

PROYEKSI PERTUMBUHAN PENDUDUK KABUPATEN PEGUNUNGAN ARFAK MENGGUNAKAN MODEL LOGISTIK

Logistic model for population growth projection of Arfak Mountains District

Kukuh Silvia Dwi Anggraeni¹⁾, Tri Widjajanti, S.Si., M.Si.^{2*)}, Rium Hilum, S.Pd., M.Si³⁾

^{1,2,3}Jurusan Matematika dan Statistika FMIPA Universitas Papua, Manokwari 98314, Indonesia

Email: ¹kukuhsda23@gmail.com, ²dajanti03@gmail.com, ³r.hilum@unipa.ac.id

**Corresponding author*

ABSTRACT

Arfak Mountains Regency is an expansion area of Manokwari Regency which was formed based on the law of the Republic of Indonesia Number 24 of 2012 concerning the expansion of Arfak Mountain Regency in West Papua Province. The population growth of the Arfak Mountains Regency which has increased after the expansion can cause social problem in the area. social problems arising from the increase in population can be anticipated by using population growth projection. The purpose of this paper is to determine the logistic model and project population growth in the Arfak Mountains Regency. The results of this study are the mathematical model of population growth in the Arfak Mountains Regency using the logistic model is:

$$\frac{dx}{dt} = rX \left(1 - \frac{X}{K}\right)$$

The projected population growth of Arfak Mountains Regency in 2030 is $N(16) = 38.831$ people with an intrinsic growth rate of r which is 1,156671070.

Keywords: Population Growth Projection, Logistic Model, Arfak Mountains.

PENDAHULUAN

Kabupaten Pegunungan Arfak merupakan daerah pemekaran dari Kabupaten Manokwari yang dibentuk berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2012 tentang Pembentukan Kabupaten Pegunungan Arfak di Provinsi Papua Barat. Kabupaten Pegunungan Arfak pada Tahun 2010 memiliki jumlah penduduk sebanyak 23.096 jiwa dan mengalami peningkatan di tahun-tahun berikutnya. Jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak Tahun 2015 mengalami pertumbuhan sebesar 2,34 persen. (BPS, 2016). Pertumbuhan penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak yang mengalami peningkatan setelah adanya pemekaran Menurut dapat menimbulkan masalah sosial pada daerah tersebut. Masalah-masalah sosial yang timbul akibat bertambahnya jumlah penduduk dapat diantisipasi dengan menggunakan proyeksi pertumbuhan penduduk menurut Erlich R Paul (1982). Proyeksi pertumbuhan penduduk bertujuan untuk menduga jumlah penduduk atau

pertambahan penduduk pada suatu daerah dalam beberapa tahun kedepan, sehingga masalah sosial dapat diantisipasi dengan baik. Pertumbuhan penduduk merupakan fenomena alam yang dapat dimodelkan, sehingga dapat digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk. Pemodelan pertumbuhan penduduk yang mempertimbangkan kapasitas tampung adalah pemodelan pertumbuhan logistik. Model pertumbuhan populasi logistik (*logistic growth models*) menggunakan kaidah logistik (*logistic law*) yaitu persediaan logistik ada batasnya, model ini mengasumsikan bahwa pada masa tertentu jumlah populasi akan mendekati titik kesetimbangan (*equilibrium*). Dalam titik ini jumlah kematian dan kelahiran dianggap sama, sehingga grafiknya dianggap konstan (*zero growth*) (Timuneno H.M, 2018). Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model logistik pada pertumbuhan penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak dan memproyeksikan pertumbuhan penduduk di Kabupaten

Pegunungan Arfak pada Tahun 2030 dengan menggunakan model logistik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu dengan cara menganalisis teori-teori atau literatur-literatur yang relevan. Peneliti melakukan studi pustaka yang berkaitan dengan proyeksi jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak. Pustaka-pustaka tersebut berupa berita-berita yang beredar dari berbagai sumber mengenai pertumbuhan penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak maupun penelitian-penelitian yang relevan. Selanjutnya peneliti membuat asumsi berdasarkan teori-teori yang ada di Kabupaten Pegunungan Arfak. Setelah peneliti membuat asumsi yang sesuai dengan kondisi di lapangan, peneliti mulai menyusun kompartemen dan model pertumbuhan penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak. selanjutnya peneliti menduga jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Masalah

