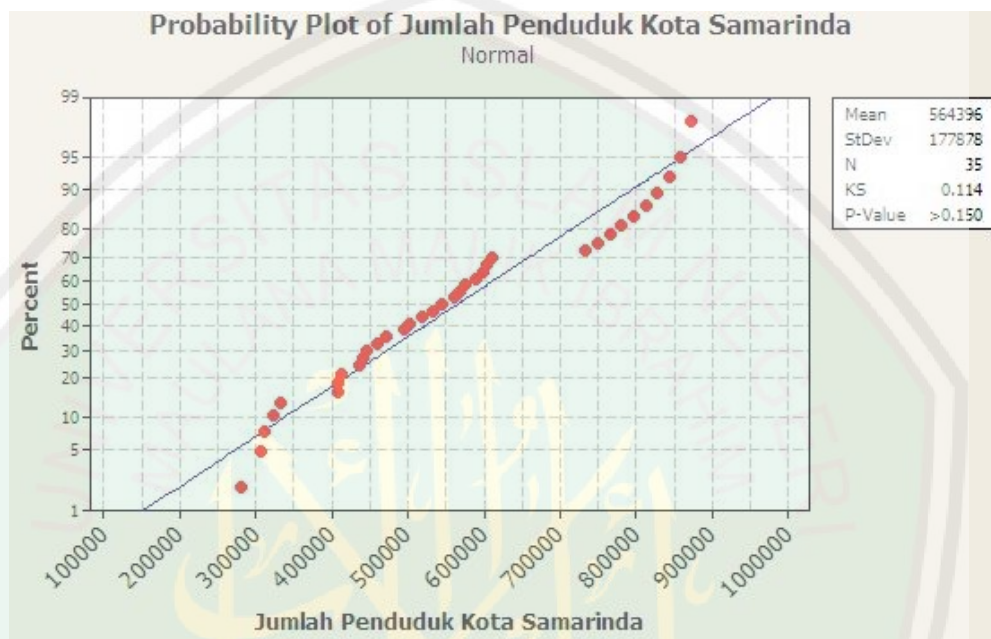
H_1 : data jumlah penduduk Kota Samarinda tidak berdistribusi normal

- Statistik Uji

Jika $p\text{-value} > 0,05$, maka H_0 diterima.

Jika $p\text{-value} < 0,05$, maka H_0 ditolak.

Dari *output* Minitab diperoleh nilai sebagai berikut:



Gambar 4.3 Uji Normalitas DataJumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019

Output ini menjelaskan tentang hasil uji normalitas dengan metode Kolmogorov-Smirnov. Untuk melakukan pengujian normalitas dari data tersebut cukup dengan melihat nilai $p\text{-value}$ yang dihasilkan, apabila nilai $p\text{-value}$ kurang dari 0.05, maka kesimpulannya data tidak berdistribusi normal. Tetapi jika nilai $p\text{-value}$ lebih dari 0,05, maka data tersebut berdistribusi normal.

Berdasarkan *output* di atas, diketahui bahwa nilai $p\text{-value}$ sebesar $>0,150$ lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data jumlah penduduk berdistribusi normal. Dengan adanya hasil uji ini, data jumlah penduduk dapat langsung diolah tanpa harus melalui proses transformasi.

4. 3 Peramalan Metode *Double Exponential Smoothing*

Dalam penyelesaian masalah metode *Double Exponential Smoothing* ada beberapa langkah-langkah yang digunakan sesuai dengan rumus yang ditentukan yaitu dengan menggunakan data Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985 – 2019 dapat dilihat pada tabel 4.1. Dari tabel 4.1 diatas maka dapat dibuat peramalan tentang jumlah penduduk pada tahun yang akan datang.

4.3.1 Perhitungan Metode *Double Exponential Smoothing*

Untuk tahun ke-1 (1985):

S'_t : Ditentukan jumlah penduduk di tahun pertama (1985) yaitu 279.986 jiwa.

S''_t : Ditentukan jumlah penduduk di tahun pertama (1985) yaitu 279.986 jiwa, karena untuk $t - 1$ belum diperoleh.

α_t : Belum ditentukan.

b_t : Belum ditentukan.

Untuk tahun ke-2 (1986):

$X_t = 305.395$

Rumus pertama yang dikerjakan yaitu menentukan S'_t atau nilai untuk *single exponential*, dimana yang ditentukan dari rumus ini adalah menentukan nilai αX_t , nilai $(1 - \alpha)$, dan nilai S'_{t-1} . Dengan nilai parameter $\alpha = 0,2$ dan berdasarkan Persamaan 2.9, dapat diperoleh penyelesaian berikut:

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \\ &= 0,2 (305.395) + (0,8) (279.986) \\ &= 61.079 + 223.988,8 \\ &= 285.067,8 \end{aligned}$$

Kemudian setelah ditentukan hasil dari nilai *Single Exponential* maka langkah selanjutnya ditentukan rumus S''_t untuk *Double Exponential*, dimana yang ditentukan adalah nilai $(1 - \alpha)$, dan nilai S''_t berdasarkan Persamaan 2.10:

$$\begin{aligned} S''_t &= \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \\ &= 0,2 (285.067,8) + (0,8) (279.986) \\ &= 57.013,56 + 223.988,8 \\ &= 281.002,36 \end{aligned}$$

Setelah ditentukan nilai S_t'' maka penyelesaian selanjutnya yaitu menentukan nilai α_t , untuk cara penyelesaiannya yaitu nilai 2 dikalikan dengan jumlah penduduk dari nilai *Single Exponential* (S_t') dikurangi dengan hasil penjumlahan dari nilai *Double Exponential* (S_t'') berdasarkan Persamaan 2.11 dengan penyelesaian sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_t &= 2S_t' - S_t'' \\ &= 2(285.067,8) - 281.002,36 \\ &= 289.133,24\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai b_t dengan menentukan nilai $\frac{\alpha}{(1-\alpha)}$ yang dikalikan dengan hasil penjumlahan dari nilai *Single Exponential* (S_t') kemudian dikurangi dengan hasil penjumlahan dari nilai *Double Exponential* (S_t'') berdasarkan Persamaan 2.12, maka diperoleh penyelesaian sebagai berikut :

$$\begin{aligned}b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} + (S_t' - S_t'') \\ &= \frac{0,2}{0,8} (285.067,8 - 281.002,36) \\ &= 1.016,36\end{aligned}$$

Selanjutnya untuk mencari nilai F_{t+m} belum dapat ditentukan karena nilai α_t dan b_t belum ditentukan pada tahun sebelumnya. Nilai F_{t+m} dapat dicari pada tahun ke-3.

Untuk tahun ke-3 (1987):

$$X_t = 311.194$$

Tahun ke-3 (1987) ini cara penyelesaiannya sama dengan tahun ke-2, namun pada tahun ke-3 ini sudah bisa di prediksi atau diramalkan karena antara nilai α_t dan b_t sudah diperoleh, maka nilai F_{t+m} juga sudah bisa dicari untuk memprediksi jumlah penduduk untuk tahun yang akan datang. Kemudian nilai kesalahan ramalan (e_t) sudah dapat di cari dengan cara mengurangkan nilai aktual (X_t) dengan nilai hasil peramalan F_{t+m} . Berikut ini adalah cara penyelesaiannya sampai mencari nilai e_t .

$$\begin{aligned}S_t' &= \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}' \\ &= 0,2(311.194) + (0,8)(285.067,8) \\ &= 62.238,8 + 228.054,24\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 290.293,04 \\
S_t'' &= \alpha S_t' + (1 - \alpha) S_{t-1}'' \\
&= 0,2 (290.293,04) + (0,8) (281.002,36) \\
&= 58.058,608 + 224.801,888 \\
&= 282.860,496 \\
\alpha_t &= 2S_t' - S_t'' \\
&= 2 (290.293,04) - 282.860,496 \\
&= 297.725,584 \\
b_t &= \frac{\alpha}{(1-\alpha)} + (S_t' - S_t'') \\
&= \frac{0,2}{0,8} (290.293,04 - 282.860,496) \\
&= 1.858,136
\end{aligned}$$

Peramalan tahun ke-3 dengan $m=1$

$$\begin{aligned}
F_{1986+1} &= \alpha_{1986} + b_{1986}(m) \\
&= 289.133,24 + 1.016,36 \\
&= 290.149,6
\end{aligned}$$

Nilai e_t untuk tahun 1986 adalah:

$$\begin{aligned}
e_{1987} &= X_{1987} - Y_{1987} \\
&= 311.194 - 290.149,6 \\
&= 21.044,4
\end{aligned}$$

