

PERAMALAN JUMLAH PENDUDUK DI KABUPATEN KARO PADA TAHUN 2050 DENGAN MENGGUNAKAN MODEL STOKASTIK

Ferdinand Sinuhaji

Universitas Quality Berastagi, Indonesia

Corresponding author:: sinuhajiferdinand@gmail.com

ABSTRAK

Data jumlah penduduk kabupaten karo dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020 oleh (BPS) Kabupaten Karo mengalami peningkatan dengan trend grafik menaik. Pada penelitian ini meramalkan jumlah penduduk di kabupaten Karo pada tahun 2050 berdasarkan data kelahiran, data kematian, dan perpindahan. Dari fakta yang ada, faktor – faktor kelahiran, data kematian dan perpindahan yang berpegaruh terhadap pertumbuhan penduduk di kabupaten karo menarik untuk dianalisis. Dari data tersebut dapat dimodelkan dengan model stokastik. Pertumbuhan penduduk dan jumlah penduduk kabupaten karo dapat dihitung dengan pola angka kelahiran, kematian, dan perpindahan. Proses kelahiran, kematian tersebut merupakan proses poisson. Oleh karena itu diperlukan model stokastik untuk meramalkan jumlah penduduk di kabupaten Karo. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model stokastik pertumbuhan penduduk menggunakan perhitungan pola kelahiran, kematian dan perpindahan sehingga dapat meramalkan jumlah penduduk kabupaten karo yang akan datang (2050) dengan menggunakan asumsi pembuatan model stokastik pertumbuhan penduduk dan menganalisis data tersebut dengan tren. Data tersebut diolah dengan menggunakan analisis tren dan metode penggabungan. Hasil peramalan jumlah penduduk kabupaten karo yang belum dapat diketahui jumlah penduduknya pada tahun 2050 adalah 601.209 penduduk dan pada tahun 2051 adalah 608.424 penduduk.

Kata kunci: Jumlah penduduk karo, Peramalan penduduk karo.

ABSTRACT

Data on the population of Karo Regency from 2010 to 2020 by (BPS) Karo Regency has increased with an ascending graphic trend. This study predicts the population in Karo district in 2050 based on birth data, death data, and migration. From the existing facts, birth factors, death and displacement data that affect population growth in Karo district are interesting to analyze. From these data can be modeled with a stochastic model. Population growth and the population of Karo Regency can be calculated by the pattern of birth, death and migration rates. The process of birth and death is a Poisson process. Therefore a stochastic model is needed to predict the population in Karo district. This study aims to create a stochastic model of population growth using the calculation of birth, death and migration patterns so that it can predict the population of Karo Regency in the future (2050) using the assumption of making a stochastic model of population growth and analyzing the data with trends. The data is processed using trend analysis and aggregation method. The results of forecasting the population of Karo Regency whose population is unknown in 2050 are 601,209 residents and in 2051 there are 608,424 residents.

Keywords: Karo population; population forecasting Karo

PENDAHALUAN

Pertumbuhan penduduk adalah suatu perubahan populasi yang terjadi sewaktu-waktu dan bisa dihitung sebagai perubahan dalam jumlah individu atau dalam sebuah populasi menggunakan satuan “per unit waktu” untuk pengukuran.

Pertumbuhan penduduk secara umum merujuk pada semua spesies, tetapi selalu mengarah pada manusia dan sering digunakan secara informal untuk sebutan demografi jumlah pertumbuhan penduduk.

Faktor yang memengaruhi pertumbuhan penduduk yang pertama adalah fertilitas atau kelahiran, yaitu berkaitan dengan peranan kelahiran pada perubahan penduduk. Kelahiran seorang anak akan menambah jumlah penduduk suatu daerah atau kabupaten karo.

Kedua yaitu mortalitas atau kematian yaitu salah satu diantara tiga komponen demografi yang dapat mempengaruhi perubahan penduduk. Kematian seseorang individu akan mengurangi jumlah penduduk suatu daerah.

Ketiga adalah migrasi yaitu perpindahan penduduk dengan tujuan untuk menetap dari suatu tempat tinggal ke tempat tinggal lain. Migrasi bisa terjadi melampaui batas negara atau pun batas administratif (batas bagian dalam suatu negara). Migrasi ini sering diartikan sebagai perpindahan yang relative permanen dari suatu daerah ke

daerah lain. Pada penelitian ini ada dua jenis migrasi yaitu migrasi masuk dan keluar.

(Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo (2009)) Di kabupaten karo jumlah pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun terjadi peningkatan jumlah penduduk yang meningkat pada tahun 2015 (389591 jiwa), tahun 2016 (396598 jiwa), tahun 2017 (403207 jiwa).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model stokastik dengan pertama kali menghitung pola kelahiran, kematian dan perpindahan sehingga dapat meramalkan jumlah penduduk di kabupaten karo pada tahun 2050 dan 2051. Dengan menggunakan asumsi pembuatan model stokastik pertumbuhan penduduk dan menganalisis data tersebut dengan tren. Data tersebut diolah dengan menggunakan analisis tren dan metode penggabungan. Ide penelitian ini diperoleh dari (Rachmawati RN, Bekti RD (2013)). Metode yang digunakan adalah memodelkan terlebih dahulu adalah pertumbuhan penduduk, menduga pertumbuhan penduduk dan meramalkan jumlah penduduk di kabupaten karo pada tahun 2050 dan 2051.

METODE PENELITIAN

A. Asumsi Pembuatan Model Stokastik Pertumbuhan Penduduk Di Kabupaten Karo

Asumsi pembuatan model stokastik pertumbuhan penduduk dikabupaten karo dengan menggunakan asumsi-asumsi dari (Rachmawati RN, Bekti RD (2013)), dimana data jumlah penduduk Kabaputen Karo digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk. Di mana pada penelitian ini adalah dengan mengganti ke dalam asumsi matematika.

- a. $N(t, t + h)$ menyatakan banyaknya kelompok pada waktu $(t, t + h)$, dan $N(t, t + h)$ merupakan proses Poison dengan nilai harapan $(\alpha + \mu + \theta)h$, dimana α adalah rata-rata kelahiran, μ adalah rata-rata kematian, dan $\theta = \theta_1 - \theta_2$ adalah rata-rata perpindahan penduduk (dimana perpindahan penduduk yang masuk (θ_1) dan perpindahan penduduk keluar (θ_2)).
- b. Peubah acak X_i yang banyaknya peristiwa yang terjadi pada kelompok ke- i . Banyaknya peristiwa yang terjadi pada kelompok yang berbeda adalah saling bebas dan berdistribusi peluang sama.
- c. Parameter $\{\alpha_n = n\alpha + \theta\}$ dan $\mu_n = n\mu\}$ adalah urutan bilangan positif yang menyatakan tingkat kelahiran dan kematian dengan mengakibatkan terjadinya perpindahan penduduk, dengan keadaan awal $M(0) = i$ dan $M(t) = E[X(t)]$. Untuk menentukan nilai $M(t + h)$ digunakan nilai harapan dengan syarat $X(t)$, sehingga diperoleh

$$\text{persamaan: } M(t + h) = E[X(X(t + h) = E[E[X(t + h)|X(t)]]]. \quad (2.1)$$

Dengan demikian, dalam selang waktu $(t, t + h)$ kemungkinan peristiwa yang terjadi dalam proses kelahiran dan kematian kelompok dengan mengakibatkan perpindahan penduduk adalah satu atau lebih perpindahan penduduk, atau tidak sama sekali mengakibatkan satu atau lebih kelahiran dan kematian atau perpindahan penduduk individu. Setiap kejadian terhadap anggota populasi mempunyai peluang sebagai berikut :

- a. Peluang untuk adanya satu individu atau lebih, $\frac{1}{\sum_{i=1}^{N(t)} X_i} E[X_i]X(t)\alpha h + o(h)$ dengan $h \rightarrow 0$.
- b. Peluang untuk matinya satu individu atau lebih, $\frac{1}{\sum_{i=1}^{N(t)} X_i} E[X_i]X(t)\mu h + o(h)$ dengan $h \rightarrow 0$.
- c. Peluang untuk perpindahan penduduknya pada satu individu atau lebih, $\frac{1}{\sum_{i=1}^{N(t)} X_i} E[X_i]X(t)\theta h + o(h)$ dengan $h \rightarrow 0$.
- d. Peluang untuk tidak ada kelahiran, kematian, dan perpindahan penduduk, $1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^{N(t)} X_i} E[X_i]X(t)(\alpha + \mu + \theta)h + o(h)$ dengan $h \rightarrow 0$.

