



Population growth models of East Kalimantan by gender

Model pertumbuhan penduduk provinsi Kalimantan Timur berdasarkan jenis kelamin

Muhammad Hafizh Naufal Yahya^{1*}, Nanda Arista Rizki¹, Achmad Muhtadin¹, Cahyanti Aditama¹, Asnawati¹, Devi Fitriyati¹

¹ Program studi pendidikan matematika, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

* Email Penulis Korespondensi: fizhma.elsyam@gmail.com

Article Information	Abstract
Keywords: Grid-search Gender Population Growth Random-search	<i>The province of East Kalimantan was selected as a buffer zone for the nation's capital. This will have an impact on policies related to poverty levels and open unemployment rates. The population of a province can be projected through population growth models. This study aims to determine the model of population growth in the province of East Kalimantan in terms of gender. Population data obtained from the official website of Badan Pusat Statistika. The sampling technique used was purposive sampling. The population growth models compared were arithmetic, geometric and exponential growth models. The model parameters were obtained by applying grid-search method and random-search method. The best population growth model was selected based on the smallest RMSE value. Based on the results, random-search method can produce the smallest RMSE value compared to grid-search method. Both of these methods were able to optimize the initial parameter of growth models. The best population growth model in East Kalimantan province were arithmetic growth models for both male and female population because they have the smallest RMSE.</i>

Info Artikel	Abstrak
Kata kunci: Grid-search Jenis Kelamin Pertumbuhan Penduduk Random-search	<p>Terpilihnya provinsi Kalimantan Timur sebagai kawasan penyangga ibu kota negara akan berdampak pada kebijakan yang berkaitan dengan tingkat kemiskinan dan tingkat pengangguran terbuka. Jumlah penduduk suatu provinsi dapat diproyeksi melalui model pertumbuhan penduduk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model pertumbuhan penduduk di provinsi Kalimantan Timur jika dilihat dari jenis kelamin. Data jumlah penduduk diperoleh dari website resmi Badan Pusat Statistika. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling. Model pertumbuhan penduduk yang dibandingkan adalah model pertumbuhan aritmatik, geometrik dan eksponensial. Parameter model diperoleh dengan menerapkan metode grid-search dan metode random-search. Model pertumbuhan penduduk terbaik dipilih berdasarkan nilai RMSE terkecil. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa metode random-search dapat menghasilkan nilai RMSE terkecil dibanding metode grid-search. Kedua metode ini mampu mengoptimalkan parameter awal model. Model pertumbuhan penduduk di provinsi Kalimantan Timur adalah model</p>



pertumbuhan aritmatik baik untuk penduduk berjenis kelamin laki-laki maupun berjenis kelamin perempuan. Model pertumbuhan aritmatik dipilih karena memiliki nilai RMSE terkecil.

Copyright (c) 2022 The Author
This is an open access article under the CC-BY-SA
license



PENDAHULUAN

Setiap tahun jumlah penduduk akan selalu bertambah. Terpilihnya provinsi Kalimantan Timur sebagai kawasan penyangga ibu kota negara akan sangat menambah populasi penduduk di provinsi ini. Dengan mengetahui proyeksi jumlah penduduk di suatu provinsi, dapat dirancang kebijakan yang berkaitan dengan tingkat kemiskinan seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Dinata dkk. (2020) di Provinsi Riau, Khoirudin (2020) di provinsi Jawa Barat, Fahjarini & Fahraty (2020) di kota Banjarmasin, Damanik & Sidauruk (2020) di Provinsi Sumatera Utara, dan Devanantyo (2021) di provinsi Jawa Timur. Selain itu, pertumbuhan penduduk juga dapat dikaitkan dengan kebijakan yang berkaitan dengan tingkat pengangguran terbuka. Semakin banyak jumlah penduduk maka akan berakibat pada penurunan pendapatan per kapita. Penurunan pendapatan per kapita berarti penurunan dalam pertumbuhan ekonomi. Jika pertumbuhan ekonomi turun maka semakin besar kesempatan untuk menganggur. (Astuti dkk., 2019).