Berikut perhitungan secara lengkap peramalan jumlah penduduk menggunakan *Double Exponential Smoothing* menggunakan $\alpha = 0,2$

Tabel 4.2 Metode *Double Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0.2$ pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019

No	Tahun	Actual	Alpha = 0.2							
			S'(t)	S''(t)	a	b	Forecast	Error	Abs Error	Error^2
1	1985	279986	279986	279986	279986					
2	1986	305395	285067.80	281002.36	289133.24	1016.36	279986	25409	25409	645617281.00
3	1987	311194	290293.04	282860.50	297725.58	1858.14	290149.6	21044.4	21044.4	442866771.36
4	1988	321657	296565.83	285601.56	307530.10	2741.07	299583.72	22073.28	22073.28	487229689.96
5	1989	332209	303694.47	289220.14	318168.79	3618.58	310271.17	21937.83	21937.83	481268472.86
6	1990	407339	324423.37	296260.79	352585.96	7040.65	321787.37	85551.63	85551.63	7319081737.86

7	1991	406435	340825.70	305173.77	376477.62	8912.98	359626.60	46808.40	46808.40	21910261.90.73
8	1992	410710	354802.56	315099.53	394505.59	9925.76	385390.61	25319.39	25319.39	64107168.5.79
9	1993	436025	371047.05	326289.03	415805.06	11189.50	404431.35	31593.65	31593.65	99815899.6.73
10	1994	440329	384903.44	338011.91	431794.96	11722.88	426994.56	13334.44	13334.44	17780716.1.49
11	1995	444698	396862.35	349782.00	443942.70	11770.09	443517.84	1180.16	1180.16	1392771.69
12	1996	459153	409320.48	361689.70	456951.26	11907.70	455712.79	3440.21	3440.21	11835068.65
13	1997	470037	421463.78	373644.51	469283.05	11954.82	468858.96	1178.04	1178.04	1387780.00
14	1998	494134	435997.83	386115.18	485880.48	12470.66	481237.87	12896.13	12896.13	16631013.2.37
15	1999	501819	449162.06	398724.55	499599.57	12609.38	498351.14	3467.86	3467.86	12026050.56
16	2000	516916	462712.85	411522.21	513903.49	12797.66	512208.95	4707.05	4707.05	22156349.36
17	2001	531912	476552.68	424528.31	528577.05	13006.09	526701.15	5210.85	5210.85	27153008.41
18	2002	544044	490050.94	437632.83	542469.05	13104.53	541583.15	2460.85	2460.85	6055801.25
19	2003	561471	504334.95	450973.26	557696.65	13340.42	555573.58	5897.42	5897.42	34779549.82
20	2004	567997	517067.36	464192.08	569942.65	13218.82	571037.08	3040.08	3040.08	9242063.00
21	2005	574439	528541.69	477062.00	580021.38	12869.92	583161.47	8722.47	8722.47	76081481.94
22	2006	587744	540382.15	489726.03	591038.27	12664.03	592891.30	5147.30	5147.30	26494729.98
23	2007	597075	551720.72	502124.97	601316.47	12398.94	603702.30	6627.30	6627.30	43921162.49
24	2008	603389	562054.38	514110.85	609997.90	11985.88	613715.41	10326.41	10326.41	10663480.2.82
25	2009	609380	571519.5	525592.58	617446.42	11481.73	621983.79	12603.79	12603.79	15885541.7.36
26	2010	732161	603647.8	541203.63	666091.98	15611.04	628928.15	10323.2.85	10323.2.85	10657020.679.77
27	2011	748102	632538.64	559470.63	705606.65	18267.00	681703.02	66398.98	66398.98	44088242.76.71
28	2012	764908	659012.51	579379.01	738646.02	19908.38	723873.66	41034.34	41034.34	16838172.84.84
29	2013	781015	683413.01	600185.81	766640.21	20806.80	758554.40	22460.60	22460.60	50447866.4.28
30	2014	797006	706131.61	621374.97	790888.25	21189.16	787447.02	9558.98	9558.98	91374187.10
31	2015	812597	727424.69	642584.91	812264.46	21209.94	812077.41	519.59	519.59	269973.57
32	2016	828303	747600.35	663588.00	831612.70	21003.09	833474.41	5171.41	5171.41	26743444.85
33	2017	843446	766769.48	684224.29	849314.66	20636.30	852615.79	9169.79	9169.79	84085008.76
34	2018	858080	785031.58	704385.75	865677.41	20161.46	869950.96	11870.96	11870.96	14091970.0.38
35	2019	872768	802578.87	724024.38	881133.36	19638.62	885838.87	13070.87	13070.87	17084770.5.35
36	2020						900771.98			

Jumlah					1898292 1.43	49096 5.57	66246 6.33	31856835 083.10
Rata-rata					1960370 7.41	14440. 16	19484. 30	93696573 7.74

Setelah ditentukan nilai dari rumus F_{t+m} maka dibuat tabel 4.2 untuk melihat hasil dari nilai perhitungan seluruhnya. Nilai α optimal adalah α yang paling akurat dengan nilai total *error* MAD dan MSD yang terkecil atau minimum.

Untuk $\alpha = 0,2$; $n = 34$, dimana nilai n diperoleh dari jumlah data tahun yang mempunyai nilai kesalahan ramalan akhir, dengan menggunakan Persamaan 2.36 dan Persamaan 2.37, diperoleh nilai $MAD = 1.444,16$ dan $MSD = 936.965.737,74$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama maka dapat ditentukan nilai *Double Exponential Smoothing* dan nilai ramalan yang akan datang untuk $\alpha = 0,2$, $0,5$, dan $0,9$. Untuk nilai perhitungannya dapat dilihat pada lampiran.

4.3.2 Pemilihan Parameter α Terbaik Metode *Double Exponential Smoothing*

Dalam penelitian ini pemilihan parameter α terbaik dipilih berdasarkan nilai MAD dan MSD terkecil. Nilai α yang telah ditentukan adalah $0,2$, $0,5$, dan $0,9$. Hasil perhitungan MAD dan MSD untuk parameter $\alpha = 0,2, 0,5$, dan $0,9$ dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai MAD dan MSD pada $\alpha = 0,2, 0,5, 0,9$

	Alpha = 0.2	Alpha = 0.5	Alpha = 0.9
MAD	1.444,16	48.276,84	60.413,82
MSD	936.965.737,74	2.937.536.081,47	4.361.275.108,18

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa nilai parameter α yang memberikan nilai MAD dan MSD terkecil merupakan nilai $\alpha = 0,2$, sehingga selanjutnya dapat dilakukan peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan nilai parameter $\alpha = 0,2$.

4.3.3 Hasil Peramalan Metode *Double Exponential Smoothing*

Setelah dilakukan perhitungan nilai *smoothing* pertama, nilai *smoothing* kedua, nilai α_t , dan nilai b_t dengan menggunakan nilai $\alpha = 0,2$, maka selanjutnya dapat ditentukan ramalan jumlah penduduk Kota Samarinda pada tahun selanjutnya.

Maka untuk menentukan peramalan di tahun yang akan datang digunakan rumus $F_{t+m} = \alpha_t + b_t(m)$. Nilai α_t dan b_t diambil dari tabel 4.4 pada tahun 2019. Karena tahun yang akan diramalkan tahun 2020, maka jumlah peramalan yang akan datang ditentukan oleh jumlah tahun sebelumnya. Berikut ini adalah proses dari penyelesaian peramalan untuk tahun 2020 berdasarkan Persamaan 2.13.

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t(m)$$

$$F_{2019+1} = \alpha_{2019} + b_{2019}(m)$$

$$F_{2020} = 881.133,36 + 19.638,62$$

$$F_{2020} = 900.771,98$$

Berdasarkan hasil peramalan, jumlah penduduk yang akan diramalkan pada tahun 2020 adalah 900.772 jiwa.

4.4 Peramalan Metode *Trend Analysis*

Perhitungan model data jumlah penduduk untuk membuat persamaan *trend* sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk Kota Samarinda tahun 1985-2019 merupakan data ganjil, nilai X tahun sebelumnya kurang 1 dan tahun setelahnya ditambah 1 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Skala X untuk Data Jumlah Penduduk

Tahun	dst	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	dst
X	...	-3	-2	-1	0	1	2	3	...

2. Y merupakan jumlah penduduk pada tahun tertentu.
3. Menentukan nilai koefisien yang dibutuhkan pada perhitungan persamaan *trend*.