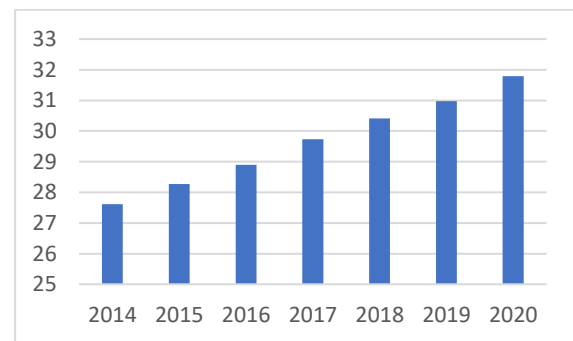
Jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak pada Tahun 2010 sebesar 23.096 jiwa. Setelah pemekaran pada Tahun 2012 jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak mengalami peningkatan sebesar 26.119 jiwa. Berdasarkan BPS (2016) jumlah Penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak pada

No	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2014	27.616
2	2015	28.271
3	2016	28.898
4	2017	29.731
5	2018	30.409
6	2019	30.976
7	2020	31.793

Tahun 2015 sebanyak 28.271 jiwa. Kabupaten Pegunungan Arfak Tahun 2015 memiliki kepadatan penduduk per kilometer persegi sebanyak 6 hingga 7 orang per kilometer.

Tabel 1 Data Jumlah Penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak Tahun 2014-2020.

Data jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak yang diperoleh dari Kantor BPS (2021) disajikan pada Tabel 1. Terdapat peningkatan setiap tahunnya. Jumlah penduduk tertinggi 31.793 jiwa pada Tahun 2020 dan jumlah penduduk terkecil 27.616 jiwa pada Tahun 2014. rata-rata peningkatan jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak dari Tahun 2014 sampai dengan Tahun 2020 sebesar 29,670 persen. Grafik peningkatan jumlah penduduk tersebut dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Jumlah Penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak pada Tahun 2014-2020.

Hingga saat ini, sudah hampir 5 tahun Kabupaten Pegunungan Arfak berdiri sebagai sebuah kabupaten sendiri, terlepas dari Kabupaten Manokwari. Meskipun demikian, masih cukup banyak infrastruktur penting yang belum dimiliki kabupaten ini. Salah satu infrastruktur penting yang belum memadai di Kabupaten Pegunungan Arfak adalah ketersediaan fasilitas kesehatan berupa rumah sakit (BPS, 2019).

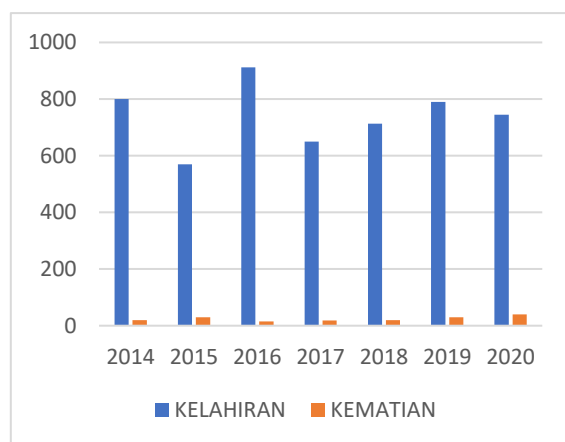
Data kelahiran dan kematian Kabupaten Pegunungan Arfak menurut Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Tahun 2014-2020 disajikan pada Tabel 2. Jumlah kelahiran tertinggi terjadi pada Tahun 2016 dengan kelahiran sebesar 912 jiwa dan kelahiran terendah terjadi pada Tahun 2015 sebesar 570 jiwa. Sedangkan jumlah kematian tertinggi terjadi pada Tahun 2020 sebesar 40 jiwa dan

kematian terendah terjadi pada Tahun 2016 sebesar 15 jiwa.