Sehingga jika $X(t)$ diketahui, maka jumlah individu pada saat $t + h$ adalah : $X(t + h)$

B. Analisis Gerombol

Analisis gerombol adalah analisis statistika peubah ganda yang digunakan apabila ada n buah individu atau objek yang mempunyai p peubah dan n objek tersebut ingin dikelompokkan ke dalam k kelompok berdasarkan sifat-sifat yang diamati sehingga individu yang terletak dalam satu gerombol memiliki kemiripan sifat yang lebih besar dibandingkan dengan individu yang terletak dalam gerombol lain. Analisis gerombol merupakan salah satu teknik multivariat metode interdependensi (saling ketergantungan). Oleh karena itu, dalam analisis gerombol tidak ada pembedaan antara variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Analisis gerombol digunakan untuk mengelompokkan data observasi yang hanya berdasarkan pada informasi yang ditemukan dalam data, di mana data tersebut harus menggambarkan observasi dan hubungannya. Tujuan dari analisis ini adalah observasi dalam satu kelompok mirip satu sama lain dan berbeda dari observasi dalam kelompok lain. Semakin besar kemiripan (*homogenitas*) dalam kelompok dan semakin besar perbedaan (*heterogenitas*) antar kelompok maka pengemborolan akan lebih baik dan lebih berbeda (Tan P, Steinbach M, Kumar V. 2006))

C. Metode Pengelompokan

Pada analisis gerombol dibedakan menjadi metode hinarki (*Hierarchical Clustering Method*) dan metode non hinarki (*Nonhierarchical Clustering Method*). Metode hinarki digunakan apabila banyak gerombol yang akan dibentuk belum diketahui sebelumnya. Metode hinarki digunakan apabila belum ada informasi jumlah gerombol yang dipilih. Sedangkan metode non hinarki bertujuan untuk mengelompokkan n objek kedalam k ($k < n$), dimana nilai k telah ditentukan sebelumnya. Metode analisis gerombol membutuhkan suatu ukuran ketakmiripan (jarak) yang didefinisikan untuk setiap pasang objek yang akan dikelompokkan. Jarak yang biasa digunakan dalam analisis penggerombolan diantaranya adalah *Jarak Euclid*.

D. Jarak Euclid

Jarak Euclid paling sering digunakan untuk analisis gerombol. Jarak Euclid antara dua titik dapat diartikan dengan baik. Jarak yang digunakan adalah peubah kontinu. Jarak Euclid antara gerombol ke $-i$ dan ke $-j$ dari peubah p peubah diartikan sebagai :

$$d(i, j) = \left[\sum_{t=1}^p (\bar{x}_{tj} - \bar{x}_{ti})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

E. Motede Hinarki

Motede Hinarki dibedakan menjadi dua metode pengelompokan, yaitu metode

penggabungan dan metode pemecahan (Juanda B, Junaidi.2012)) Pada penelitian ini digunakan metode penggabungan untuk menganalisis gerombol.

F. Metode Penggabungan

Proses pengelompokan dengan pendekatan metode penggabungan (*Down to Top*) dimulai dengan n gerombol sehingga masing-masing gerombol tepat satu objek, kemudian tentukan dua gerombol terdekat dan gabungkan gerombol tersebut menjadi satu gerombol baru. Proses penggabungan dua gerombol diulangi sampai diperoleh satu gerombol yang memuat semua himpunan data. Perlu diperhatikan bahwa setiap penggabungan dalam metode ini selalu diikuti dengan perbaikan matriks jarak. Hasil analisis gerombol dari metode ini disajikan dalam bentuk dendogram.

G. Analisis Tren

Analisis tren adalah suatu metode analisis statistika yang digunakan untuk melakukan suatu estimasi atau peramalan pada masa yang akan datang. Untuk melakukan peramalan dengan baik maka dibutuhkan berbagai macam data yang cukup banyak dan diamati dalam periode waktu yang relatif lumayan panjang, sehingga hasil analisis tersebut dapat mengetahui sampai berapa besar fluktuasi yang terjadi dan faktor-faktor apa saja yang memengaruhi terhadap perubahan tersebut. Analisis tren

terdapat tiga model yaitu tren linear, tren kuadratik, dan tren eksponensial (Juanda B, Junaidi. 2012))

Tren linear dimana kecenderungan data dimana perubahannya berdasarkan waktu adalah konstan. Model yang digunakan adalah persamaan tren linear (Draper N, Smith 2000) : $Y_t = a + bt$.