4. Menentukan persamaan *trend* dengan mensubstitusikan nilai koefisien yang diperoleh ke persamaan *trend*.

4.4.1 Perhitungan Metode *Trend* Linear

Tabel 4.5 Perhitungan *Trend* Linear

No	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	1985	279986	-17	-4759762	289
2	1986	305395	-16	-4886320	256
3	1987	311194	-15	-4667910	225
4	1988	321657	-14	-4503198	196
5	1989	332209	-13	-4318717	169
6	1990	407339	-12	-4888068	144
7	1991	406435	-11	-4470785	121
8	1992	410710	-10	-4107100	100
9	1993	436025	-9	-3924225	81
10	1994	440329	-8	-3522632	64
11	1995	444698	-7	-3112886	49
12	1996	459153	-6	-2754918	36
13	1997	470037	-5	-2350185	25
14	1998	494134	-4	-1976536	16
15	1999	501819	-3	-1505457	9
16	2000	516916	-2	-1033832	4
17	2001	531912	-1	-531912	1
18	2002	544044	0	0	0
19	2003	561471	1	561471	1
20	2004	567997	2	1135994	4
21	2005	574439	3	1723317	9
22	2006	587744	4	2350976	16
23	2007	597075	5	2985375	25
24	2008	603389	6	3620334	36
25	2009	609380	7	4265660	49
26	2010	732161	8	5857288	64
27	2011	748102	9	6732918	81
28	2012	764908	10	7649080	100
29	2013	781015	11	8591165	121

30	2014	797006	12	9564072	144
31	2015	812597	13	10563761	169
32	2016	828303	14	11596242	196
33	2017	843446	15	12651690	225
34	2018	858080	16	13729280	256
35	2019	872768	17	14837056	289
Jumlah		19753873		61101236	3570
Rata-rata		564396.4			

Berdasarkan tabel 4.5, maka nilai koefisien a dan b dari metode *trend* linear dapat dihitung sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\sum Y}{n} = \frac{19.753.873}{35} = 564.396,371$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{61.101.236}{3570} = 17.115,1922$$

Jadi, berdasarkan perhitungan diatas diperoleh persamaan *trend* linear sebagai berikut:

$$Y \text{ Linear} = \alpha + bX$$

$$Y \text{ Linear} = 564.396,4 + 17.115,19X$$

4.4.2 Perhitungan Metode *Trend* Kuadratik

Tabel 4.6 Perhitungan *Trend* Kuadratik

No	Tahun	Y	X	XY	X ²	X ² .Y	X ⁴
1	1985	279986	-17	-4759762	289	80915954	83521
2	1986	305395	-16	-4886320	256	78181120	65536
3	1987	311194	-15	-4667910	225	70018650	50625
4	1988	321657	-14	-4503198	196	63044772	38416
5	1989	332209	-13	-4318717	169	56143321	28561
6	1990	407339	-12	-4888068	144	58656816	20736
7	1991	406435	-11	-4470785	121	49178635	14641
8	1992	410710	-10	-4107100	100	41071000	10000
9	1993	436025	-9	-3924225	81	35318025	6561

10	1994	440329	-8	-3522632	64	28181056	4096
11	1995	444698	-7	-3112886	49	21790202	2401
12	1996	459153	-6	-2754918	36	16529508	1296
13	1997	470037	-5	-2350185	25	11750925	625
14	1998	494134	-4	-1976536	16	7906144	256
15	1999	501819	-3	-1505457	9	4516371	81
16	2000	516916	-2	-1033832	4	2067664	16
17	2001	531912	-1	-531912	1	531912	1
18	2002	544044	0	0	0	0	0
19	2003	561471	1	561471	1	561471	1
20	2004	567997	2	1135994	4	2271988	16
21	2005	574439	3	1723317	9	5169951	81
22	2006	587744	4	2350976	16	9403904	256
23	2007	597075	5	2985375	25	14926875	625
24	2008	603389	6	3620334	36	21722004	1296
25	2009	609380	7	4265660	49	29859620	2401
26	2010	732161	8	5857288	64	46858304	4096
27	2011	748102	9	6732918	81	60596262	6561
28	2012	764908	10	7649080	100	76490800	10000
29	2013	781015	11	8591165	121	94502815	14641
30	2014	797006	12	9564072	144	114768864	20736
31	2015	812597	13	10563761	169	137328893	28561
32	2016	828303	14	11596242	196	162347388	38416
33	2017	843446	15	12651690	225	189775350	50625
34	2018	858080	16	13729280	256	219668480	65536
35	2019	872768	17	14837056	289	252229952	83521
Jumlah		19753873		61101236	3570	2064284996	654738
Rata-rata		564396.4					

Berdasarkan tabel 4.6, maka nilai koefisien a, b, dan c dari *trend* kuadratik dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum Y \cdot \sum X^4 - \sum X^2 Y \cdot \sum X^2}{n \sum X^4 - (\sum X^2)^2} \\
 &= \frac{19.753.873(654.738) - 2.064.284.996(3570)}{35(654.738) - 3570^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1,29336E + 13 - 7,369497E + 12}{22.915.830 - 12.744.900} \\
&= \frac{5,564114E + 12}{10.170.930} \\
&= 547.060
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
b &= \frac{\sum XY}{\sum X^2} \\
&= \frac{61.101.236}{3570} \\
&= 17.115,2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
c &= \frac{n \sum X^2 Y - \sum X^2 \cdot \sum Y}{n \sum X^4 - (\sum X^2)^2} \\
&= \frac{72.249.974.860 - 70.521.326.610}{22.915.830 - 12.744.900} \\
&= \frac{1.728.648.250}{10.170.930} \\
&= 169,96
\end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan diatas diperoleh persamaan trend kuadratik sebagai berikut:

$$Y \text{ Kuadratik} = a + bX + cX^2$$

$$Y \text{ Kuadratik} = 547.060 + 17.115,2X + 169,96X^2$$

4.4.3 Perhitungan Metode *Trend* Eksponensial

Tabel 4.7 Perhitungan *Trend* Eksponensial

No	Tahun	Y	X	XY	X ²	X ² .Y	X ⁴	Log Y	X.Log Y
1	1985	279986	-17	-4759762	289	80915954	83521	5.447136	-92.6013
2	1986	305395	-16	-4886320	256	78181120	65536	5.484862	-87.7578
3	1987	311194	-15	-4667910	225	70018650	50625	5.493031	-82.3955
4	1988	321657	-14	-4503198	196	63044772	38416	5.507393	-77.1035

5	1989	332209	-13	-4318717	169	56143321	28561	5.521411	-71.7783
6	1990	407339	-12	-4888068	144	58656816	20736	5.609956	-67.3195
7	1991	406435	-11	-4470785	121	49178635	14641	5.608991	-61.6989
8	1992	410710	-10	-4107100	100	41071000	10000	5.613535	-56.1354
9	1993	436025	-9	-3924225	81	35318025	6561	5.639511	-50.7556
10	1994	440329	-8	-3522632	64	28181056	4096	5.643777	-45.1502
11	1995	444698	-7	-3112886	49	21790202	2401	5.648065	-39.5365
12	1996	459153	-6	-2754918	36	16529508	1296	5.661957	-33.9717
13	1997	470037	-5	-2350185	25	11750925	625	5.672132	-28.3607
14	1998	494134	-4	-1976536	16	7906144	256	5.693845	-22.7754
15	1999	501819	-3	-1505457	9	4516371	81	5.700547	-17.1016
16	2000	516916	-2	-1033832	4	2067664	16	5.71342	-11.4268
17	2001	531912	-1	-531912	1	531912	1	5.72584	-5.72584
18	2002	544044	0	0	0	0	0	5.735634	0
19	2003	561471	1	561471	1	561471	1	5.749327	5.749327
20	2004	567997	2	1135994	4	2271988	16	5.754346	11.50869
21	2005	574439	3	1723317	9	5169951	81	5.759244	17.27773
22	2006	587744	4	2350976	16	9403904	256	5.769188	23.07675
23	2007	597075	5	2985375	25	14926875	625	5.776029	28.88014
24	2008	603389	6	3620334	36	21722004	1296	5.780597	34.68358
25	2009	609380	7	4265660	49	29859620	2401	5.784888	40.49422
26	2010	732161	8	5857288	64	46858304	4096	5.864607	46.91685
27	2011	748102	9	6732918	81	60596262	6561	5.873961	52.86565
28	2012	764908	10	7649080	100	76490800	10000	5.883609	58.83609
29	2013	781015	11	8591165	121	94502815	14641	5.892659	64.81925
30	2014	797006	12	9564072	144	114768864	20736	5.901462	70.81754
31	2015	812597	13	10563761	169	137328893	28561	5.909875	76.82838
32	2016	828303	14	11596242	196	162347388	38416	5.918189	82.85465
33	2017	843446	15	12651690	225	189775350	50625	5.926057	88.89086
34	2018	858080	16	13729280	256	219668480	65536	5.933528	94.93644
35	2019	872768	17	14837056	289	252229952	83521	5.940899	100.9953
Σ		1975387 3		61101236	357 0	206428499 6	65473 8	200.5395	48.83691
$\bar{X}$		564396.4						5.7297	1.39534