Menurut Hadiputra & Aisyah (2021), jumlah penduduk di provinsi Kalimantan timur akan semakin pesat seiring dengan adanya kebijakan pemindahan ASN secara bertahap ke ibu kota negara baru. Pemindahan ibu kota baru dilakukan demi peningkatan kesejahteraan yang merata dan berkelanjutan. Terpilihnya provinsi Kalimantan Timur sebagai lokasi ibu Kota Negara memberi harapan peningkatan pembangunan untuk daerah di sekitarnya. Seperti semua kelurahan di Kota Balikpapan sebagian besar sudah menjadi pusat pertumbuhan. (Wahyudin, 2022).

Jumlah penduduk suatu provinsi dapat diproyeksi melalui model pertumbuhan penduduk. Menurut Satriani dkk. (2019), model pertumbuhan penduduk merupakan salah satu model penerapan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Model pertumbuhan penduduk yang sering kali diterapkan adalah model aritmatik, geometrik dan eksponensial. Model pertumbuhan penduduk ini telah dimanfaatkan untuk memprediksi kebutuhan air bersih oleh Suheri dkk. (2019), Faradiba & Angellina (2021), dan Diyanti & Supomo (2021), serta mengoptimasi kebutuhan kendaraan pengangkut sampah oleh Susanti dkk. (2018).

Kemampuan beradaptasi (resiliensi) seseorang sangatlah berbeda jika ditinjau dari jenis kelamin. Menurut Oktaverina & Kritinawati (2021), perempuan lebih resilien dari pada laki-laki saat dihadapkan dengan keadaan sosial ekonomi yang rendah. Perbedaan jenis kelamin suatu daerah juga dapat dianalisis untuk kecenderungan sosio-demografi pada kemiskinan seperti yang telah dilakukan oleh Murti & Kurniawan (2019). Oleh karena itu, proyeksi pertumbuhan penduduk juga menarik jika dilihat dari jenis kelamin.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui model pertumbuhan penduduk di provinsi Kalimantan Timur jika dilihat dari jenis kelamin. Data sekunder diperoleh dari *website* resmi Badan Pusat Statistika, mulai dari Tahun 1995 hingga Tahun 2021. Oleh karena itu, teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan mempertimbangkan ketersediaan dan kelengkapan data. Model pertumbuhan penduduk yang dibandingkan adalah model pertumbuhan aritmatik, geometrik dan eksponensial. Parameter awal model pertumbuhan aritmatik ditentukan dengan cara menghitung

$$r = \frac{1}{T} \left(\frac{P(T)}{P_0} - 1 \right)$$

Lalu parameter awal untuk model pertumbuhan geometrik adalah

$$r = \sqrt[T]{\frac{P(T)}{P_0}} - 1$$

Sedangkan parameter awal untuk model pertumbuhan eksponensial adalah

$$r = \frac{1}{T} \ln \left(\frac{P(T)}{P_0} \right)$$

Parameter model pertumbuhan selanjutnya ditentukan dengan metode *grid-search* dan metode *random-search*. Parameter model pertumbuhan penduduk terbaik dipilih dengan memperhatikan *Root Mean Square Error* (RMSE) terkecil untuk masing-masing data:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T |f(t_i) - P(i)|^2}$$

dengan P adalah jumlah pertumbuhan penduduk dan f menyatakan fungsi pertumbuhan dalam waktu ke $t = 1, 2, \dots, T$.

Penelitian ini diawali dengan grafik pola pertumbuhan penduduk, dilanjutkan dengan penentuan parameter awal untuk masing-masing model. Berdasarkan parameter awal, dibentuk himpunan parameter dengan metode Grid-search:

$$\{p | p = \hat{p} - (50 - i)10^{-3}; i = 0, 1, 2, \dots, 100\}$$

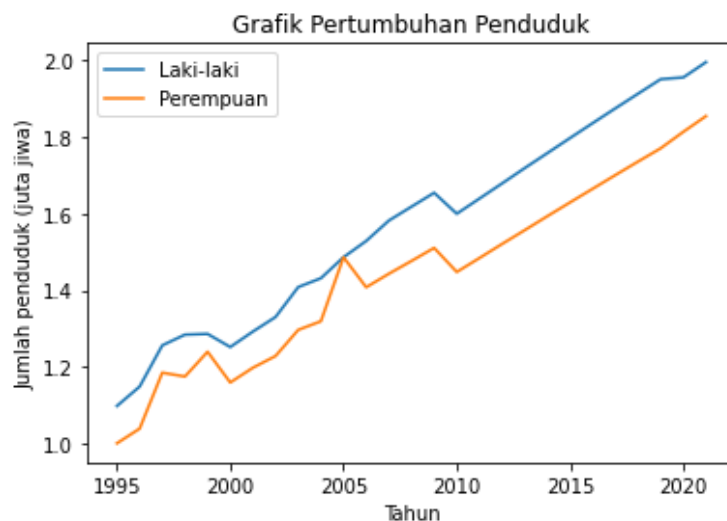
dan metode random-search:

$$\{p | p \sim N(\hat{p}, 0.025)\}$$

Piranti lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Google Colab

HASIL DAN DISKUSI

Pola pertumbuhan penduduk berdasarkan jenis kelamin disajikan ke dalam grafik pada Gambar 1. Terlihat bahwa setiap tahun jumlah penduduk semakin meningkat dan banyaknya penduduk berjenis kelamin laki-laki lebih tinggi dari pada penduduk berjenis kelamin perempuan.



Gambar 1. Grafik pertumbuhan penduduk (1995-2021)

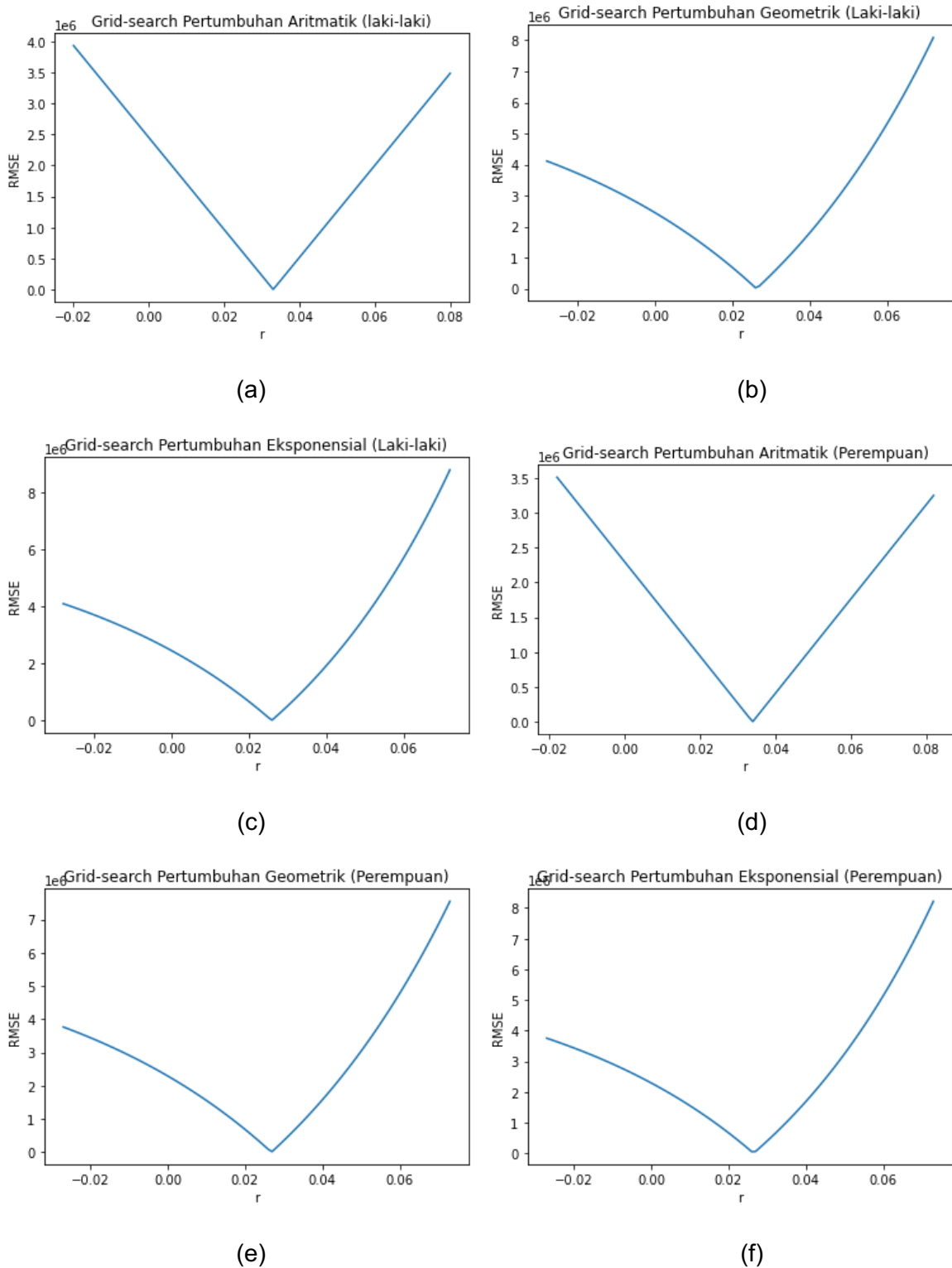
Formula model pertumbuhan penduduk aritmatik, geometrik, dan eksponensial beserta nilai RMSE untuk masing-masing data jenis kelamin disajikan ke dalam Tabel 1. Semua model pertumbuhan penduduk ini dibentuk melalui parameter awal model. Parameter awal untuk model aritmatik, geometrik, dan eksponensial untuk data jumlah penduduk berjenis kelamin laki-laki berturut-turut adalah 0.030, 0.022, dan 0.022; sedangkan parameter awal untuk model aritmatik, geometrik, dan eksponensial untuk data jumlah penduduk berjenis kelamin perempuan berturut-turut adalah 0.032, 0.023, dan 0.023. Berdasarkan Tabel 1, diperoleh bahwa model aritmatik adalah model yang paling unggul karena memiliki nilai RMSE terkecil untuk masing-masing data.