Tabel 2 Data Jumlah Kelahiran dan Kematian Kabupaten Pegunungan Arfak Tahun 2014-2020.

No	Tahun	Kelahiran	Kematian
1	2014	800	20
2	2015	570	30
3	2016	912	15
4	2017	650	18
5	2018	713	20
6	2019	790	30
7	2020	745	40

Data kelahiran dan kematian di Kabupaten Pegunungan Arfak mengalami perubahan setiap tahunnya, data tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Data Kelahiran dan Kematian Kabupaten Pegunungan Arfak Tahun 2014-2020.

Menurut BPS Tahun 2019 status kepemilikan tempat tinggalnya, lebih dari 99 persen rumah tangga di Kabupaten Pegunungan Arfak menempati rumah merupakan miliknya sendiri. Sementara itu, sekitar 0,55 persen rumah yang ditempati di Kabupaten

Pegunungan Arfak memiliki status bebas sewa. Bebas sewa dapat berarti rumah yang ditempati bukanlah milik rumah tangga yang menempatinnya, tetapi penggunaan rumah tersebut tidak dikenakan biaya sewa oleh pemiliknya.

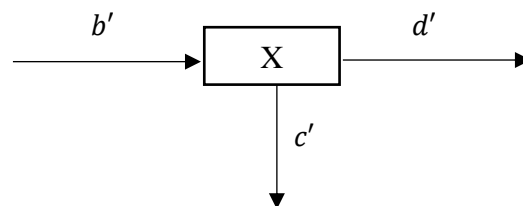
Asumsi-asumsi dalam Pembentukan Model Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Pertumbuhan penduduk berdasarkan laju kelahiran (b'), laju kematian (d'), laju pertumbuhan intrinsik (r) dan kapasitas tampung (K).
2. Tidak ada struktur genetik.
3. Tidak ada struktur perbedaan umur dan ukuran.
4. Tidak ada waktu tunda.
5. Memiliki kapasitas tampung yang kosntan.
6. Kepadatan penduduknya linear dan saling berkaitan.

Kompartemen dan Model Pertumbuhan Penduduk di Kabupaten Pegunungan Arfak

Kompartemen model pertumbuhan penduduk Pegunungan Arfak dapat disusun berdasarkan asumsi-asumsi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Kompartemen Model Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak.

dengan

- X : Jumlah Penduduk di Kabupaten Pegunungan Arfak.
- b' : Laju Kelahiran Intrinsik.
- d' : Laju Kematian Intrinsik.
- c' : Laju kematian penduduk tergantung pada ukuran populasi.

Selanjutnya kompartemen pada Gambar 3 dinyatakan dalam persamaan kata sebagai berikut.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{laju} \\ \text{perubahan} \\ \text{ukuran populasi} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{laju} \\ \text{kelahiran} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{laju} \\ \text{kematian} \end{array} \right\} \quad (1)$$

Jika laju kelahiran meningkat dengan bertambahnya populasi, maka laju kelahiran adalah

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{laju} \\ \text{kelahiran} \end{array} \right\} = b'X(t) \quad (2)$$

Jika laju kematian berkurang seiring dengan bertambahnya populasi, seperti yang dapat diamati pada sejumlah populasi. Sehingga dapat memodelkan perilaku dengan asumsi ketergantungan linear dari kematian perkapita pada ukuran populasi. tingkat kematian per kapita digunakan $d' + c'X(t)$, dengan laju kematian tertentu sehingga diperoleh

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{laju} \\ \text{kematian} \\ \text{perkapita} \end{array} \right\} = d' + c'X(t) \quad (3)$$

dengan d' (positif) adalah angka kematian perkapita dan c (positif) adalah kematian perkapita yang tergantung ukuran populasi. Perhatikan bahwa $X \rightarrow 0$ laju kematian perkapita cenderung ke d' , sementara peningkatan ukuran penduduk angka kematian perkapita meningkat. Bentuk linear adalah yang paling sederhana untuk laju kematian perkapita populasi yang meningkat dengan ukuran populasi yang meningkat. Dengan demikian, laju kematian secara keseluruhan diberikan dengan melipatgandakan laju kematian perkapita menurut ukuran penduduk, sehingga