Berdasarkan Tabel 4.7, maka nilai koefisien a dan $trend$ eksponensial dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 a &= 10^{\left[\frac{\sum \log Y}{n} \right]} \\
 &= 10^{\frac{200,5395}{35}} \\
 &= 10^{5,7297} \\
 &= 536.661
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 10^{\left[\frac{\sum X \cdot \log Y}{\sum X^2} \right]} \\
 &= 10^{\frac{48,83691}{35}} \\
 &= 10^{1,39534} \\
 &= 24,850795
 \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan diatas diperoleh persamaan *trend* eksponensial sebagai berikut:

$$Y \text{ Eksponensial} = ab^x$$

$$Y \text{ Eksponensial} = 536.661 \cdot 24,850795^x$$

Model peramalan untuk data jumlah penduduk menggunakan metode *trend* linear, *trend* kuadrat, dan *trend* eksponensial dipaparkan pada tabel 4.8 berikut

Tabel 4.8 Model peramalan Jumlah Penduduk untuk Metode *Trend* Linear, *Trend* Kuadrat, dan *Trend* Eksponensial

Model	Model IPM
<i>Trend</i> Linear	Y Linear = 564.396,4 + 17.115,19X
<i>Trend</i> Kuadrat	Y Kuadrat = 547.060 + 17.115,2X + 169,96X ²
<i>Trend</i> Eksponensial	Y Eksponensial = 536.661 . 24,850795 ^x

4.4.4 Membandingkan Nilai MSD Metode *Trend* Linear, *Trend* Kuadratik, dan *Trend* Eksponensial

Setelah melakukan peramalan *trend analysis* menggunakan metode *trend* linear, *trend* kuadratik, dan *trend* eksponensial untuk menentukan model yang paling sesuai digunakan untuk meramalkan jumlah penduduk, maka digunakan MSD. MSD merupakan suatu metode untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan peramalannya dikuadratkan. Nilai MSD terkecil menunjukkan bahwa ramalan yang disusun mendekati kesesuaian. Adapun rumus MSD adalah sebagai berikut:

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_X - Y'_X)^2}{n}$$

Tabel 4.9 Perhitungan Nilai MSD *Trend* Linear, *Trend* Kuadratik, dan *Trend* Eksponensial

No	Tahun	Data Asli	Trend Linear		Trend Kuadratik		Trend Eksponensial	
			Data Regresi	Error Regresi	Data Regresi	Error Regresi	Data Regresi	Error Regresi
1	1985	279986	273438.10	42874932.05	305220.57	636783491.3	1.02E-18	78392160196
2	1986	305395	290553.30	220276150.4	316727.09	128416293.3	2.54E-17	93266106025
3	1987	311194	307668.49	12429227.28	328573.53	302048154.8	6.30E-16	96841705636
4	1988	321657	324783.68	9776135.53	340759.89	364920535.8	1.57E-14	1.03463E+11
5	1989	332209	341898.87	93893646.3	353286.17	444247244.6	3.89E-13	1.10363E+11
6	1990	407339	359014.07	2335299290	366152.37	1696338235	9.67E-12	1.65925E+11
7	1991	406435	376129.26	918438016.2	379358.49	733137281.4	2.40E-10	1.65189E+11
8	1992	410710	393244.45	305045441.7	392904.53	317034745.8	5.97E-09	1.68683E+11
9	1993	436025	410359.64	658710600.4	406790.49	854656678	1.48E-07	1.90118E+11
10	1994	440329	427474.83	165229579.1	421016.365	372977854	3.69E-06	1.9389E+11
11	1995	444698	444590.03	11658.3133	435582.162	83098501.89	9.17E-05	1.97756E+11
12	1996	459153	461705.22	6513819.207	450487.878	75084338.62	2.28E-03	2.10821E+11
13	1997	470037	478820.41	77148302.55	465733.513	18519996.46	5.66E-02	2.20935E+11
14	1998	494134	495935.6	3245772.653	481319.068	164222475.1	1.41E+00	2.44167E+11
15	1999	501819	513050.79	126153218	497244.543	20925661.36	3.50E+01	2.51787E+11
16	2000	516916	530165.99	175562158.5	513509.936	11601270.99	8.69E+02	2.66305E+11

17	2001	531912	547281.18	236211671.5	530115.249	3228313.475	2.16E+04	2.60423E+11
18	2002	544044	564396.37	414219022.8	547060.482	9099161.501	5.37E+05	54503580.08
19	2003	561471	581511.56	401624188.8	564345.634	8263517.778	1.33E+07	1.632E+14
20	2004	567997	598626.76	938181936.8	581970.705	195264425	3.31E+08	1.09464E+17
21	2005	574439	615741.95	1705933505	599935.695	650081478.7	8.24E+09	6.78237E+19
22	2006	587744	632857.14	2035195406	618240.606	930042948.9	2.05E+11	4.1891E+22
23	2007	597075	649972.33	2798127755	636885.435	1584870737	5.09E+12	2.58704E+25
24	2008	603389	667087.52	4057502007	655870.184	2754274666	1.26E+14	1.59766E+28
25	2009	609380	684202.72	5598438908	675194.852	4331594774	3.14E+15	9.86653E+30
26	2010	732161	701317.91	951296282	694859.44	1391406383	7.81E+16	6.0932E+33
27	2011	748102	718433.1	880243577.3	714863.947	1104768163	1.94E+18	3.76293E+36
28	2012	764908	735548.29	861992395.3	735208.374	882067808.9	4.82E+19	2.32384E+39
29	2013	781015	752663.49	803808394.1	755892.72	631128976.2	1.20E+21	1.43512E+42
30	2014	797006	769778.68	741327100.8	776916.985	403568528.9	2.98E+22	8.86273E+44
31	2015	812597	786893.87	660650919.2	798281.17	204942999.4	7.40E+23	5.47328E+47
32	2016	828303	804009.06	590195441.8	819985.274	69184569.47	1.84E+25	3.38009E+50
33	2017	843446	821124.25	498260354.2	842029.297	2007046.407	4.57E+26	2.08742E+53
34	2018	858080	838239.45	393647585.5	864413.24	40109932.96	1.14E+28	1.28911E+56
35	2019	872768	855354.64	303225172.8	887137.103	206471112.5	2.82E+29	7.96105E+58
Σ		19753873		30020689572.35		21626388300.48		7.97396E+58
$\bar{X}$		564396.4		857733987.7815		617896808.585		2.27827E+57

Berdasarkan Tabel 4.9, maka nilai MSD dari metode *trend* linear dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MSD &= \frac{\sum_{t=1}^n (Y_X - Y'_X)^2}{n} \\
 &= \frac{30.020.689.572,3518}{35} \\
 &= 857.733.987,7815
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.9, maka nilai MSD dari metode *trend* kuadratik dapat dihitung sebagai berikut:

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_X - Y'_X)^2}{n}$$

$$= \frac{21.626.388.300,4831}{35}$$

$$= 617.896.808,5852$$

Berdasarkan Tabel 4.9, maka nilai MSD dari metode *trend* eksponensial dapat dihitung sebagai berikut:

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_X - Y'_X)^2}{n}$$

$$= \frac{7,97396E + 58}{35}$$

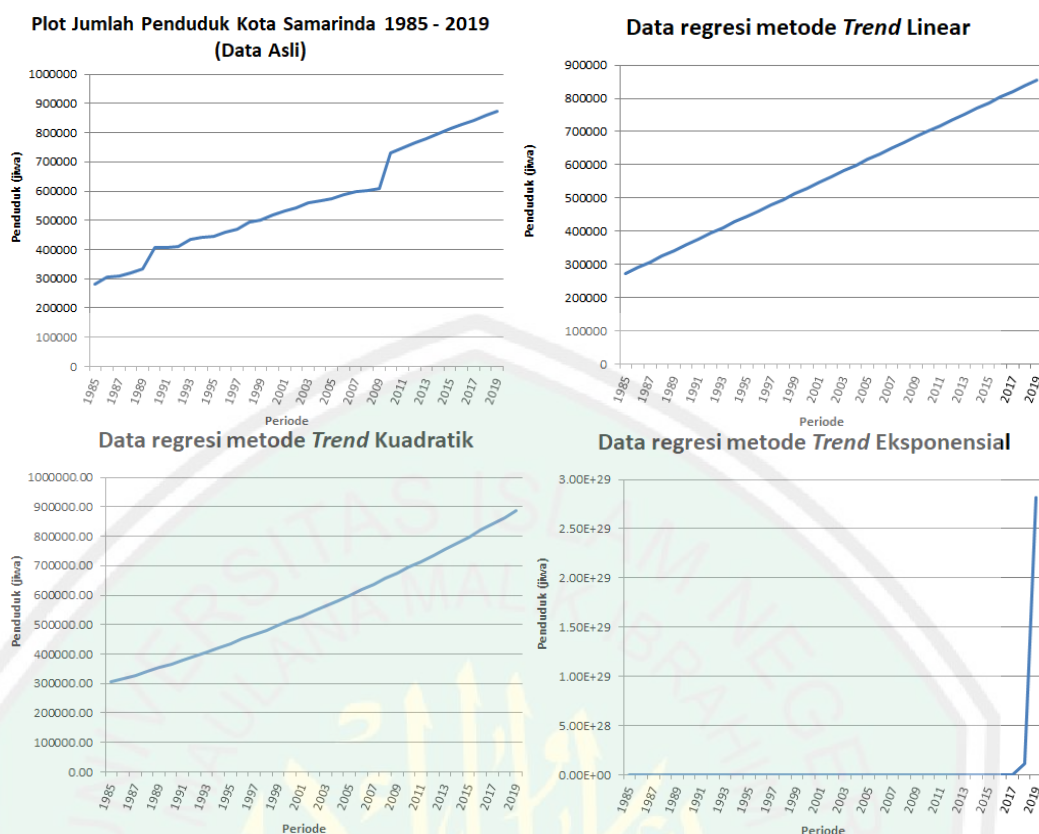
$$= 2,27827E + 57$$

Tabel 4.10 Perbandingan Nilai MSD *Trend* Linear, *Trend* Kuadratik, dan *Trend* Eksponensial

Model	MSD
Trend Linear	857.733.987,7815
Trend Kuadratik	617.896.808,5852
Trend Eksponensial	2,27827E+57

Berdasarkan Tabel 4.10 peramalan *trend analysis* yang memiliki jumlah kesalahan peramalan terkecil dari MSD pada jumlah penduduk adalah *trend* kuadratik dengan nilai MSD 617.896.808,5852 sehingga model yang paling tepat digunakan untuk meramalkan jumlah penduduk adalah *trend* kuadratik.

Adapun plot hasil perbandingan antara data regresi dengan data asli pada metode *Trend* Linear, *Trend* Kuadratik, dan *Trend* Eksponensial ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.4 Plot perbandingan antara asli dan data regresi pada metode *Trend* Linear, *Trend* Kuadratik, dan *Trend* Eksponensial

4.4.5 Hasil Peramalan Metode *Trend Analysis*

Peramalan jumlah penduduk dilakukan dengan peramalan *trend analysis* model kuadratik dengan jumlah kesalahan dari MSD sebesar 617.896.808,5852. Dengan demikian, jumlah penduduk untuk tahun 2020 – 2028 dapat diperoleh dengan menggunakan model

$$Y \text{ Kuadratik} = 547.060 + 17.115,2X + 169,96X^2$$

Berdasarkan persamaan *trend* kuadratik di atas, dapat dihitung ramalan jumlah penduduk untuk tahun 2020 sampai dengan tahun 2028 yaitu:

Untuk meramalkan jumlah penduduk tahun 2020 – 2028, kode tahun (X) dijumlahkan dua dari kode tahun sebelumnya. Hasil peramalan data jumlah

penduduk Kota Samarinda tahun 2020 – 2028 menggunakan metode *trend analysis* ditunjukkan pada tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.11 Hasil peramalan dengan Metode *Trend Analysis* Kuadratik pada jumlah penduduk Kota Samarinda Tahun 2020 – 2028

Tahun	X	Forecast
2020	18	910.201
2021	19	933.604
2022	20	957.348
2023	21	981.432
2024	22	1.005.855
2025	23	1.030.619
2026	24	1.055.722
2027	25	1.081.165
2028	26	1.106.948



Gambar 4.5 Hasil Peramalan Jumlah Penduduk Kota Samarinda tahun 2020 –2028

4.5 Perbandingan Hasil Peramalan Metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis*

Ketepatan (*accuracy*) suatu metode peramalan merupakan kesesuaian dari metode yang pada akhirnya menunjukkan seberapa jauh model peramalan tersebut

mampu mereproduksi data yang telah diketahui. Dalam pemodelan deret berkala, sebagian data yang diketahui dapat digunakan untuk meramalkan sisa data berikutnya sehingga memungkinkan orang untuk mempelajari ketepatan ramalan.

Dalam peramalan jumlah penduduk Kota Samarinda dengan metode *double exponential smoothing* dengan $\alpha = 0,2$ diperoleh nilai MSD = 936.965.737,74, sedangkan dengan metode *trend analysis* model kuadratik diperoleh nilai MSD = 617.896.808,585. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa metode *trend analysis* memiliki nilai MSD lebih kecil dibandingkan dengan metode *double exponential smoothing*, sehingga dalam meramalkan jumlah penduduk Kota Samarinda lebih tepat menggunakan metode *trend analysis* model kuadratik karena nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan lebih kecil.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan data jumlah penduduk di Kota Samarinda Tahun 1985 – 2019 dengan membandingkan metode *double exponential smoothing* dan *trend analysis*. Dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada peramalan dengan menggunakan metode *double exponential smoothing* memberikan gambaran hasil peramalan yang tidak jauh berbeda dengan data aslinya. Dari hasil perhitungan dengan metode ini jumlah penduduk di Kota Samarinda pada tahun 2020 diramalkan sebesar 900.772. Tingkat kesalahan MSD yang dihasilkan sebesar 936.965.737,74.
2. Pada peramalan dengan menggunakan metode *trend analysis* menunjukkan bahwa jumlah penduduk di Kota Samarinda mengikuti suatu trend kuadratik. Berdasarkan hasil analisis trend kuadratik jumlah penduduk di Kota Samarinda pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2028 diramalkan meningkat, dengan nilai berturut-turut sebesar 910.201, 933.604, 957.348, 981.432, 1.005.855, 1.030.619, 1.055.722, 1.081.165, dan 1.106.948 dengan tingkat kesalahan MSD sebesar 617.896.808,585.
3. Berdasarkan tingkat kesalahan MSD dari masing-masing metode yaitu metode *double exponential smoothing* dan metode *trend analysis*, dapat diketahui bahwa metode yang lebih tepat untuk meramalkan jumlah penduduk di Kota Samarinda adalah metode *trend analysis*, karena tingkat kesalahan yang dihasilkan lebih kecil daripada *double exponential smoothing*.

5.2 Saran

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan pada peramalan jumlah penduduk di Kota Samarinda, peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan beberapa metode lain sebagai pembanding untuk mendapatkan hasil ramalan yang lebih baik dan lebih akurat seperti, Triple Exponential Smoothing, ARIMA, ARIMAX, SARIMA dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani Yuniarti. 2010. *Perbandingan Metode Peramalan Exponential Smoothing dengan Box – Jenkins (ARIMA) untuk Deret Waktu Musiman*. Skripsi. Malang : UIN Maliki Malang.
- Anjasari, D.H., Listiwikono, E. dan Yusuf, F.I. 2018. *Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Holt dan Metode Triple Exponential Smoothing Holt-Winters untuk Peramalan Wisatawan Grand Watu Dodol*. Jurnal Pendidikan Matematika & Matematika. 2(2) : 12 - 25.
- Astin Nurhayati Munawaroh. 2010. *Peramalan Jumlah Penumpang Pada PT.Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Adisujipto Yogyakarta dengan Metode Winter's Exponential Smoothing dan Seasonal Arima*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Astri Yulitasari. 2011. *Perbandingan Metode Pemulusa Eksponensial Ganda Holt dengan Metode Pemulusan Eksponensial Ganda Brown*. Skripsi. Semarang: UIN Maliki Malang.
- Asyhar, A.H., Febrianti, F., Fajriyah, N.R. 2018. *Analisis Model Exponential Smoothing Terhadap Prediksi Pasang Surut Air Laut di Wilayah Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*. Jurnal Sains Matematika dan Statistika. 4(1) : 9 - 15.
- Biri, R., Langi, Y.A.R., Paendong, M.S. 2013. *Penggunaan Metode Smoothing Eksponensial dalam Meramal Pergerakan Inflasi Kota Palu*. Jurnal Ilmiah Sains. 13(1) : 68 – 73.
- Faisol., Aisah, S. 2016. *Penerapan Metode Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Klaim di BPJS Kesehatan Pamekasan*. Jurnal Matematika. 2(1) : 46 - 51.
- Fatimah. 2015. *Perbandingan Kefektifan Metode Exponential Smoothing dan Metode Dekomposisi Untuk Peramalan Tingkat Hunian Hotel Al Salam II Sengkang*. Skripsi. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- Fauzia Lamusa. 2017. *Peramalan Jumlah Penumpang pada PT.Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dengan*

Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing. Skripsi. Makassar: UIN Alauddin Makassar.

