

## **Penerapan Metode *Time Series* Terhadap Analisis Kebutuhan Air Bersih Kota Sukabumi**

**Muhammad Rizky**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Muhammadiyah Sukabumi  
Jl. R. Syamsudin S.H No.50 Sukabumi  
Email : muhamadrizky.mr570@gmail.com

### **ABSTRAK**

Air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup, khususnya bagi manusia air merupakan kebutuhan pokok yang keberadaannya sangat dibutuhkan untuk menunjang segala aktivitas seperti mandi, mencuci, memasak dan lain sebagainya. Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk menghitung jumlah debit air yang harus disediakan untuk memenuhi kebutuhan air di kota sukabumi untuk jangka panjang, sehingga dapat digunakan metode *time series* seperti metode aritmatik, geometrik, regresi, *moving average* dan metode *exponential smoothing*. Hasil yang diperoleh berdasarkan metode *time series* yang digunakan diketahui bahwa kebutuhan air setiap tahunnya mengalami peningkatan sedangkan untuk produksi debit air mengalami penurunan sehingga produksi air tidak dapat mencukupi kebutuhan maka diperlukan debit air tambahan. Dengan ditambahkan debit air maka diperkirakan kebutuhan air akan terpenuhi.

**Kata kunci** :Air, Debit air, Jangka panjang, Metode, Produksi air

### **ABSTRACT**

***Application of the Time Series Method to the Water Needs Analysis of Sukabumi City.  
Muhammad Rizky. 1630121002.***

*Water is a source of life for living things, especially for humans, water is a basic need whose existence is needed to support all activities such as bathing, washing, cooking and so on. The purpose of this study is to calculate the amount of water discharge that must be provided to meet water needs in the city of Sukabumi for the long term, so that time series methods such as arithmetic, geometric, regression, moving average and exponential smoothing methods can be used. The results obtained based on the time series method used, it is known that the need for water has increased every year while for the production of water discharge has*

*decreased so that water production cannot meet the needs, so additional water discharge is needed. With the addition of water discharge, it is estimated that water needs will be met.*

**Keywords :** *Water, Water discharge, Long term, Method, Water production*

## 1. Pendahuluan

Kota sukabumi dapat dikategorikan sebagai kota besar sehingga perlu diperhatikan kebutuhan air untuk masyarakatnya. Dalam data yang tercatat pada dinas PDAM jumlah pelanggan air pada tahun 2020 di kota sukabumi sebanyak 25,062 pelanggan dengan jumlah pelanggan sebanyak itu terjadi permasalahan kekurangan air sehingga perlu dilakukan evaluasi atau dihitung kembali debit air yang harus disediakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam jangka panjang. Untuk menghitung kebutuhan air dalam jangka panjang maka diperlukan metode *time series* dalam penelitian ini diantaranya metode aritmatik, geometrik, regresi, *moving average* dan metode *exponential smoothing*.

Permasalahan yang akan dianalisis dalam penelitian ini yaitu menghitung jumlah penggunaan air, jumlah pelanggan, jumlah produksi dan kebutuhan air sampai tahun 2030.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Debit & Neraca Air

Debit adalah suatu besaran yang menunjukkan banyaknya air yang mengalir dari suatu sumber persatuan waktu, biasanya diukur dalam satuan liter per/detik, untuk memenuhi kebutuhan air pengairan, debit air harus lebih cukup untuk disalurkan ke saluran yang telah disiapkan (Dumiary, 1992). Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit).

### 2.2 Metode Aritmatika

Metode ini digunakan jika data berkala menunjukkan jumlah penambahan atau kenaikan yang relatif sama tiap tahun. Hal ini terjadi pada kota dengan luas wilayah yang kecil, tingkat pertumbuhan ekonomi kota rendah dan perkembangan kota tidak terlalu pesat.

Rumus metode aritmatik ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$I = \frac{Po - Pt}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- $I$  = Pertumbuhan pengguna air
- $Po$  = Jumlah data pengguna akhir
- $Pt$  = Jumlah data pengguna awal
- $t$  = Jumlah data

$$Pt + I . n \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- P = Jumlah data pengguna awal
- I = Pertumbuhan pengguna air
- n = Jumlah data sampai waktu perkiraan

**2.3 Metode Geometrik**

Proyeksi kenaikan jumlah pelanggan dengan metode geometrik diperkirakan bahwa jumlah pelanggan akan bertambah dengan menggunakan dasar perhitungan majemuk (Adioetomo dan Samosir, 2010). Rumus metode geometrik ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$r = \left( \frac{Pt}{Po} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \dots\dots\dots(3)$$

$$Pn = Po (1 + r)t \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- $p_n$  = Jumlah pengguna air setelah n tahun kedepan
- $p_0$  = Jumlah pengguna air pada tahun awal
- r = Angka pertumbuhan pengguna air
- t = Jangka waktu dalam tahun

**2.4 Analisis Regresi**

Analisis Regresi adalah sebuah metode analisis yang digunakan untuk melakukan suatu perkiraan atau peramalan pada masa yang akan datang. Secara teori, dalam analisis *time series* yang paling menentukan adalah kualitas atau keakuratan dari informasi data-data yang

didapat serta waktu dan periode dari data-data tersebut dikumpulkan.