Tabel 1. Parameter Awal Model Pertumbuhan Penduduk

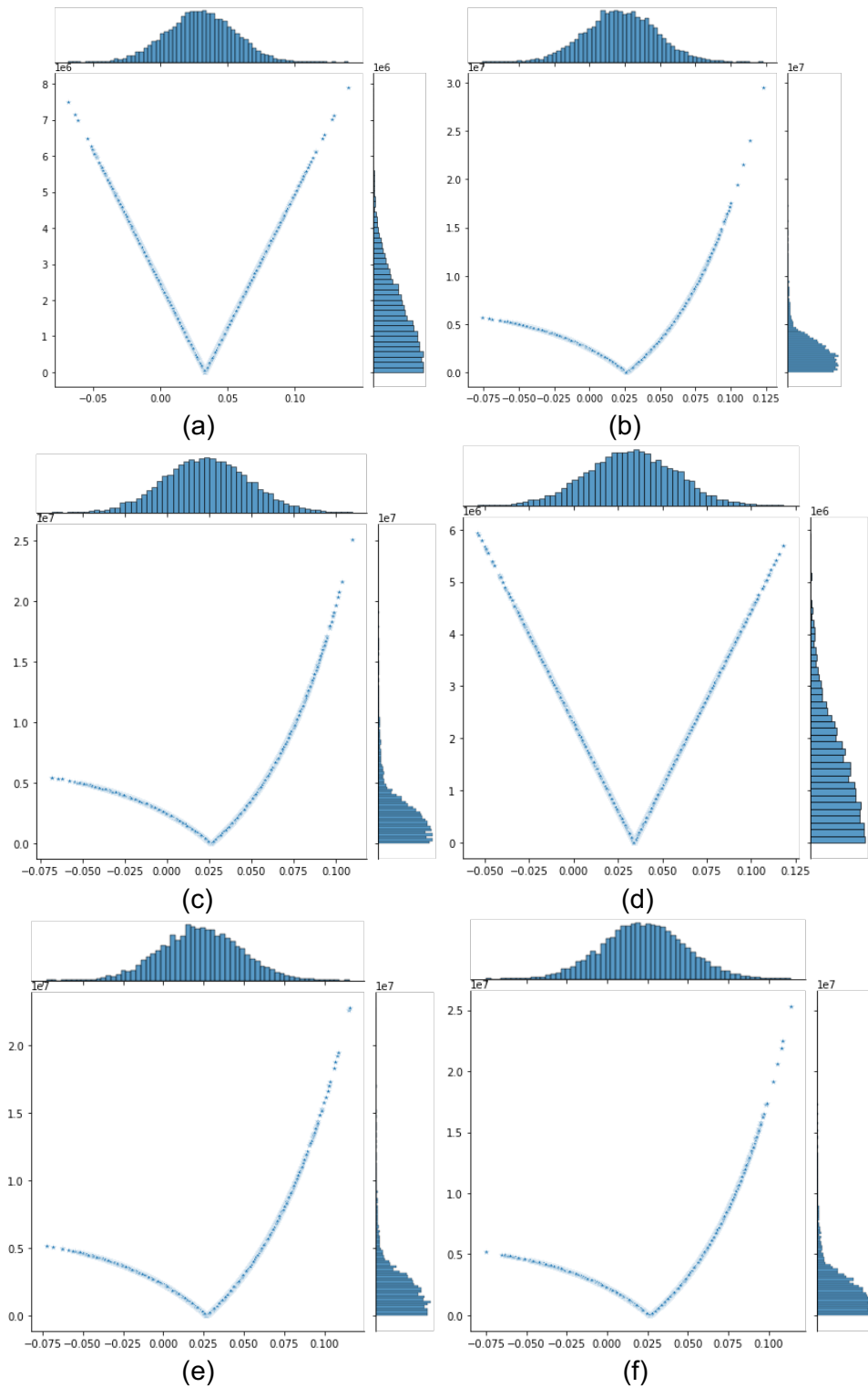
Data	Model	Formula	RMSE
Laki-laki	Aritmatik	$1098050(1 + 0.030t); t = 1,2, \dots, 26$	220006.033
	Geometrik	$1098050(1 + 0.022)^t; t = 1,2, \dots, 26$	465883.636
	Eksponensial	$1098050 e^{(0.022)t}; t = 1,2, \dots, 26$	440080.637
Perempuan	Aritmatik	$1000575(1 + 0.032t); t = 1,2, \dots, 26$	128813.618
	Geometrik	$1000575(1 + 0.023)^t; t = 1,2, \dots, 26$	388531.477
	Eksponensial	$1000575 e^{(0.023)t}; t = 1,2, \dots, 26$	362375.536

Selanjutnya, himpunan parameter metode *grid-search* diterapkan dalam semua model pertumbuhan untuk masing-masing data agar dapat diperoleh nilai RMSE. Nilai RMSE yang diperoleh dapat dilihat secara visual melalui Gambar 2. Nilai RMSE terkecil untuk masing-masing kombinasi berada di sekitar nilai mediannya yaitu nilai parameter awal.

Nilai parameter awal membentuk himpunan parameter untuk metode *random-search*. Masing-masing anggota himpunan tersebut diterapkan ke dalam model pertumbuhan aritmatik, geometrik, dan eksponensial untuk masing-masing data. Nilai RMSE yang diperoleh untuk semua kombinasi model pertumbuhan dan jenis kelamin secara visual dapat dilihat melalui Gambar 3. Berdasarkan grafik diagram yang terbentuk, distribusi parameter untuk semua kombinasi menyerupai distribusi Normal. Nilai RMSE terkecil berada di sekitar ukuran pemusatan dari himpunan parameter. Parameter dengan nilai RMSE terkecil berpeluang besar diambil dengan metode ini.



Gambar 2. Grafik nilai RMSE dengan metode *grid-search*: (a) model aritmatik untuk data laki-laki, (b) model geometrik untuk data laki-laki, (c) model eksponensial untuk data laki-laki, (d) model aritmatik untuk data perempuan, (e) model geometrik untuk data perempuan, (f) model eksponensial untuk data perempuan.