Mohammad Iqbal. 2010. *Analisis Trend Linier dengan Metode Kuadrat Terkecil untuk meramalkan perkembangan banyaknya siswa (Studi Kasus : Lembaga Pendidikan Darul Ulum Bantaran Probolinggo Tahun 2000-2009)*. Skripsi. Malang: UIN Maliki Malang.

Lili Monika. 2016. *Metode Pemulusan Eksponensial Ganda dengan Verifikasi Pemantauan Tracking Signal pada Data Tingkat Inflasi di Indonesia Tahun 2011-2015*. Skripsi. Malang: UIN Maliki Malang.

Makridakis, Spyros. dkk. 1993. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.

Mattjik, A.A., Sumertajaya, I.M. 2006. *Perancangan Percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor: IPB Press.

Muhammad Gandi Pramayudha. 2019. *Prediksi Hasil Panen Tanaman Pangan dengan Metode Single Moving Average dan Single Exponential Smoothing*. Skripsi. Malang: UIN Maliki Malang.

Mulyono, Sri. 2000. *Peramalan Bisnis dan Ekonometrika*. Jakarta: Fakultas Ekonomi UI.

Dewi Murti. 2019. *Analisis Trend pada Harga Garam yang Dipengaruhi oleh Curah Hujan di Kabupaten Jenepono*. Skripsi. Makassar: UIN Alauddin Makassar.

Oktavarina, Affiati. 2017. *Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Indonesia Menggunakan Metode Exponential Smoothing*. Jurnal Buana Matematika. 7(2) : 89 - 92.

Pratama, D.A., Dzulfida, A.L., Huwaida, J.K., Prabowo, A., Tripena, A. 2016. *Aplikasi Metode Double Exponential Smoothing Brown dan Holt untuk Meramalkan Total Pendapatan Bea dan Cukai*. Jurnal Matematika. 117 - 127.

Pujiati, E., Yuniarti, D., Goejantoro, R. 2016. *Peramalan dengan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dari Brown (Studi Kasus : Indeks Harga Konsumen (IHK) Kota Samarinda*. Jurnal Eksponensial. 7(1) : 33 - 40.

- Rahmadeni., Febriantikasari, E. 2015. *Prediksi Harga Daging Sapi di PekanBaru dengan Metode Pemulusan Eksponensial Triple Winter*. Jurnal Sains Matematika dan Statistika. 1(1) : 56 - 64.
- Risa Wahyuni. 2019. *Peramalan Tingkat Produksi Tanaman Pangan dan Tanaman Perkebunan Rakyat Kabupaten Bulukumba Menggunakan Metode Exponential Smoothing (Pemulusan Eksponensial)*. Skripsi. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- Safitri, T., Dwidayati, N., Sugiman. 2017. *Perbandingan Peramalan Menggunakan Exponential Smoothing Holt-Winters dan Arima*. Journal.unnes.ac.id. 6(1) : 49 - 58.
- Sinaga, E.K., dkk. 2019. *Statistika: Teori & Aplikasi*. Sumatera: Yayasan Kita Menulis.
- Sinay, L.J., Pentury, Th., Anakotta, D. 2017. *Peramalan Curah Hujan di Kota Ambon Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing*. Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan. 11(2) :101 – 108.
- Suriyawati Said. 2011. *Peramalan (Forecasting) Volume Penjualan dengan Metode Exponential Smoothing (Sudy Kasus PT. Harfia Graha Perkasa)*. Skripsi. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- Tias Safitri. 2016. *Perbandingan Peramalan Menggunakan Metode Exponential Smoothing Holt-Winters dan ARIMA*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

LAMPIRAN

1. Peramalan Menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing*

No	Tahun	Actual	Alpha = 0.2							
			S'(t)	S''(t)	a	b	Forecast	Error	Absolute Error	Error ²
1	1985	279986	279986	279986	279986					
2	1986	305395	285068	281002	289133	1016.36	279986	25409	25409	645617281
3	1987	311194	290293	282861	297726	1858.14	290149.6	21044.4	21044.4	442866771.4
4	1988	321657	296566	285602	307530	2741.07	299583.72	22073.28	22073.28	487229690
5	1989	332209	303694	289220	318169	3618.58	310271.17	21937.83	21937.83	481268472.9
6	1990	407339	324423	296261	352586	7040.65	321787.37	85551.63	85551.63	7319081738
7	1991	406435	340826	305174	376478	8912.98	359626.6	46808.4	46808.4	2191026191
8	1992	410710	354803	315100	394506	9925.76	385390.61	25319.39	25319.39	641071685.8
9	1993	436025	371047	326289	415805	11189.5	404431.35	31593.65	31593.65	998158996.7
10	1994	440329	384903	338012	431795	11722.9	426994.56	13334.44	13334.44	177807161.5
11	1995	444698	396862	349782	443943	11770.1	443517.84	1180.16	1180.16	1392771.69
12	1996	459153	409320	361690	456951	11907.7	455712.79	3440.21	3440.21	11835068.65
13	1997	470037	421464	373645	469283	11954.8	468858.96	1178.04	1178.04	1387780
14	1998	494134	435998	386115	485880	12470.7	481237.87	12896.13	12896.13	166310132.4
15	1999	501819	449162	398725	499600	12609.4	498351.14	3467.86	3467.86	12026050.56
16	2000	516916	462713	411522	513903	12797.7	512208.95	4707.05	4707.05	22156349.36
17	2001	531912	476553	424528	528577	13006.1	526701.15	5210.85	5210.85	27153008.41

18	2002	544044	490051	437633	542469	13104.5	541583.15	2460.85	2460.85	6055801.25
19	2003	561471	504335	450973	557697	13340.4	555573.58	5897.42	5897.42	34779549.82
20	2004	567997	517067	464192	569943	13218.8	571037.08	-3040.08	3040.08	9242063
21	2005	574439	528542	477062	580021	12869.9	583161.47	-8722.47	8722.47	76081481.94
22	2006	587744	540382	489726	591038	12664	592891.3	-5147.3	5147.3	26494729.98
23	2007	597075	551721	502125	601316	12398.9	603702.3	-6627.3	6627.3	43921162.49
24	2008	603389	562054	514111	609998	11985.9	613715.41	-10326.41	10326.41	106634802.8
25	2009	609380	571520	525593	617446	11481.7	621983.79	-12603.79	12603.79	158855417.4
26	2010	732161	603648	541204	666092	15611	628928.15	103232.85	103232.85	10657020680
27	2011	748102	632539	559471	705607	18267	681703.02	66398.98	66398.98	4408824277
28	2012	764908	659013	579379	738646	19908.4	723873.66	41034.34	41034.34	1683817285
29	2013	781015	683413	600186	766640	20806.8	758554.4	22460.6	22460.6	504478664.3
30	2014	797006	706132	621375	790888	21189.2	787447.02	9558.98	9558.98	91374187.1
31	2015	812597	727425	642585	812264	21209.9	812077.41	519.59	519.59	269973.57
32	2016	828303	747600	663588	831613	21003.1	833474.41	-5171.41	5171.41	26743444.85
33	2017	843446	766769	684224	849315	20636.3	852615.79	-9169.79	9169.79	84085008.76
34	2018	858080	785032	704386	865677	20161.5	869950.96	-11870.96	11870.96	140919700.4
35	2019	872768	802579	724024	881133	19638.6	885838.87	-13070.87	13070.87	170847705.4
36	2020						900771.98			
Jumlah							18982921.43	490965.57	662466.33	31856835083
Rata-rata							19603707.41	14440.16	19484.3	936965737.7

