

## Penerapan Metode *Least Square* Dalam Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk

Sagung Putri Chandra Astiti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Udayana  
[sagung.chandra@unud.ac.id](mailto:sagung.chandra@unud.ac.id)

### Abstract

Penebel District has potential sources of raw water in the form of surface water and springs which are utilized in community life, such as the need for water for irrigation, plantations, raw water for drinking water and other uses. The amount of water needed in Penebel District can be analyzed by knowing the projected population. The population projection is determined based on three methods, namely the arithmetic method, the geometric method and the least squares method. The best method from the results of calculating the smallest standard deviation based on the results of the analysis of the arithmetic method, geometric method and the least square method will be used to calculate the projected population in Penebel District in 2022 – 2031. Based on the results of the analysis carried out, it is found that the least square method has the smallest standard deviation value is 2532.27 compared to the arithmetic method which has a standard deviation value of 2983.47 and the geometric method which has a standard deviation value of 2954.68. This shows that the least square method is used in calculating the projected population in Penebel District in 2022 – 2031.

**Keyword:** Penebel District, Arithmetic Method, Geometric Method, Least Square Method and Population Projection

### Abstrak

Kecamatan Penebel memiliki potensi sumber air baku berupa air permukaan dan mata air yang dimanfaatkan dalam kehidupan bermasyarakat, seperti kebutuhan air untuk irigasi, perkebunan, air baku untuk air minum dan pemanfaatan lainnya. Banyaknya kebutuhan air yang diperlukan di Kecamatan Penebel dapat dianalisis dengan mengetahui proyeksi jumlah penduduk yang ada. Proyeksi jumlah penduduk ditentukan berdasarkan tiga metode yaitu metode aritmatika, metode geometrik dan metode *least square*. Metode yang terbaik dari hasil perhitungan standar deviasi terkecil berdasarkan hasil analisis metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square* akan dipergunakan untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Penebel pada tahun 2022 – 2031. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa metode *least square* memiliki nilai standar deviasi terkecil yaitu sebesar 2532,27 dibandingkan dengan metode aritmatik yang memiliki nilai standar deviasi sebesar 2983,47 dan metode geometrik yang memiliki nilai standar deviasi sebesar 2954,68. Hal ini menunjukkan bahwa metode *least square* dipergunakan dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Penebel pada tahun 2022 – 2031.

**Kata Kunci:** Kecamatan Penebel, Metode Aritmatik, Metode Geometrik, Metode *Least Square* dan Proyeksi Penduduk

### 1. Pendahuluan

Kecamatan Penebel merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Tabanan dan memiliki potensi sumber air baku yang memadai berdasarkan dari jumlah sungai dan mata air yang tersedia. Sumber air baku tersebut dipergunakan untuk keperluan sehari-hari seperti kebutuhan air untuk irigasi, kebutuhan air minum maupun kebutuhan penting lainnya. Pemanfaatan potensi sumber air baku yang ada berkaitan dengan jumlah kebutuhan air yang diperlukan oleh penduduk di

Kecamatan Penebel. Banyaknya kebutuhan air yang diperlukan dapat dianalisis dengan mengetahui proyeksi jumlah penduduk yang ada.

Proyeksi jumlah penduduk merupakan perhitungan ilmiah berdasarkan dari data komponen-komponen yang mempengaruhi laju pertumbuhan penduduk. Adapun komponen – komponen tersebut meliputi data kelahiran, data kematian dan data perpindahan penduduk (Rahmi, 2017). Menurut (Siswanto et al., 2022), proyeksi jumlah penduduk adalah perhitungan jumlah penduduk berdasarkan komposisi umur dan jenis kelamin untuk mengetahui jumlah penduduk di masa yang akan datang sesuai dengan tahun proyeksi rencana. Proyeksi jumlah penduduk ditentukan berdasarkan tiga metode yaitu metode aritmatika, metode geometrik dan metode *least square*.

Metode aritmatik merupakan metode dengan asumsi bahwa laju populasi konstan. Metode geometrik mempunyai asumsi bahwa jumlah penduduk akan secara otomatis bertambah dengan sendirinya dengan mengabaikan penurunan jumlah penduduk. Metode *least square* merupakan metode regresi untuk mendapatkan hubungan antara sumbu Y dan sumbu X dimana Y adalah jumlah penduduk dan X adalah tahunnya (Suheri et al., 2019) (Hartati et al., 2019). Masing-masing perhitungan tersebut akan dicari nilai standar deviasinya.