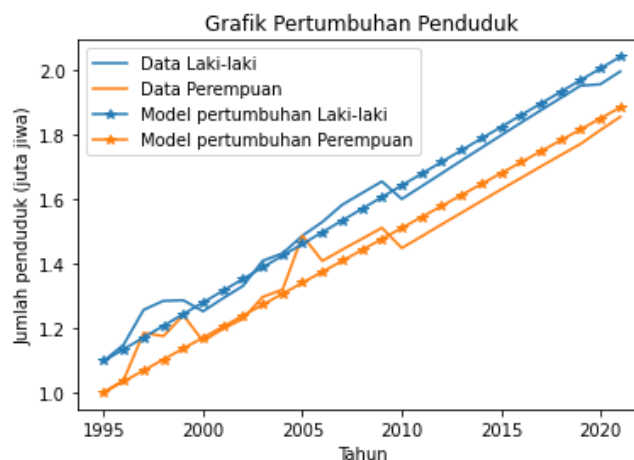
Gambar 3. Grafik nilai RMSE dengan metode *random-search*: (a) model aritmatik untuk data laki-laki, (b) model geometrik untuk data laki-laki, (c) model eksponensial untuk data laki-laki, (d) model aritmatik untuk data perempuan, (e) model geometrik untuk data perempuan, (f) model eksponensial untuk data perempuan.

Nilai RMSE terkecil dan parameter terpilih dari model pertumbuhan aritmatik, geometrik, dan eksponensial untuk data jumlah penduduk berjenis kelamin laki-laki dan perempuan dapat dilihat melalui Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, diperoleh bahwa RMSE terkecil diambil dari parameter metode Random-search untuk masing-masing data dan model. Hal ini terjadi walaupun nilai RMSE dari metode grid-search lebih rendah dari nilai RMSE untuk model pertumbuhan dengan menggunakan parameter awal dalam Tabel 1. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Satriani dkk., (2019) bahwa metode *grid-search* mampu mengoptimalkan parameter model pertumbuhan penduduk. Berdasarkan Tabel 2, diperoleh bahwa model pertumbuhan terbaik untuk data jumlah penduduk baik berjenis kelamin laki-laki maupun berjenis kelamin perempuan adalah model aritmatik dengan metode *random-search*.

Tabel 2. Perbandingan RMSE Metode *Grid-search* dan *Random-Search*

Data	Model	Grid-Search		Random-Search	
		parameter	RMSE	Parameter	RMSE
Laki-laki	Aritmatik	$r=0.033$	1523.406	$r=0.033019$	90.337
	Geometrik	$r=0.026$	29108.955	$r=0.026097$	17963.163
	Eksponensial	$r=0.026$	10281.102	$r=0.025916$	326.724
Perempuan	Aritmatik	$r=0.034$	4000.277	$r=0.033941$	27.142
	Geometrik	$r=0.027$	17148.509	$r=0.026844$	555.578
	Eksponensial	$r=0.026$	52831.936	$r=0.026487$	190.902

Grafik jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin dan kurva pertumbuhan penduduk aritmatik dapat dilihat pada Gambar 4. Jika jumlah penduduk provinsi Kalimantan Timur mengikuti model pertumbuhan aritmatik, maka setiap tahunnya jumlah penduduk berjenis kelamin laki-laki akan bertambah 36256 jiwa dan jumlah penduduk berjenis kelamin perempuan akan bertambah 33960 jiwa.



Gambar 4. Grafik pertumbuhan penduduk dan model aritmatik (1995-2021)

KESIMPULAN

Model pertumbuhan penduduk di provinsi Kalimantan Timur adalah model pertumbuhan aritmatik baik untuk penduduk berjenis kelamin laki-laki maupun berjenis kelamin perempuan. Model pertumbuhan aritmatik dipilih karena memiliki nilai RMSE terkecil. Parameter dengan nilai RMSE terkecil berasal dari metode *random-search*.