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{laju} \\ \text{kematian} \end{array} \right\} = d'X(t) + c'X^2(t) \quad (4)$$

Substitusi (2) dan (4) ke (1), sehingga diperoleh

$$\frac{dX(t)}{dt} = b'X(t) - (d'X(t) + c'X^2(t)) \quad (5)$$

Jika (5) disederhanakan, maka

$$\frac{dX(t)}{dt} = (b' - d')X(t) - c'X^2(t) \quad (6)$$

Jika $r = b' - d'$, maka (6) menjadi

$$\frac{dX(t)}{dt} = rX(t) - c'X^2(t)$$

atau

$$\frac{dX(t)}{dt} = rX(t) - \frac{r}{r}c'X^2(t)$$

atau

$$\frac{dX(t)}{dt} = rX(t) \left(1 - \frac{c'}{r}X(t)\right)$$

atau

$$\frac{dX(t)}{dt} = rX(t) \left(1 - \frac{c'}{r}X(t)\right) \quad (7)$$

Jika $\frac{r}{c'} = K$, maka (7) menjadi

$$\frac{dX(t)}{dt} = rX(t) \left(1 - \frac{X(t)}{K}\right) \quad (8)$$

Persamaan (8) merupakan model matematika pertumbuhan logistik penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak.

Solusi Persamaan Logistik

Karena (8) merupakan persamaan diferensial biasa dengan peubah terpisah, maka (8) dapat diselesaikan secara analitik. Jika (8) dipisahkan variabelnya, maka (8) menjadi

$$\frac{dX(t)}{X(t) \left(1 - \frac{X(t)}{K}\right)} = r dt \quad (9)$$

dengan syarat awal

$$X(0) = 0$$

Jika (9) disederhanakan dengan menggunakan penyederhanaan maka

$$\frac{dX(t)}{X(t) \left(\frac{K-X(t)}{K}\right)} = r dt$$

atau

$$\frac{K dX(t)}{X(t)(K-X(t))} = r dt \quad (10)$$

Jika (10) diintegrasikan, maka (10) menjadi

$$\int \frac{K dX(t)}{(K-X(t))X(t)} = \int r dt \quad (11)$$

Penyelesaian ruas kiri pada (11) menggunakan Teknik Pengintegralan Fungsi Rasional, dengan mendekomposisikan ruas kiri sebagai berikut

$$\frac{K}{X(K-X)} = \frac{A}{X} + \frac{B}{K-X} \quad (12)$$

Jika (12) dikalikan dengan $X(K - X)$, maka (12) menjadi

$$K = A(K - X) + B X$$

Jika $X = 0$ dan $X = 1$ secara berturut-turut, maka nilai $A = 1$ dan $B = 1$. Sehingga ruas kiri dari (11) menjadi

$$\int \left(\frac{1}{X(t)} + \frac{1}{X(t)(K-X(t))} \right) dX(t) = \int r dt$$

atau

$$\int \frac{1}{X} dX(t) + \int \frac{1}{(K-X(t))} dX(t) = \int r dt \quad (13)$$

Jika (13) diselesaikan, maka hasil integralnya adalah

$$\ln |X(t)| - \ln |K - X(t)| = rt + C \quad (14)$$

Jika (14) diselesaikan menggunakan aturan logaritma, maka (14) menjadi

$$\ln \left| \frac{X(t)}{K-X(t)} \right| = rt + C \quad (15)$$

Jika (15) diekspansi, maka (15) menjadi

$$e^{\ln \left| \frac{X(t)}{K-X(t)} \right|} = e^{rt+C}$$

atau

$$\frac{X(t)}{K-X(t)} = e^C e^{rt} \quad (16)$$

Jika e^C pada ruas kanan (16) disamakan dengan C^* , maka (16) menjadi

$$\frac{X(t)}{K-X(t)} = C^* e^{rt} \quad (17)$$

Penentuan $X(t)$ pada (17) dilakukan dengan cara mengalikan kedua ruas (17) dengan $(K - X(t))$, sehingga diperoleh