H. Ukuran Kesalahan

Pada penelitian ini ukuran akurasi hasil peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan nilai yang sebenarnya. Pada penelitian ini menggunakan rata - rata persentase kesalahan absolute (*Mape Absolute Persentage Error = MAPE*). Pada penelitian ini ukuran kesalahan yang digunakan adalah MAPE (*Mape Absolute Persentage Error*), adapun persamaannya :

$$MAPE = \sum_i^n \frac{|PE_i|}{n}, \text{ dengan : } PE = \left(\frac{x_i - F_i}{x_i} \right)$$

I. Tren kuadratik

Tren kuadratik adalah kecenderungan data yang kurvanya berpola lengkungan. Secara matematika, tren kuadratik merupakan antara peubah tak bebas dengan t dan t^2 . Model persamaan kuadratik yaitu (Draper N, Smith H. 1992)) :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2$$

J. Tren Eksponensial

adalah kecenderungan perubahan data semakin lama semakin bertambah secara eksponensial. Terdapat dua model untuk tren

eksponensial yaitu : Untuk peubah diskrit : $Y_t = \beta_0 + (1 + \beta_1)^t$ dan untuk peubah kontinu : $Y_t = \beta_0 e^{\beta_1 t}$.

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode penelitian yang digunakan adalah data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penduduk tahun 2018, yaitu jumlah penduduk di kabupaten karo (pada tahun dasar) yang digunakan dalam setahun.

Variabel penelitian ini digunakan data sekunder yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) di kabupaten karo. Data penduduk yang diambil adalah data tahun 2009 sampai dengan 2020. Model pertumbuhan stokastik menggunakan perhitungan pola kelahiran, kematian dan perpindahan di kabupaten karo menggunakan asumsi - asumsi model pertumbuhan stokastik. Kemudian langkah selanjutnya melakukan *analisis gerombol* untuk mengetahui karakteristik di kabupaten karo. Menguji dengan analisis tren linear, quadratic, dan exponential, menghitung pendugaan pertumbuhan penduduk Kabupaten Karo dengan MAPE, Analisis data yang dilakukan menggunakan model yang sudah dibuat untuk memperoleh nilai dugaan pertumbuhan penduduk dan meramalkan jumlah penduduk yang akan datang.

Model stokastik pertumbuhan penduduk dengan menggunakan asumsi-asumsi yang ditelaah dibangun dari persamaan (2.1) sehingga didapatkan model stokastik

pertumbuhan penduduk pada proses kelahiran, kematian dan perpindahan penduduk di kabupaten karo :

$$M_t = \frac{\theta}{\alpha - \mu} [e^{E[X_i](\alpha - \mu)t} - 1] + e^{iE[X_i](\alpha - \mu)t}$$

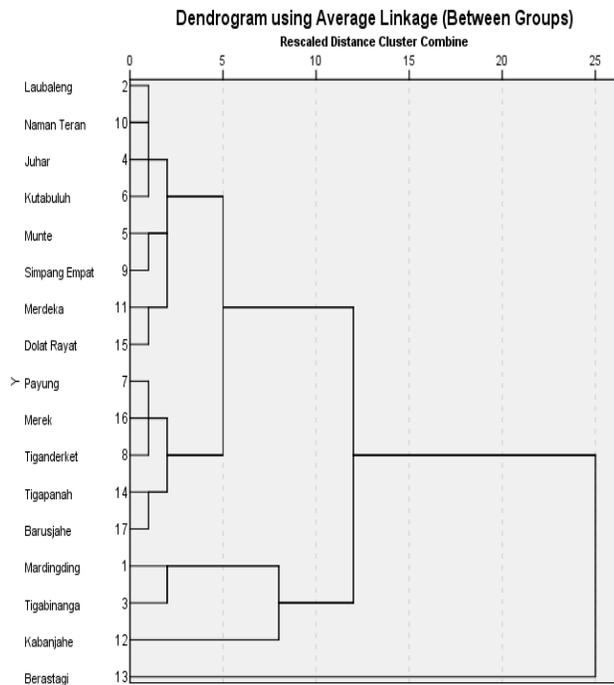
Metode Analisis Data dengan Gerombol

Pada penelitian ini dilakukan penggerombolan dengan metode penggabungan. Data yang digunakan adalah *Rasio kelahiran anak* dan *Rasio kematian anak* setiap.