Jika data yang dikumpulkan tersebut banyak maka semakin baik dalam hasil pada peramalan yang diperoleh, namun sebaliknya jika data yang dikumpulkan sedikit maka hasil peramalannya akan buruk.

Rumus :

$$Y = a + b . x \dots\dots\dots(6)$$

$$A = \frac{(N)(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(N)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)} \dots\dots\dots(7)$$

$$B = \frac{(\Sigma X^2)(\Sigma Y) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(N)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

- Y=Nilai variabel berdasarkan garis regresi
- X= Variabel independent
- a= konstanta
- b= koefisien arah regresi linier

**2.5 Analisis Moving Average**

Analisis pada metode ini didasarkan proyeksi serial data yang dimuluskan dengan rata-rata bergerak. Nilai perkiraan untuk suatu periode merupakan rata-rata dari nilai observasi n periode terakhir. Istilah rata-rata bergerak digunakan karena setiap nilai observasi baru (data aktual) tersedia, angka rata-rata yang baru dihitung dengan memasukkan data terbaru dan mengeluarkan atau meninggalkan data periode sebelumnya. Rata-rata yang baru ini kemudian dipakai sebagai perkiraan untuk periode yang akan datang, dan seterusnya. Serial data yang digunakan jumlahnya selalu tetap dan termasuk data periode terakhir (Eddy Herjanto, 2009).

Secara matematis, rumus peramalan dengan metode *Moving Average* adalah sebagai berikut:

$$MA_t = \frac{Y_1 + Y_{t-1} + Y_{t-2}}{n} \dots\dots\dots (9)$$

keterangan:

- $MA_t$  = Nilai peramalan pada periode ke  $t$
- $Y_t$  = Data observasi periode  $t$
- $n$  = Panjang serial waktu yang digunakan

**2.6 Analisis Exponential Smoothing**

Berbeda dengan metode *Moving Average* yang hanya menggunakan data observasi  $n$  periode terakhir dalam melakukan peramalan, metode *Exponential Smoothing* ini mengikutsertakan data dari semua periode. Setiap data pengamatan mempunyai kontribusi dalam penentuan nilai peramalan periode setelahnya. Secara matematis rumus peramalan dengan metode *Exponential Smoothing* adalah sebagai berikut:

$$F_t = \alpha \cdot X_t + (1-\alpha) \cdot F_t \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

- $F_t$  = peramalan untuk periode  $t$
- $\alpha$  = faktor/konstanta pemulusan ( $0 < \alpha < 1$ )
- $X_t$  = data permintaan untuk periode  $t$

Metode *Exponential Smoothing* menambahkan parameter  $\alpha$  dalam model untuk mengurangi faktor kerandoman. Ada beberapa masalah dalam penggunaan metode *exponential Smoothing*. Salah satu masalah tersebut adalah dalam usaha untuk

mendapatkan besarnya nilai  $\alpha$  penentuan nilai alpha ini berlaku  $0 < \alpha < 1$  sehingga harus dipilih nilai  $\alpha$  tersebut yang dapat menghasilkan tingkat kesalahan yang paling kecil. Nilai ini dapat diharapkan memperkecil (meminimumkan) simpangan absolut rata-rata atau (*mean absolute deviation*) MAD dan kesalahan kuadrat rata-rata (*mean square error*) MSE (Sofjan Assauri, 1984).

Dalam penelitian ini diberikan dua nilai  $\alpha$  yaitu sebesar 0,2 dan 0,5.

**3. Metode Penelitian**

Metode penelitian ini berjenis deskriptif yaitu bertujuan untuk membuat sebuah gambaran secara sistematis dimasa yang akan datang, sehingga dapat digunakan metode *time series* diantaranya metode aritmatik, geometrik, regresi, *moving average* dan metode *exponential smoothing*.

**4. Pembahasan**

Dalam pembahasan ini urutan data yang dianalisis diantaranya jumlah penggunaan air, jumlah pelanggan, jumlah produksi, dan jumlah kebutuhan air.