Berdasarkan potensi sumber air baku berupa air permukaan dan mata air yang berada di Kecamatan Penebel, penulis menganalisis data statistik jumlah penduduk di Kecamatan Penebel berdasarkan metode terbaik dari ketiga metode yang ada. Metode yang terbaik dari hasil perhitungan standar deviasi terkecil berdasarkan hasil analisis metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square* akan dipergunakan untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Penebel pada tahun 2022 – 2031.

## **2. Metode Penelitian**

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan data statistik jumlah penduduk di Kecamatan Penebel pada tahun 2015 – 2021 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. Data tersebut dapat diakses melalui halaman website <https://tabanankab.bps.go.id/>. Data tersebut termuat dalam (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, 2016)(Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, 2017)(Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, 2018)(Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, 2019)(Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, 2020)(Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, 2021) dan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, 2022). Data yang sudah didapatkan lalu dianalisis untuk dilakukan perhitungan mundur dari statistik jumlah penduduk di Kecamatan Penebel mempergunakan metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square*.

### **2.1. Proyeksi Jumlah Penduduk**

Perhitungan untuk jumlah penduduk di Kecamatan Penebel mempergunakan tiga metode yaitu metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square*. Berdasarkan ketiga metode tersebut, akan dipilih satu metode yang akan dipergunakan. Metode yang akan dipergunakan tersebut merupakan metode yang memiliki nilai standar deviasi yang terkecil sehingga metode tersebut disimpulkan sebagai metode yang terbaik. Adapun bentuk rumus dari metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square* menurut (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, 2007) akan ditampilkan dalam bentuk Persamaan 1, Persamaan 3 dan Persamaan 4.

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o) \quad (1)$$

$$K_a = \frac{P_1 - P_2}{T_1 - T_2} \quad (2)$$

Keterangan :

- $P_n$  = jumlah penduduk pada tahun ke-n (jiwa)
- $P_o$  = jumlah penduduk pada tahun awal (jiwa)
- $T_n$  = tahun ke n
- $T_o$  = tahun dasar
- $K_a$  = konstanta Aritmatik
- $P_1$  = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun pertama
- $P_2$  = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir
- $T_1$  = tahun pertama yang diketahui
- $T_2$  = tahun akhir yang diketahui

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (3)$$

Keterangan :

- $P_n$  = jumlah penduduk tahun ke-n (jiwa)
- $P_o$  = jumlah penduduk pada tahun awal (jiwa)
- $r$  = laju pertumbuhan penduduk per tahun (jiwa)
- $n$  = jumlah interval tahun

$$Y = a + bx \quad (4)$$

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{n(\sum X.Y) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (6)$$

Keterangan :

- $Y$  = nilai variabel berdasarkan garis regresi
- $X$  = variabel independen
- $a$  = konstanta
- $b$  = koefisien arah regresi linear
- $n$  = jumlah data

## 2.2. Standar Deviasi

Standar deviasi atau simpangan baku merupakan nilai statistik yang dimanfaatkan untuk menentukan bagaimana sebaran data sampel, serta seberapa akurat titik data individu kedalam rata-rata sampel. Semakin kecil nilai standar deviasi atau mendekati nol menandakan bahwa data tersebut semakin baik untuk dipergunakan (Hidayat et al., 2019). Hasil perhitungan mundur penduduk di Kecamatan Penebel berdasarkan perhitungan mempergunakan metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square* selanjutnya akan dianalisis standar deviasinya dengan mempergunakan Persamaan 7.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(y_i - y_{mean})^2}{n}} \quad (7)$$

Keterangan :

S = standar deviasi

$y_i$  = hasil perhitungan dari metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square*

$y_{mean}$  = rata-rata statistik jumlah penduduk

n = jumlah data

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data statistik jumlah penduduk di Kecamatan Penebel pada tahun 2015 – 2021 didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan dan ditampilkan dalam bentuk Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Statistik dan Laju Pertumbuhan Penduduk di Kecamatan Penebel

Tahun	Jumlah Penduduk	Persentase Pertambahan Penduduk
2015	44590	-
2016	44710	0,27
2017	44780	0,16
2018	44860	0,18
2019	44870	0,02
2020	49637	9,60
2021	51845	4,26

Data tersebut selanjutnya dihitung mempergunakan metode aritmatik dengan mencari nilai konstanta aritmatik ( $K_a$ ) terlebih dahulu dengan memasukkan rumusan pada Persamaan 2. Hasil menunjukkan nilai konstanta aritmatik didapatkan sebesar 1209 jiwa/tahun. Setelah didapatkan nilai konstanta aritmatik, statistik jumlah penduduk dilakukan pendekatan perhitungan mundur menggunakan metode aritmatik pada Persamaan 1. Hasil pendekatan perhitungan mundur data jumlah penduduk menggunakan metode aritmatik ditampilkan dalam bentuk Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Mundur Data Penduduk mempergunakan Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk	Hasil Perhitungan Mundur Metode Aritmatik
2015	44590	44590
2016	44710	45799
2017	44780	47008
2018	44860	48218
2019	44870	49427
2020	49637	50636
2021	51845	51845