Tabel 1 Hasil Penggerombolan
Cluster Membership

Case	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1:Mardingding	1	1	1
2:Laubaleng	2	2	1
3:Tigabinanga	1	1	1
4:Juhar	2	2	1
5:Munte	2	2	1
6:Kutabuluh	2	2	1
7:Payung	2	2	1
8:Tiganderket	2	2	1
9:Simpang Empat	2	2	1
10:Naman Teran	2	2	1
11:Merdeka	2	2	1
12:Kabanjahe	3	1	1
13:Berastagi	4	3	2
14:Tigapanah	2	2	1

15:Dolat Rayat	2	2	1
16:Merek	2	2	1
17:Barusjahe	2	2	1



Gambar 1. Hasil Dendogram

Berdasarkan hasil pada Tabel 2 dan Gambar 1 Hasil dendogram dengan metode penggabungan diperoleh bahwa jika jaraknya ditentukan sebesar 25 maka setiap kecamatan di kabupaten Karo pada tahun 2018 dapat digerombolkan menjadi satu gerombol. Sehingga dapat diasumsikan bahwa setiap kecamatan kabupaten Karo adalah *Homogenitas* (kesamaan) yang tinggi antar anggota dalam satu cluster (*within-cluster*).

Hasil Peramalan Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Karo Pada Yang Akan Datang

Perhitungan nilai dugaan pertumbuhan penduduk per tahun di kabupaten Karo menggunakan model yang sudah dibuat yaitu persamaan (2.6). Dengan nilai parameter-parameter yang dapat dilihat pada Tabel 3. Setelah memperoleh nilai dugaan pertumbuhan penduduk kemudian menghitung nilai kesalahan nilai dugaan dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

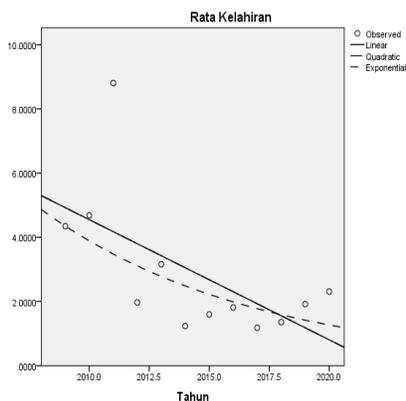
Berdasarkan hasil pada tabel 3, bisa dilihat bahwa nilai parameter per tahun pada tahun 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 dan 2020 dengan nilai $\alpha > 1, (\alpha - 1) < 1, \theta < 0$ dapat dikatakan cukup mendekati dengan nilai pertumbuhan penduduk sebenarnya dengan nilai MAPE sebesar 24,8717 %.

Rata-rata kelahiran, kematian dan perpindahan penduduk per tahun 2009 sampai dengan tahun 2020 (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2009)), (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2010)), (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2011)), (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2012)), (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2013)), (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2014)), (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2015)), (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2016)), (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2020))

Hasil Peramalan Jumlah Penduduk Kabupaten Karo Pada Tahun 2050

Pada peramalan jumlah penduduk pada kabupaten karo yang akan datang diambil data pada masa lalu. Data masa lalu yang diukur secara periodik akan membentuk suatu deret waktu data (*time series*). Deret waktu adalah rangkaian data yang berupa nilai pengamatan terhadap variabel tunggal yang diukur selama kurun waktu tertentu. Perhitungan nilai ramalan pertumbuhan penduduk pada kabupaten karo menggunakan analisis tren. Analisis tren ini terdapat 3 model yaitu tren linear, tren kuadratik, dan tren eksponensial. Perhitungan peramalan pertumbuhan penduduk kabupaten karo dengan menggunakan nilai ramalan parameter-parameter yang dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai *Standard Error of the Estimate* (SEE) dari setiap model dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil Keluaran dari rata-rata kelahiran per hari setiap kecamatan Linear