$$X(t) = (K - X(t))C^* e^{rt} \quad (18)$$

Jika (18) disederhanakan dan dikelompokkan berdasarkan variabel, maka(18) menjadi

$$X(t) = KC^* e^{rt} - X(t)C^* e^{rt}$$

atau

$$X(t) + X(t)C^* e^{rt} = KC^* e^{rt}$$

atau

$$X(t)(1 + C^* e^{rt}) = KC^* e^{rt}$$

atau

$$X(t) = \frac{KC^* e^{rt}}{1+C^* e^{rt}} \quad (19)$$

Jika syarat awal $X(0) = X_0$, maka (19) disubstitusi dan disederhanakan, maka

$$X_0 = \frac{KC^* e^0}{1+C^* e^0}$$

atau

$$X_0 = \frac{KC^*}{1+C^*}$$

atau

$$X_0(1 + C^*) = KC^*$$

atau

$$X_0 + X_0 C^* = KC^*$$

atau

$$KC^* - X_0 C^* = X_0$$

atau

$$C^*(K - X_0) = X_0$$

atau

$$C^* = \frac{X_0}{(K-X_0)} \quad (20)$$

Jika (20) disubstitusikan ke (19), maka

$$X(t) = \frac{K \left(\frac{X_0}{(K-X_0)} \right) e^{rt}}{1 + \left(\frac{X_0}{(K-X_0)} \right) e^{rt}} \quad (21)$$

Sehingga (21) disederhanakan sebagai berikut

$$X(t) = \frac{\frac{KX_0 e^{rt}}{K-X_0}}{\frac{K-X_0 + X_0 e^{rt}}{K-X_0}} \quad (22)$$

Jika (22) dikalikan dengan $\frac{e^{-rt}}{e^{-rt}}$ sehingga diperoleh

$$X(t) = \frac{KX_0 e^{rt}}{K-X_0 + X_0 e^{rt}} \times \frac{e^{-rt}}{e^{-rt}} \quad (23)$$

Jika (23) diselesaikan, maka

$$X(t) = \frac{KX_0}{(K-X_0)e^{-rt} + X_0}$$

atau

$$X(t) = \frac{KX_0}{X_0 + (K-X_0)e^{-rt}}$$

atau

$$X(t) = \frac{K}{1 + \left(\frac{K-X_0}{X_0} \right) e^{-rt}} \quad (24)$$

Penentuan Kapasitas Tampung (K), Laju Kelahiran (b'), Laju Kematian (d'), dan Laju Pertumbuhan Intrinsik (r) Kapasitas Tampung (K)

Kapasitas tampung atau *carrying capacity* (K) ditentukan dengan menggunakan rumus kapasitas tampung yaitu luas daerah dikalikan dengan kapasitas tampung populasi per km². Kabupaten Pegunungan Arfak memiliki luas daerah 2.773,74 km² dan kapasitas tampung populasinya 14 jiwa per km².

Sehingga kapasitas tampung (K) Kabupaten Pegunungan Arfak adalah

$$= 2.773,74km^2 \times 14 \frac{jiwa}{km^2} = 38.832 \text{ jiwa}$$

Laju Kelahiran (b')

Laju Kelahiran (b') ditentukan dengan menggunakan data Tabel 1 dan rumus laju kelahiran (b') sama dengan jumlah kelahiran (B) dibagi dengan jumlah penduduk (X). Sehingga laju kelahiran (b') di Kabupaten Pegunungan Arfak dari Tahun 2014 sampai dengan Tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 3.

Laju Kematian (d')

Laju Kelahiran (b') ditentukan dengan menggunakan data Tabel 1 dan rumus laju kematian (d') sama dengan jumlah kematian (D) dibagi dengan jumlah penduduk (X). Sehingga laju kematian (d') di Kabupaten Pegunungan Arfak dari Tahun 2014 sampai dengan Tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 3.

Laju Pertumbuhan Intrinsik (r)

Laju pertumbuhan intrinsik (r) ditentukan dengan menggunakan $r_1 = (b' - d')$ dan $r_2 = \frac{\ln \frac{N(t) \times (K - N(0))}{N(0) \times (K - N(t))}}{t}$.