Setelah didapatkan hasil perhitungan aritmatik, data statistik jumlah penduduk di Kecamatan Penebel dihitung mempergunakan metode geometrik dengan mencari nilai laju pertumbuhan penduduk ( $r$ ) terlebih dahulu. Laju pertumbuhan penduduk didapatkan dari hasil persentase pertumbuhan penduduk dibagi dengan banyaknya data persentase pertumbuhan penduduk. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai  $r$  sebesar 2,41 % atau 0,0241. Setelah didapatkan nilai  $r$ , statistik jumlah penduduk dilakukan pendekatan perhitungan mundur menggunakan metode geometrik pada Persamaan 3. Hasil pendekatan perhitungan mundur data jumlah penduduk menggunakan metode geometrik ditampilkan dalam bentuk Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Mundur Data Penduduk mempergunakan Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Hasil Perhitungan Mundur Metode Geometrik
2015	44590	44930
2016	44710	46015
2017	44780	47126
2018	44860	48264
2019	44870	49429
2020	49637	50623
2021	51845	51845

Setelah didapatkan hasil perhitungan aritmatik dan geometrik, data statistik jumlah penduduk di Kecamatan Penebel dihitung mempergunakan metode *least square* dengan mencari nilai konstanta (a) dan nilai koefisien arah regresi linear (b) terlebih dahulu. Adapun tahapan perhitungan nilai a dan b dalam metode *least square* ditampilkan dalam bentuk Tabel 4.

**Tabel 4.** Perhitungan Nilai a dan b pada Metode *Least Square*

Tahun	Tahun ke (x)	Jumlah Penduduk (y)	x.y	x <sup>2</sup>
2015	1	44590	44930	1
2016	2	44710	46015	4
2017	3	44780	47126	9
2018	4	44860	48264	16
2019	5	44870	49429	25
2020	6	49637	50623	36
2021	7	51845	51845	49
Jumlah	28	325292	1332877	140
Rata-rata	4	46470,29	190411	20

Persamaan 5 dipergunakan untuk mencari nilai a sehingga didapatkan hasil sebesar 41940,43. Persamaan 6 dipergunakan untuk mencari nilai b sehingga didapatkan hasil sebesar 1132,46. Setelah didapatkan nilai a dan b, statistik jumlah penduduk dilakukan pendekatan perhitungan mundur menggunakan metode *least square* pada persamaan 4. Hasil pendekatan perhitungan mundur data jumlah penduduk menggunakan metode *least square* ditampilkan dalam bentuk Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Mundur Data Penduduk mempergunakan Metode *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk	Hasil Perhitungan Mundur Metode <i>Least Square</i>
2015	44590	41940
2016	44710	43073

2017	44780	44205
2018	44860	45338
2019	44870	46470
2020	49637	47603
2021	51845	48735

Setelah didapatkan hasil perhitungan mundur data jumlah penduduk mempergunakan metode aritmatik, geometrik dan *least square*, data tersebut akan dihitung nilai standar deviasinya dengan mempergunakan Persamaan 7. Hasil perhitungan nilai standar deviasi dari metode aritmatik, geometrik, dan *least square* ditampilkan dalam bentuk Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8.

**Tabel 6.** Perhitungan Standar Deviasi dari Hasil Metode Aritmatik

Tahun	Tahun ke (x)	Jumlah Penduduk (y)	Hasil Perhitungan Aritmatik (y <sub>i</sub> )	y <sub>i</sub> - y <sub>mean</sub>	(y <sub>i</sub> - y <sub>mean</sub> ) <sup>2</sup>
2015	1	44590	44590	-1880,29	3535474,37
2016	2	44710	45799	-671,12	450400,78
2017	3	44780	47008	538,05	289495,24
2018	4	44860	48218	1747,21	3052757,76
2019	5	44870	49427	2956,38	8740188,34
2020	6	49637	50636	4165,55	17351786,97
2021	7	51845	51845	5374,71	28887553,65
Jumlah		325292			62307657,10
Rata-rata		46470,29			
S					2983,47