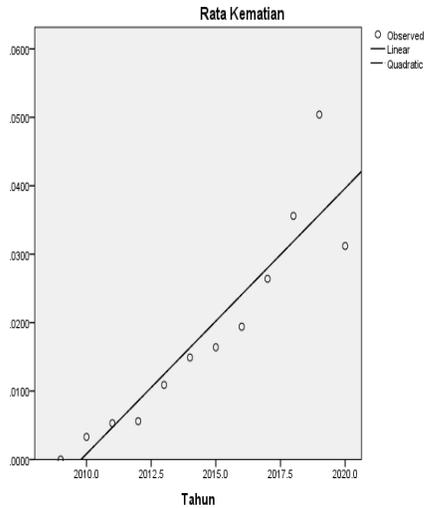
Gambar 2. Nilai setiap model standard Error of the Estimate (SEE) pola tren rata-rata kelahiran :

Tabel 5 Nilai setiap model standard Error of the Estimate (SEE) pola tren rata-rata kelahiran

Tren	<i>Standard Error of the Estimate</i> (SEE)
Linear	1.826
Kuadratik	1.826
Eksponensial	0.487

Berdasarkan Tabel 5 model tren eksponensial memiliki nilai SEE yang paling kecil yaitu 0.487 dibandingkan dengan model tren linear dan kuadratik. Jadi model eksponensial adalah model terbaik untuk mencari nilai peramalan rata-rata kelahiran per hari setiap kecamatan. Sehingga didapat nilai koefisien $\beta_0 = 2.344$ dan $\beta_1 = -0.112$. Dengan demikian dapat diambil rumusnya $\alpha_t = 2.344e^{-0.112t}$

Hasil Keluaran dari rata-rata kematian per hari setiap kecamatan :



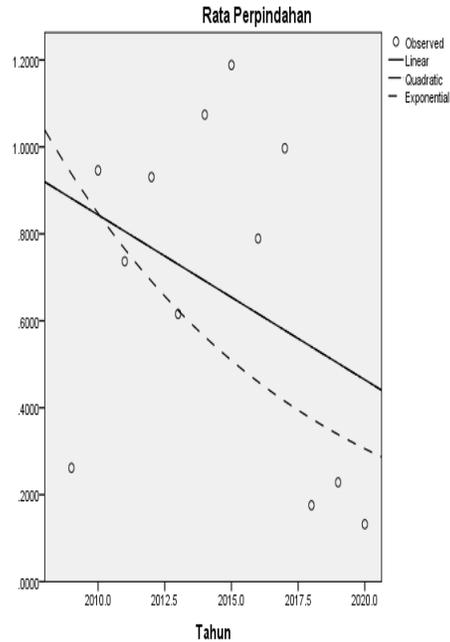
Gambar 3. Nilai setiap model standard Error of the Estimate (SEE) dari setiap model rata-rata kematian penduduk

Tabel 6 Nilai setiap model standard Error of the Estimate (SEE) dari setiap model rata-rata kematian penduduk

Tren	Standard Error of the Estimate (SEE)
Linear	0.006
Quadratik	0.006

Berdasarkan Tabel 6 model tren Quadratik memiliki nilai SEE yang paling kecil dikarenakan nilai pada koefisiennya lebih kecil dibandingkan dengan tren Linear yaitu -3.892 Jadi model linear terbaik untuk mencari nilai peramalan rata-rata kematian per hari setiap kecamatan. Sehingga didapat nilai koefisien $\beta_0 = -3.892$ dan $\beta_1 = 9.636$. Sehingga dapat diambil kesimpulan rumus $\mu_t = -3.892 + (9.636)t$

Hasil Keluaran dari rata-rata perpindahan penduduk untuk setiap kecamatan per hari



Gambar 4. Hasil pengolahan data SPSS Nilai setiap model standard Error of the Estimate (SEE) dari setiap model rata-rata perpindahan penduduk :

Tabel 7 Nilai setiap model standard Error of the Estimate (SEE) dari setiap model rata-rata perpindahan penduduk

Tren	Standard Error of the Estimate (SEE)
Linear	0.373
Quadratik	0.373
Eksponensial	0.732