**4.1 Analisis Penggunaan Air dengan Metode Aritmatik**

Berdasarkan persamaan (1) dan (2) sebagai contoh dapat dihitung jumlah penggunaan air dengan metode aritmatik :

$$I = \frac{P_0 - P_t}{t} = \frac{4,152,792 - 3,755,787}{7} = \frac{397,005}{7} = 56,715$$

$$P_n = P_t + I \cdot (n) = 3,755,787 + 49,625 (8)$$

$$= 3,755,787 + 453,720$$

$$= 4,209,507 \text{ Penggunaan bair (M}^3\text{/Tahun)}$$

Tabel 1. Hasil perhitungan Aritmatik

Tahun	Penggunaan Air (m3/tahun)
2021	4,209,507
2022	4,266,222
2023	4,322,937
2024	4,379,652
2025	4,436,367
2026	4,493,082
2027	4,549,797
2028	4,606,512
2029	4,663,227
2030	4,719,942

Berdasarkan persamaan yang sama dapat dihitung kembali untuk kenaikan jumlah pelanggan.

#### 4.2 Analisis Jumlah pelanggan Air dengan Metode Geometrik

Berdasarkan persamaan (3) dan (4) sebagai contoh dapat dihitung jumlah pelanggan air dengan metode geometrik :

$$r = \left( \frac{Pt}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

$$= \left( \frac{24.310}{19.801} \right)^{\frac{1}{6}} - 1$$

$$= ( 1.227 )^{0.16} - 1$$

$$r = 0.035$$

$$P_n = P_0 (1 + r)^t$$

$$= 19.801 (1 + 0.035 )^8$$

$$= 26,074 \text{ Pelanggan}$$

Tabel 2. Hasil perhitungan Geometrik

Tahun	Jumlah Pelanggan
-------	------------------

2021	26.074
2022	26.987
2023	27.931
2024	28.909
2025	29.921
2026	30.968
2027	32.052
2028	33.174
2029	34.335
2030	35.537

Berdasarkan persamaan yang sama dapat dihitung kembali untuk kenaikan jumlah penggunaan air.

#### 4.3 Analisis Produksi Air dengan Metode Regresi

Dengan persamaan (6), (7) dan (8) maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$A = \frac{(4)(35,233,000) - (10)(14,364,810)}{(4)(30) - (10)^2}$$

$$= 135,805$$

$$B = \frac{(30)(14,364,810) - (10)(35,233,000)}{(4)(30) - (10)^2}$$

$$= 3,930,715$$

$$Y = A.X + B$$

$$= 135,805 ( 6 ) + 3,930,715$$

$$= 3,115,885 \text{ m}^3\text{/tahun}$$

Tabel 3. Hasil perhitungan Regresi

TAHUN	PRODUKSI AIR M3/TAHUN
2021	3,115,885
2022	2,980,080
2023	2,844,275
2024	2,708,470
2025	2,572,665
2026	2,436,860
2027	2,301,055
2028	2,165,250
2029	2,029,445
2030	1,893,640

#### 4.4 Neraca Air

Berdasarkan hasil perhitungan produksi debit dan kebutuhan air maka diperoleh neraca air sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil perhitungan Neraca Air

Tahun	Neraca Air			Keterangan	
	Produksi Air	Kebutuhan Air	Hasil	Surplus	Defisit
2021	6,080,251	4,236,513	1,843,738	√	–
2022	5,944,446	4,301,330	1,643,116	√	–
2023	5,808,641	4,366,147	1,442,494	√	–
2024	5,672,836	4,430,964	1,241,872	√	–
2025	5,537,031	4,495,781	1,041,250	√	–
2026	5,401,226	4,560,598	840,628	√	–
2027	5,265,421	4,625,415	640,006	√	–
2028	5,129,616	4,690,232	439,384	√	–
2029	4,993,811	4,755,049	238,762	√	–
2030	4,858,006	4,819,866	38,140	√	–

Berdasarkan tabel neraca air di atas produksi air dapat mencukupi kebutuhan air dikarenakan debit pada produksi air telah ditambah debit dari potensi sumber air.