No	Tahun	Actual	Alpha = 0.5							
			S'(t)	S''(t)	a	b	Forecast	Error	Absolute Error	Error^2
1	1985	279986	279986	279986	279986					
2	1986	305395	285068	282527	287609	2540.9	279986	25409	25409	645617281
3	1987	311194	290293	286410	294176	3883.07	290149.6	21044.4	21044.4	442866771.4
4	1988	321657	296566	291488	301644	5077.93	298059.18	23597.82	23597.82	556857108.8
5	1989	332209	303694	297591	309798	6103.28	306721.69	25487.31	25487.31	649602767.1
6	1990	407339	324423	311007	337839	13416.1	315901.03	91437.97	91437.97	8360902321
7	1991	406435	340826	325916	355735	14909.2	351255.56	55179.44	55179.44	3044770416
8	1992	410710	354803	340360	369246	14443	370644.12	40065.88	40065.88	1605274894
9	1993	436025	371047	355703	386391	15343.8	383688.63	52336.37	52336.37	2739095746
10	1994	440329	384903	370303	399504	14600.1	401734.57	38594.43	38594.43	1489530007
11	1995	444698	396862	383583	410142	13279.5	414103.59	30594.41	30594.41	936017935.5
12	1996	459153	409320	396452	422189	12868.8	423421.34	35731.66	35731.66	1276751624
13	1997	470037	421464	408958	433970	12506.1	435058.1	34978.9	34978.9	1223523144
14	1998	494134	435998	422478	449518	13520.1	446475.9	47658.1	47658.1	2271294482
15	1999	501819	449162	435820	462504	13342.1	463037.93	38781.07	38781.07	1503971509
16	2000	516916	462713	449266	476159	13446.5	475846.35	41069.65	41069.65	1686716402
17	2001	531912	476553	462910	490196	13643.2	489605.78	42306.22	42306.22	1789816281
18	2002	544044	490051	476480	503622	13570.7	503838.97	40205.03	40205.03	1616444055
19	2003	561471	504335	490408	518262	13927.4	517192.36	44278.64	44278.64	1960598374
20	2004	567997	517067	503737	530397	13329.9	532189.67	35807.33	35807.33	1282164737
21	2005	574439	528542	516140	540944	12402.1	543727.13	30711.87	30711.87	943218866.7
22	2006	587744	540382	528261	552503	12121.3	553345.9	34398.1	34398.1	1183229136

23	2007	597075	551721	539991	563451	11729.9	564624.72	32450.28	32450.28	1053020660
24	2008	603389	562054	551023	573086	11031.8	575180.58	28208.42	28208.42	795715219.5
25	2009	609380	571520	561271	581768	10248.5	584117.96	25262.04	25262.04	638170668.9
26	2010	732161	603648	582459	624836	21188.4	592016.42	140144.58	140144.58	19640503935
27	2011	748102	632539	607499	657578	25039.6	646024.56	102077.44	102077.44	10419803940
28	2012	764908	659013	633256	684769	25756.7	682617.86	82290.14	82290.14	6771667185
29	2013	781015	683413	658334	708492	25078.6	710525.99	70489.01	70489.01	4968699965
30	2014	797006	706132	682233	730030	23898.6	733570.25	63435.75	63435.75	4024094591
31	2015	812597	727425	704829	750021	22595.8	753928.83	58668.17	58668.17	3441954733
32	2016	828303	747600	726215	768986	21385.8	772616.37	55686.63	55686.63	3101000376
33	2017	843446	766769	746492	787047	20277.4	790371.86	53074.14	53074.14	2816864825
34	2018	858080	785032	765762	804301	19269.8	807324.36	50755.64	50755.64	2576134724
35	2019	872768	802579	784170	820987	18408.5	823571.13	49196.87	49196.87	2420332090
36	2020						839395.92			
Jumlah							17832474.29	1641412.71	1641412.71	99876226770
Rata-rata							524484.54	48276.84	48276.84	2937536081

No	Tahun	Actual	Alpha = 0.9							
			S'(t)	S''(t)	a	b	Forecast	Error	Absolute Error	Error^2
1	1985	279986	279986	279986	279986					
2	1986	305395	285068	284560	285576	4573.62	279986	25409	25409	645617281
3	1987	311194	290293	289720	290866	5160.08	290149.6	21044.4	21044.4	442866771.4
4	1988	321657	296566	295881	297250	6161.52	296026.46	25630.54	25630.54	656924580.7
5	1989	332209	303694	302913	304476	7031.92	303411.97	28797.03	28797.03	829269167.2
6	1990	407339	324423	322272	326574	19359.2	311507.71	95831.29	95831.29	9183635645
7	1991	406435	340826	338970	342681	16698	345933.6	60501.4	60501.4	3660418911
8	1992	410710	354803	353219	356386	14249	359379.05	51330.95	51330.95	2634866772
9	1993	436025	371047	369264	372830	16044.9	370634.75	65390.25	65390.25	4275884317
10	1994	440329	384903	383340	386467	14075.3	388874.75	51454.25	51454.25	2647539374
11	1995	444698	396862	395510	398215	12170.6	400542.6	44155.4	44155.4	1949699454
12	1996	459153	409320	407939	410702	12429.4	410385.18	48767.82	48767.82	2378300408
13	1997	470037	421464	420111	422816	12171.9	423130.89	46906.11	46906.11	2200182892
14	1998	494134	435998	434409	437586	14297.8	434988.13	59145.87	59145.87	3498234028
15	1999	501819	449162	447687	450637	13277.6	451884.3	49934.7	49934.7	2493473776
16	2000	516916	462713	461210	464215	13523.5	463914.94	53001.06	53001.06	2809111931
17	2001	531912	476553	475018	478087	13808.2	477738.93	54173.07	54173.07	2934722026
18	2002	544044	490051	488548	491554	13529.3	491895.12	52148.88	52148.88	2719505976
19	2003	561471	504335	502756	505914	14208.5	505083.45	56387.55	56387.55	3179555629
20	2004	567997	517067	515636	518498	12880	520122.22	47874.78	47874.78	2291994852
21	2005	574439	528542	527251	529832	11614.9	531378.5	43060.5	43060.5	1854206735
22	2006	587744	540382	539069	541695	11817.9	541447.13	46296.87	46296.87	2143399999

23	2007	597075	551721	550456	552986	11386.5	553513.16	43561.84	43561.84	1897634013
24	2008	603389	562054	560895	563214	10438.9	564372.39	39016.61	39016.61	1522295675
25	2009	609380	571520	570457	572582	9562.51	573653.2	35726.8	35726.8	1276404210
26	2010	732161	603648	600329	606967	29871.7	582144.51	150016.49	150016.49	22504947582
27	2011	748102	632539	629318	635760	28988.9	636838.6	111263.4	111263.4	12379543726
28	2012	764908	659013	656043	661982	26725.4	664748.56	100159.44	100159.44	10031913197
29	2013	781015	683413	680676	686150	24633	688707.38	92307.62	92307.62	8520697293
30	2014	797006	706132	703586	708677	22910	710782.99	86223.01	86223.01	7434406717
31	2015	812597	727425	725041	729809	21454.8	731587.2	81009.8	81009.8	6562586935
32	2016	828303	747600	745344	749856	20303.6	751263.32	77039.68	77039.68	5935111573
33	2017	843446	766769	764627	768912	19282.6	770159.88	73286.12	73286.12	5370855994
34	2018	858080	785032	782991	787072	18364.2	788194.56	69885.44	69885.44	4883974405
35	2019	872768	802579	800620	804538	17629	805436.2	67331.8	67331.8	4533571832
36	2020						822166.61			
Jumlah							17419817.25	2054069.75	2054069.75	1.48283E+11
Rata-rata							512347.57	60413.82	60413.82	4361275108

2. Peramalan Menggunakan Metode Trend Linear

No	Tahun	Y	X	XY	X ²
1	1985	279986	-17	-4759762	289
2	1986	305395	-16	-4886320	256
3	1987	311194	-15	-4667910	225
4	1988	321657	-14	-4503198	196
5	1989	332209	-13	-4318717	169
6	1990	407339	-12	-4888068	144
7	1991	406435	-11	-4470785	121
8	1992	410710	-10	-4107100	100
9	1993	436025	-9	-3924225	81
10	1994	440329	-8	-3522632	64
11	1995	444698	-7	-3112886	49
12	1996	459153	-6	-2754918	36
13	1997	470037	-5	-2350185	25
14	1998	494134	-4	-1976536	16
15	1999	501819	-3	-1505457	9
16	2000	516916	-2	-1033832	4
17	2001	531912	-1	-531912	1
18	2002	544044	0	0	0
19	2003	561471	1	561471	1
20	2004	567997	2	1135994	4