Pada Tabel 3 diperoleh r_1 rata-rata sebesar 0,02416 Karena r yang diperoleh dari selisih kelahiran dan kematian itu datanya tidak lengkap, maka penentuan laju pertumbuhan intrinsik dapat menggunakan rumus berikut.

$$r_2 = \frac{\ln \frac{N(t) \times (K - N(0))}{N(0) \times (K - N(t))}}{t}$$

Sehingga diperoleh nilai r_2 rata-rata sebesar 1,15667 seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Laju Kelahiran, Laju Kematian dan Laju Pertumbuhan Intrinsik.

Tahun	X	Xr ₁	Xr ₂	Xr ₁ - X	Xr ₂ - X
2014	27.616	27,616	27,616	0	0
2015	28.271	27,807	34,433	464	6,162
2016	28.898	27,997	37,332	901	8,434
2017	29.731	28,185	38,347	1,546	8,616
2018	30.409	28,370	38,678	2,039	8,269
2019	30.976	28,554	38,783	2,422	7,808
2020	31.793	28,736	38,816	3,057	7,024

Perhitungan Jumlah Penduduk Pegunungan Arfak Berdasarkan r_1 dan r_2 .

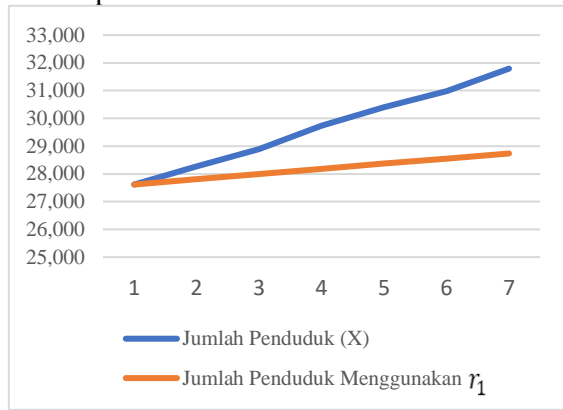
Perhitungan jumlah penduduk dengan menggunakan (24) dan laju pertumbuhan intrinsik rata-rata r_1 dan r_2 pada Tabel 3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Jumlah Penduduk Berdasarkan Nilai r_1 dan r_2 .

Laju Kelahiran ($b' = \frac{B}{X}$)	Laju Kematian ($d' = \frac{D}{X}$)	Laju Pertumbuhan Intrinsik $r_1 = b - d$	Laju Pertumbuhan Intrinsik $r_2 = \frac{\ln \frac{N(t) \times (K - N(0))}{N(0) \times (K - N(t))}}{t}$
0,02896	0,00072	0,02824	1,16563
0,02016	0,00106	0,01910	1,16334
0,03155	0,00051	0,03104	1,16088
0,02186	0,00060	0,02125	1,15718
0,02344	0,00065	0,02273	1,15376
0,02550	0,00096	0,02453	1,15055
0,02343	0,00125	0,02217	1,14532
Rata-rata		0,02416	1,15667

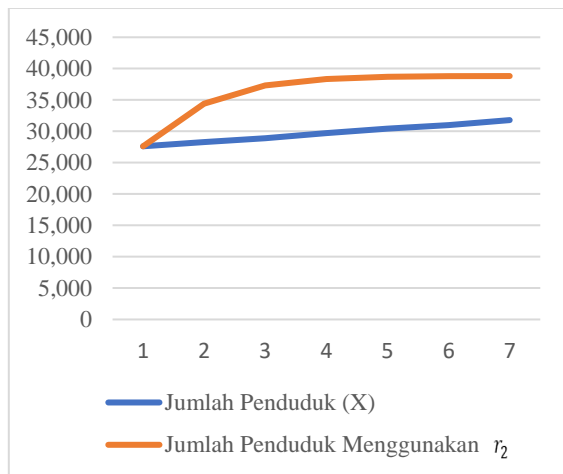
Misalkan Xr_1 jumlah penduduk menggunakan $r_1 = b' - d'$, Xr_2 jumlah penduduk menggunakan $r_2 = \frac{\ln \frac{N(t) \times (K - N(0))}{N(0) \times (K - N(t))}}{t}$. Tabel 4 menjelaskan bahwa selisih jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak Tahun 2014-2020 dengan menggunakan laju pertumbuhan intrinsik $Xr_1 - X$ adalah rata-rata 1.489 jiwa sedangkan selisih jumlah Penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak Tahun 2014-2020 dengan menggunakan laju pertumbuhan intrinsik $Xr_2 - X$ adalah 6.616 jiwa. Laju Xr_1 lebih kecil dibandingkan dengan laju Xr_2 karena Xr_1 menggunakan data kelahiran dan kematian di Kabupaten Pegunungan Arfak dan Xr_2 menggunakan kapasitas tampung dan jumlah populasi, sehingga perbedaannya sangat besar. Jika dinyatakan dalam bentuk grafik dapat

dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut.



Gambar 4 Selisih Jumlah Penduduk Berdasarkan Nilai r₁.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa jumlah penduduk prediksi yang menggunakan r₁ lebih rendah dibandingkan dengan jumlah penduduk yang sebenarnya. Hal ini dikarenakan penentuan laju pertumbuhan intrinsik r₁ menggunakan data kelahiran dan kematian saja.



Gambar 5 Selisih Jumlah Penduduk Berdasarkan Nilai r₂.

Sedangkan Gambar 5 terlihat bahwa jumlah penduduk prediksi yang menggunakan r₂ lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah penduduk yang sebenarnya. Karena laju pertumbuhan intrinsik r₂ melibatkan kapasitas tampung dan jumlah populasi. Sehingga diperoleh prediksi jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak lebih baik jika menggunakan r₂.

Prediksi Jumlah Penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak Tahun 2030

Prediksi jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak menggunakan (24) dan menggunakan nilai r₂.

$$X(t) = \frac{K}{1 + [(K - N_0)/N_0]e^{-rt}}$$

substitusi r = 1,15667, t = 16, X₀ = 27.616, K = 38.832

$$X(16) = \frac{38.832}{1 + \left[\frac{38.832 - 27.616}{27.616}\right]e^{-1.15667 \cdot 16}}$$

$$X(16) = \frac{38.832}{1 + [0,4061413673]e^{-18,50673712}}$$

$$X(16) = \frac{38.832}{1 + [0,4061413673]0,000000009}$$

$$X(16) = \frac{38832}{1 + 0,00000000036}$$

$$X(16) = \frac{38.832}{1,00000000036}$$

$$X(16) = 38.831 \text{ Jiwa.}$$

Sehingga diperoleh jumlah penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak pada Tahun 2030 adalah 38.831 jiwa.

Jika proyeksi penduduk tahun yang akan datang dibandingkan dengan daya tampung 14 jiwa/km², maka Kabupaten Pegunungan Arfak masih bisa menampung jumlah penduduk Tahun 2030, yaitu 14 jiwa × 2.773,74 km² = 38.832 jiwa.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan adalah

1. Model matematika pertumbuhan penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak menggunakan model logistik adalah

$$\frac{dX(t)}{dt} = rX(t) \left(1 - \frac{X(t)}{K}\right)$$

2. Proyeksi pertumbuhan penduduk Kabupaten Pegunungan Arfak pada Tahun 2030 adalah N(16) adalah 38.831 Jiwa dengan laju pertumbuhan intrinsik r₂ adalah 1,15667.