Sumber Tabel : pengolahan data SPSS

Berdasarkan Tabel 7 model tren Quadratic memiliki nilai SEE yang paling kecil yaitu 0.373 dikarenakan nilai pada koefisiennya lebih kecil daripada tren Linear. Jadi model linear

adalah model terbaik untuk mencari nilai peramalan rata-rata perpindahan penduduk per hari setiap kecamatan. Sehingga didapat nilai koefisien $\beta_0 = 38.927$ dan $\beta_1 = -9.426$ sehingga dapat dirumuskan tren linear $\theta_t = 38.927 + (-9.426)t$

Tabel 8

Hasil peramalan pendugaan pertumbuhan penduduk per hari

Tahun	Nilai ramalan pertumbuhan penduduk kabupaten Karo per hari
2050	16.471
2051	16.669

Sumber Tabel : pengolahan data SPSS

Sehingga jumlah penduduk di kabupaten karo pada tahun 2050 dan 2051 yang belum diketahui jumlahnya adalah 601.209 sebanyak penduduk dan 608.424 penduduk.

Data jumlah penduduk kabupaten karo dari tahun 2009 sampai dengan 2019 (BPS Kabupaten Karo, (2015)). Tahun 2050 hasil peramalan jumlah penduduk sebanyak **601.209** dan tahun 2051 hasil peramalan jumlah penduduk sebanyak **608.424** jiwa.

Tabel 9 Hasil peramalan jumlah penduduk pada tahun 2050 dan 2051

Tahun	Jumlah Penduduk
2009	370.619
2010	350.960
2011	354.242
2012	358.823

2013	363.755
2014	382.622
2015	389.591
2016	396.598
2017	403.207
2018	409.675
2019	415.878
2050	601.209
2051	608.424

Sumber Tabel : BPS Karo

II. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian nilai pendugaan pertumbuhan penduduk dari model yang disusun pada tahun 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 mendekati dengan nilai pertumbuhan penduduk yang sebenarnya dengan nilai MAPE sebesar 24,8717%. Hasil peramalan jumlah penduduk kabupaten karo yang akan datang dapat dihitung dengan nilai peramalan per hari pada tahun yang akan datang. Hasil peramalan pertumbuhan penduduk kabupaten karo per hari pada tahun 2050 sebanyak 16.471 dan pada tahun 2051 diramalkan pertumbuhan penduduk per hari sebanyak 16.669. Sehingga nilai peramalan jumlah penduduk kabupaten karo yang belum dapat diketahui jumlahnya pada tahun 2050 adalah 601.209 dan pada tahun 2051 adalah 608.424 jiwa.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2009). Kabupaten Karo dalam angka 2009. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2010). Kabupaten Karo dalam angka 2010. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2011). Kabupaten Karo dalam angka 2011. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2012). Kabupaten Karo dalam angka 2012. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2013). Kabupaten Karo dalam angka 2013. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2014). Kabupaten Karo dalam angka 2014. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2015). Kabupaten Karo dalam angka 2015. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2016). Kabupaten Karo dalam angka 2016. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2017). Kabupaten Karo dalam angka 2017. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2018). Kabupaten Karo dalam angka 2018. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2019). Kabupaten Karo dalam angka 2019. Katalog BPS 1102001.1211
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karo, (2020). Kabupaten Karo dalam angka 2021. Katalog BPS 1102001.1211
- Draper N, Smith H. (2000). *Analisis Regresi Terapan*. Edisi Ke-2. Jakarta (ID): PT Gramedia.
- Everrit BS, Landau S, Leese M, Stahl D. (2011). *Cluster Analysis*. Edisi Ke-5. London: King's College.
- Juanda B, Junaidi. (2012). *Ekonometrika Deret Waktu*. Bogor: IPB Press.
- Rachmawati RN, Bekti RD. (2013). Stochastic Growth Model for Spatial Cluster Birth and Death Process with Migration. *Journal of Mathematics and Statistics*. 9(2):112118.doi:10.3844/jmssp.2013.112.118.
- Sinuhaji F, Simamora I. (2020). Model Stokastik Pertumbuhan Penduduk Di Kabupaten Karo Menggunakan Perhitungan Pola Kelahiran, Kematian Dan Perpindahan. *Jurnal Curere*. 2(2): 55-65.
- Sinuhaji F, Simamora I. (2020). Predict Factors Of Population Growth And The Number Of Population Off Karo District Using Stochastic Model. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*,17(6): 10595-10615.
- Tan P, Steinbach M, Kumar V. (2006). *Introduction to Data Mining*. Boston: Pearson Addison Wesley.