21	2005	574439	3	1723317	9
22	2006	587744	4	2350976	16
23	2007	597075	5	2985375	25
24	2008	603389	6	3620334	36
25	2009	609380	7	4265660	49
26	2010	732161	8	5857288	64
27	2011	748102	9	6732918	81
28	2012	764908	10	7649080	100
29	2013	781015	11	8591165	121
30	2014	797006	12	9564072	144
31	2015	812597	13	10563761	169
32	2016	828303	14	11596242	196
33	2017	843446	15	12651690	225
34	2018	858080	16	13729280	256
35	2019	872768	17	14837056	289
Jumlah		19753873		61101236	3570
Rata-rata		564396.4			

3. Peramalan Menggunakan Metode Trend Kuadratik

No	Tahun	Y	X	XY	X ²	X ² .Y	X ⁴
1	1985	279986	-17	-4759762	289	80915954	83521
2	1986	305395	-16	-4886320	256	78181120	65536
3	1987	311194	-15	-4667910	225	70018650	50625
4	1988	321657	-14	-4503198	196	63044772	38416
5	1989	332209	-13	-4318717	169	56143321	28561
6	1990	407339	-12	-4888068	144	58656816	20736
7	1991	406435	-11	-4470785	121	49178635	14641
8	1992	410710	-10	-4107100	100	41071000	10000
9	1993	436025	-9	-3924225	81	35318025	6561
10	1994	440329	-8	-3522632	64	28181056	4096
11	1995	444698	-7	-3112886	49	21790202	2401
12	1996	459153	-6	-2754918	36	16529508	1296
13	1997	470037	-5	-2350185	25	11750925	625
14	1998	494134	-4	-1976536	16	7906144	256
15	1999	501819	-3	-1505457	9	4516371	81
16	2000	516916	-2	-1033832	4	2067664	16
17	2001	531912	-1	-531912	1	531912	1
18	2002	544044	0	0	0	0	0
19	2003	561471	1	561471	1	561471	1
20	2004	567997	2	1135994	4	2271988	16

21	2005	574439	3	1723317	9	5169951	81
22	2006	587744	4	2350976	16	9403904	256
23	2007	597075	5	2985375	25	14926875	625
24	2008	603389	6	3620334	36	21722004	1296
25	2009	609380	7	4265660	49	29859620	2401
26	2010	732161	8	5857288	64	46858304	4096
27	2011	748102	9	6732918	81	60596262	6561
28	2012	764908	10	7649080	100	76490800	10000
29	2013	781015	11	8591165	121	94502815	14641
30	2014	797006	12	9564072	144	114768864	20736
31	2015	812597	13	10563761	169	137328893	28561
32	2016	828303	14	11596242	196	162347388	38416
33	2017	843446	15	12651690	225	189775350	50625
34	2018	858080	16	13729280	256	219668480	65536
35	2019	872768	17	14837056	289	252229952	83521
Jumlah		19753873		61101236	3570	2064284996	654738
Rata-rata		564396.4					

4. Peramalan Menggunakan Metode Trend Eksponensial

No	Tahun	Y	X	XY	X ²	X ² .Y	X ⁴	Log Y	X.Log Y
1	1985	279986	-17	-4759762	289	80915954	83521	5.447136	-92.6013
2	1986	305395	-16	-4886320	256	78181120	65536	5.484862	-87.7578
3	1987	311194	-15	-4667910	225	70018650	50625	5.493031	-82.3955
4	1988	321657	-14	-4503198	196	63044772	38416	5.507393	-77.1035
5	1989	332209	-13	-4318717	169	56143321	28561	5.521411	-71.7783
6	1990	407339	-12	-4888068	144	58656816	20736	5.609956	-67.3195
7	1991	406435	-11	-4470785	121	49178635	14641	5.608991	-61.6989
8	1992	410710	-10	-4107100	100	41071000	10000	5.613535	-56.1354
9	1993	436025	-9	-3924225	81	35318025	6561	5.639511	-50.7556
10	1994	440329	-8	-3522632	64	28181056	4096	5.643777	-45.1502
11	1995	444698	-7	-3112886	49	21790202	2401	5.648065	-39.5365
12	1996	459153	-6	-2754918	36	16529508	1296	5.661957	-33.9717
13	1997	470037	-5	-2350185	25	11750925	625	5.672132	-28.3607
14	1998	494134	-4	-1976536	16	7906144	256	5.693845	-22.7754
15	1999	501819	-3	-1505457	9	4516371	81	5.700547	-17.1016
16	2000	516916	-2	-1033832	4	2067664	16	5.71342	-11.4268
17	2001	531912	-1	-531912	1	531912	1	5.72584	-5.72584
18	2002	544044	0	0	0	0	0	5.735634	0
19	2003	561471	1	561471	1	561471	1	5.749327	5.749327

20	2004	567997	2	1135994	4	2271988	16	5.754346	11.50869
21	2005	574439	3	1723317	9	5169951	81	5.759244	17.27773
22	2006	587744	4	2350976	16	9403904	256	5.769188	23.07675
23	2007	597075	5	2985375	25	14926875	625	5.776029	28.88014
24	2008	603389	6	3620334	36	21722004	1296	5.780597	34.68358
25	2009	609380	7	4265660	49	29859620	2401	5.784888	40.49422
26	2010	732161	8	5857288	64	46858304	4096	5.864607	46.91685
27	2011	748102	9	6732918	81	60596262	6561	5.873961	52.86565
28	2012	764908	10	7649080	100	76490800	10000	5.883609	58.83609
29	2013	781015	11	8591165	121	94502815	14641	5.892659	64.81925
30	2014	797006	12	9564072	144	114768864	20736	5.901462	70.81754
31	2015	812597	13	10563761	169	137328893	28561	5.909875	76.82838
32	2016	828303	14	11596242	196	162347388	38416	5.918189	82.85465
33	2017	843446	15	12651690	225	189775350	50625	5.926057	88.89086
34	2018	858080	16	13729280	256	219668480	65536	5.933528	94.93644
35	2019	872768	17	14837056	289	252229952	83521	5.940899	100.9953
Jumlah		19753873		61101236	3570	2064284996	654738	200.5395	48.83691
Rata-rata		564396.4						5.7297	1.39534

RIWAYAT HIDUP



Tuty Alfiani, lahir di Bogor pada tanggal 11 September 1998. Penulis tinggal bersama orang tua di Jorong Sungai Durian Nagari Sungai Jambur Kecamatan IX Koto Sungai Lasi Kabupaten Solok Provinsi Sumatera Barat dan merupakan anak pertama dari Bapak Muchairi dan Ibu Eva Eryanti.

Penulis telah menempuh pendidikan dasar di SDN 14 Sungai Jambur (2004-2010), kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di MTsN Sungai Lasi (2010-2013), selanjutnya menempuh pendidikan sekolah menengah keatas di MAN Kota Solok (2013-2016). Kemudian pada tahun 2016, penulis mulai menempuh pendidikan perguruan tinggi strata 1 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang di jurusan Matematika.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSUL SKRIPSI

Nama : Tuty Alfiani
NIM : 16610006
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
JudulSkripsi : Perbandingan Metode *Double Exponential Smoothing* dan *Trend Analysis* (Studi Kasus : Peramalan pada Jumlah Penduduk Kota Samarinda)
PembimbingI : Abdul Aziz, M.Si
PembimbingII : Ach. Nasichuddin, M.A

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	11 September 2020	Revisi Bab I	1.
2.	15 September 2020	Konsultasi Agama Bab I	2.
3.	23 September 2020	Konsultasi Bab II	3.
4.	9 Oktober 2020	ACC Bab I & Bab II	4.
5.	12 Oktober 2020	Konsultasi Kajian Keagamaan	5.
6.	17 Oktober 2020	Konsultasi Bab III	6.
7.	21 Oktober 2020	Konsultasi Bab IV & Abstrak	7.
8.	24 Desember 2020	Konsultasi Bab I, II, III, IV dan V	8.
9.	25 Desember 2020	Konsultasi Kajian Keagamaan	9.
10.	26 Desember 2020	ACC Kajian Keagamaan	10.
11.	30 Desember 2020	ACC Keseluruhan	11.

Malang, 28 Oktober 2020
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 2000312 1 001