Saran

Penelitian ini tidak memperhatikan adanya faktor Imigrasi dan Emigrasi di Kabupaten Pegunungan Arfak sehingga diharapkan penelitian selanjutnya dapat menambahkan faktor-faktor tersebut agar model yang diperoleh lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Angreini, Dewi.2018 “Penerapan Persamaan Diferensial Verhulst dalam Menentukan Proyeksi Penduduk Di Kabupaten Tulungagung.” *Jurnal Fourier*, vol. 7, no. 2, 2018, pp. 87–102, doi:10.14421/fourier.2018.72.87-102.
- [BPS], Badan Pusat Statistik. 2021. <https://bit.ly/3VaVijX>. Diakses pada [4 September 2021].
- [BPS], Badan Pusat Statistik. 2019. <http://papuabarat.bps.go.id/subject/12/kependudukan.html>. Diakses pada [4 September 2021]
- [BPS], Badan Pusat Statistik, 2016. *Kabupaten Pegunungan Arfak dalam angka 2016*. Kabupaten Manokwari.
- Barnes, B., and G. R. Fulford.2014. “Mathematical Modelling with Case Studies: Using Maple and MATLAB, Third Edition.” *Mathematical Modelling with Case Studies:Using Maple and MATLAB, Third Edition*, doi:10.1201/b17896.
- Boyce William E, Diprima, Richard C. 2001. *Elementary Differential Equation and Boundary Value Problems*. 7th Edition. New York: Jhon Wiley and sons.
- Erlich R. Paul, 1982. *Ledakan Penduduk (Terjemahan)*. Gramedia. Jakarta
- Febdian, Lindo, and. Efendi.2013. *Menentukan Model Pertumbuhan Penduduk Provinsi Sumatera Barat*. *Jurnal Matematika UNAND*, vol.2,no.4,2013,p.54 ,doi:10.25077/jmu.2.4.54-58.2013.
- Finizio N, G. Ladas, 1982. *Ordinary Differential Equations With Modern Application Second Edition*, Wadsworth Publising Company Belmont. California.
- Gotelli N.J 1995, *A Primer of Ecology*. Sinour Associates. Inc Univesity of Vermont. USA.
- Haberman, Richard. 1977. *Mathematical models: Mechanical Vibrations, Population Dynamics and traffic Flow*. Depertement of Mathematics Southern Metholist University Dallas Texas. Society For Industrialand Applied Mathematics.
- Kurniawan, Arief, et al.2017. *Aplikasi Persamaan Diferensial Biasa Model Eksponensial dan Logistik Pada Pertumbuhan Penduduk Kota Surabaya*. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*,vol.2,no.1,2017, p. 129, doi:10.30651/must.v2i1.529.
- Lestari, Desy. 2018. *Penerapan Metode Eksponensial pada Proyeksi Laju Pertumbuhan Penduduk di Sumatera Utara pada Tahun 2019*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mulyadi, 2021. *Perubahan Sosial dan Strategi Pemberdayaan Masyarakat Arfak*. <https://papuabarat.bpk.go.id/kabupaten-pegunungan-arfak/> diakses pada [2 September 2021]
- Nawasis, 2006. *Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Indonesia 2000-2025*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. <http://nawasis.org/portaldigilib/read/proyeksi-penduduk-indonesia-2000-2025>Proyeksi-penduduk-adalah-suatu-perkiraan,asumsi-kelahiran-kematian-dan-migrasi. Diakses pada [9 September 2021]
- Nurulita, R. 2016. *Penerapan Model-model Pertumbuhan Populasi untuk Data Pertumbuhan Penduduk di Jawa Barat*. UIN Sunan Gunung Djati. Bandung
- Pandu, Yafet Kala. 2020. *Prediksi Penduduk Kabupaten Alor dengan Menggunakan Model Pertumbuhan Logistik pada Beberapa Tahun Mendatang*. *Asimtot : Jurnal Kependidikan Matematika*, vol. 2, no. 1, 2020, pp. 71–81, doi:10.30822/asimtot.v2i1.502.
- Purcell, E.J., Varberg, Dale., dan Rigdon, S.E. 2007. *Calculus (9th Edition)*. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- Setyorini. Beti, 2012. *Analisis Kepadatan Penduduk dan Proyeksi Kebutuhan Pemukiman Kecamatan Depok Sleman Tahun 2010-2015*. Universitas Muhammadiyah. Surakarta
- Timuneno H. M, Utomo H.S, Widowati. 2008. *Model Pertumbuhan Logistik dengan Waktu Tunda*. Vol.11, No.1, April 2008: 43-51,ISSN: 1410-8518

Trench, William F. 2013. *Elementary
Differential Equations*. Trinity
University. Texas.

Widowati dan Surimin. 2007. *Pemodelan
Matematika*. Universitas Diponegoro.