REFERENSI

- Astuti, I. Y., Istiyani, N., & Yulianti, L. (2019). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Tingkat Inflasi, dan Pertumbuhan Penduduk terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Akuntansi Dan Manajemen*, 18(1), 52–62. <https://doi.org/10.19184/jeam.v18i1.10646>
- Damanik, R. K., & Sidauruk, S. A. (2020). Pengaruh Jumlah Penduduk Dan PDRB Terhadap Kemiskinan Di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Darma Agung*, 28(3), 358–368. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v28i3.800>
- Devanantyo, N. U. (2021). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Penduduk, Pertumbuhan Ekonomi, Pendidikan, Dan Pengangguran Terhadap Kemiskinan Di Provinsi Jawa Timur (Tahun 2015-2019). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 9(2), Article 2. <https://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/view/7423>
- Dinata, S. R., Romus, M., & Yanti, Y. (2020). Pengaruh Indeks Pembangunan Manusia, Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk dan Pengangguran Terhadap Kemiskinan di Provinsi Riau Tahun 2003-2018. *Jurnal Al-Iqtishad: Ekonomi dan Keuangan*, 16(2), 116–137. <https://doi.org/10.24014/jiq.v16i2.10120>
- Diyanti, D., & Supomo, F. Y. (2021). Model Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kelurahan Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok Menggunakan Software Epanet 2.0. *Jurnal Infrastruktur*, 7(2), 121–129. <https://doi.org/10.35814/infrastruktur.v7i2.2081>
- Fahjarini, E. D. N., & Fahraty, E. (2020). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk, dan Inflasi terhadap Kemiskinan di Kota Banjarmasin Tahun 2007-2018. *JIEP: Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Pembangunan*, 3(2), 327–341. <https://doi.org/10.20527/jiep.v3i2.2537>
- Faradiba, A. U., & Angellina, R. (2021). Analisis Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk Di Desa Gedangkulut Kab. Gresik Melalui Pendekatan Sistem Dinamis. *Prosiding ESEC*, 2(1), 103–109.
- Hadiputra, M. N. A., & Aisyah, N. (2021). Pemindehan Pusat Pemerintahan Republik Indonesia: Berdasarkan Perspektif Psikologi. *Jurnal Penelitian Pendidikan, Psikologi Dan Kesehatan (J-P3K)*, 2(3), 292–300. <https://doi.org/10.51849/j-p3k.v2i3.125>
- Khoirudin, R. (2020). Analisis Faktor Kemiskinan Kabupaten/Kotadi Provinsi Jawa Barat 2013-2018. *Elastisitas - Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 2(2), 131–136. <https://doi.org/10.29303/e-jep.v2i2.26>
- Murti, S. A., & Kurniawan, R. (2019). Analisis Kecenderungan Sosio Demografi pada Kemiskinan Multidimensi di Provinsi Bengkulu Tahun 2015. *Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajarannya (KNPMP) IV 2019*, 4, 1–11.
- Oktaverina, S., & Kritinawati, W. (2021). Perbedaan Resiliensi Individu Dengan Status Sosial Ekonomi Rendah Ditinjau Dari Jenis Kelamin. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 12(2), 280–286.
- Satriani, D., Khasanah, L. U., & Rizki, N. A. (2019). Penerapan Metode Grid-Search Dalam Menentukan Parameter Model Pertumbuhan Penduduk Di Kota Samarinda. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Statistika*, 65–74.
- Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(3), 207–218. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.3.207-218>
- Susanti, E., Dwipurwani, O. dwipurwani, & Yuliza, E. (2018). Optimasi Kebutuhan Kendaraan Pengangkut Sampah Di Kecamatan Ilir Barat I Provinsi Sumatera Selatan

Berdasarkan Estimasi Jumlah Penduduk Menggunakan Model Goal Programming.
Demography Journal of Sriwijaya (DeJoS), 2(2), 17–20.

Wahyudin, Y. (2022). Analisis Desa/Kelurahan Pusat Pertumbuhan Wilayah Sekitar Calon Ibu Kota Negara Indonesia. *Forum Ekonomi*, 24(1), 195–203.
<https://doi.org/10.29264/jfor.v24i1.10448>