**Tabel 7.** Perhitungan Standar Deviasi dari Hasil Metode Geometrik

Tahun	Tahun ke (x)	Jumlah Penduduk (y)	Hasil Perhitungan Geometrik (y <sub>i</sub> )	y <sub>i</sub> - y <sub>mean</sub>	(y <sub>i</sub> - y <sub>mean</sub> ) <sup>2</sup>
2015	1	44590	44930	-1540,50	2373142,91
2016	2	44710	46015	-455,60	207574,37
2017	3	44780	47126	655,49	429668,13
2018	4	44860	48264	1793,41	3216333,24
2019	5	44870	49429	2958,81	8754579,23
2020	6	49637	50623	4152,35	17242044,87
2021	7	51845	51845	5374,71	28887553,65
Jumlah		325292			61110896,39
Rata-rata		46470,29			
S					2954,68

**Tabel 8.** Perhitungan Standar Deviasi dari Hasil Metode *Least Square*

Tahun	Tahun ke (x)	Jumlah Penduduk (y)	Hasil Perhitungan <i>Least Square</i> (y <sub>i</sub> )	y <sub>i</sub> - y <sub>mean</sub>	(y <sub>i</sub> - y <sub>mean</sub> ) <sup>2</sup>
2015	1	44590	41940	-4529,86	20519605,73
2016	2	44710	43073	-3397,39	11542278,23
2017	3	44780	44205	-2264,93	5129901,43
2018	4	44860	45338	-1132,46	1282475,36
2019	5	44870	46470	0,00	0,00
2020	6	49637	47603	1132,46	1282475,36
2021	7	51845	48735	2264,93	5129901,43
Jumlah		325292			44886637,54
Rata-rata		46470,29			
S					2532,27

Berdasarkan hasil perhitungan standar deviasi, didapatkan hasil bahwa metode *least square* memiliki standar deviasi terkecil yaitu sebesar 2532,27 untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Penebel. Berdasarkan hasil tersebut, maka dipilih metode *least square* untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Penebel pada tahun 2022 – 2031. Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Penebel pada tahun 2022 – 2031 ditampilkan dalam bentuk Tabel 9.

**Tabel 9.** Proyeksi Jumlah Penduduk di Kecamatan Penebel Tahun 2022 - 2031

Tahun	Jumlah Penduduk
2022	49868
2023	51000
2024	52133
2025	53265
2026	54398
2027	55530
2028	56662
2029	57795
2030	58927
2031	60060

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa metode *least square* memiliki nilai standar deviasi terkecil yaitu sebesar 2532,27 dibandingkan dengan metode aritmatik yang memiliki nilai standar deviasi sebesar 2983,47 dan metode geometrik yang memiliki nilai standar deviasi sebesar 2954,68. Semakin banyak data pertumbuhan penduduk yang dianalisis akan menghasilkan nilai standar deviasi yang lebih akurat sehingga pemilihan metode proyeksi yang terbaik akan dapat ditentukan. Perhitungan proyeksi penduduk tersebut diharapkan akan mampu memberikan referensi untuk perhitungan kebutuhan air pada Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali.

Saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya yaitu adanya perhitungan proyeksi jumlah penduduk dalam kurun waktu yang lebih lama dan adanya perhitungan mengenai analisis kebutuhan air di Kecamatan Penebel sehingga hal – hal yang menjadi perhatian dan pengembangan dalam memenuhi kebutuhan air pada penduduk di Kecamatan Penebel dapat terlaksana dengan optimal.

#### 5. Referensi

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2016). *Kecamatan Penebel dalam Angka 2016*.  
Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2017). *Kecamatan Penebel dalam Angka 2017*.  
Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2018). *Kecamatan Penebel dalam Angka 2018*.  
Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2019). *Kecamatan Penebel dalam Angka 2019*.  
Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2020). *Kecamatan Penebel dalam Angka 2020*.  
Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2021). *Kecamatan Penebel dalam Angka 2021*.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2022). *Kecamatan Penebel dalam Angka 2022*.
- Hartati, Indrawati, & Sitepu, R., Tamba, N. (2019). Metode geometri, metode aritmatika, dan metode eksponensial untuk memproyeksikan penduduk Provinsi Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Sains Matematika Informatika Dan Aplikasinya IV*, 4(4), 7–18.
- Hidayat, R. N., Sabri, L. M., & Awaluddin, M. (2019). Analisis Desain Jaring Gns Berdasarkan Fungsi Presisi (Studi Kasus : Titik Geoid Geometri Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, (2007). [ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen\\_18\\_2007.pdf](http://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen_18_2007.pdf)
- Rahmi, L. (2017). Analisis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Terhadap Kondisi Ketenagakerjaan Di Kota Sawahlunto Sumatera Barat. *Georafflesia*, 2(1), 95–106.
- Siswanto, Hendri, A., & Indriani, W. (2022). Analisis Sistem Jaringan Pipa Distribusi Spam Di Kecamatan Inuman Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sipil*, 01(July), 10–17.
- 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>