#### 4.5 Analisis Error dengan Metode Moving Average

Berdasarkan persamaan (9) analisis error pada nilai jumlah penggunaan air diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil analisis error penggunaan air dengan metode moving average

Tahun	Penggunaan air	FORECAST (PERAMALAN)	MAD	MSE	MAPE
2014	3,755,787				
2015	3,869,217				
2016	3,925,932				
2017	3,982,647	3,850,312.000	132,335	17,512,552,225	3.323
2018	4,039,362	3,925,932.000	113,430	12,866,364,900	2.808
2019	4,096,077	3,982,647.000	113,430	12,866,364,900	2.769
2020	4,155,717	4,039,362.000	116,355	13,538,486,025	2.800
2021	4,216,226	4,097,052.000	119,174	14,202,442,276	2.827
2022	4,277,615	4,156,006.667	121,608	14,788,586,736	2.843
2023	4,339,898	4,216,519.333	123,379	15,222,295,388	2.843
2024	4,403,088	4,277,913.000	125,175	15,668,780,625	2.843
2025	4,467,199	4,340,200.333	126,999	16,128,661,335	2.843
2026	4,532,242	4,403,395.000	128,847	16,601,549,409	2.843
2027	4,598,233	4,467,509.667	130,723	17,088,589,878	2.843
2028	4,665,185	4,532,558.000	132,627	17,589,921,129	2.843

2029	4,733,111	4,598,553.333	134,558	18,105,765,659	2.843
2030	4,802,027	4,665,509.667	136,517	18,636,982,300	2.843
<b>Total</b>			<b>1,755,157</b>	<b>220,817,342</b>	<b>40.113</b>
<b>Rata-rata</b>			<b>125,368</b>	<b>15,772,667</b>	<b>2.865</b>

Dengan persamaan yang sama selanjutnya dapat dilakukan kembali analisis error untuk jumlah pelanggan air, produksi debit air dan jumlah kebutuhan air.

#### 4.6 Analisis Error dengan Metode Eksponensial Smoothing

Pada persamaan (10) analisis *error* pada nilai jumlah penggunaan air dengan nilai  $\alpha$  0.1 diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil analisis error pada jumlah penggunaan air dengan metode eksponensial smoothing dengan  $\alpha$  0,1

Tahun	Jumlah Penggunaan air	Forecast (Peramalan)	MAD	MSE	MAPE
2014	3,755,787	4,232,850	477,063	227,589	787.273
2015	3,869,217	4,244,193	374,976	140,607	1,032
2016	3,925,932	4,249,864	323,932	104,932	1,212
2017	3,982,647	4,255,536	272,889	74,468	1,459
2018	4,039,362	4,261,207	221,845	49,215	1,821
2019	4,096,077	4,266,879	170,802	29,173	2,398
2020	4,155,717	4,272,843	117,126	13,718	3,548
2021	4,216,226	4,278,894	62,668	3,927	6,728
2022	4,277,615	4,285,032	7,417	55.019	57,669
2023	4,339,898	4,291,261	48,637	2,366	8,923
2024	4,403,088	4,297,580	105,508	11,132	4,173
2025	4,467,199	4,303,991	163,208	26,637	2,737
2026	4,532,242	4,310,495	221,747	49,172	2,044
2027	4,598,233	4,317,094	281,139	79,039	1,636
2028	4,665,185	4,323,789	341,396	116,551	1,367
2029	4,733,111	4,330,582	402,529	162,030	1,176
2030	4,802,027	4,337,474	464,553	215,810	1,034
<b>JUMLAH</b>			<b>238,673</b>	<b>76,848</b>	<b>5,867</b>
<b>Rata-rata</b>			<b>238,673</b>	<b>76,848</b>	<b>5,867</b>

Pada persamaan yang sama selanjutnya dapat dilakukan kembali analisis error untuk jumlah pelanggan air, produksi debit air dan jumlah kebutuhan air namun dengan nilai  $\alpha$  yang berbeda yaitu  $\alpha$  0,5 sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil analisis error pada jumlah penggunaan air dengan metode eksponensial smoothing dengan  $\alpha$  0,5

Tahun	Jumlah Penggunaan air	Forecast (Peramalan)	MAD	MSE	MAPE
2014	3,755,787	4,020,822	265,035	70,243	1,417
2015	3,869,217	4,077,537	208,320	43,397	1,857

2016	3,925,932	4,105,894	179,962	32,386	2,182
2017	3,982,647	4,134,252	151,605	22,984	2,627
2018	4,039,362	4,162,609	123,247	15,190	3,277
2019	4,096,077	4,190,967	94,890	9,004	4,317
2020	4,155,717	4,220,787	65,070	4,234	6,387
2021	4,216,226	4,251,041	34,815	1,212	12,110
2022	4,277,615	4,281,736	4,121	16,981	103,805
2023	4,339,898	4,312,877	27,021	730	16,061
2024	4,403,088	4,344,472	58,616	3,436	7,512
2025	4,467,199	4,376,528	90,671	8,221	4,927
2026	4,532,242	4,409,049	123,193	15,176	3,679
2027	4,598,233	4,442,045	156,188	24,395	2,944
2028	4,665,185	4,475,521	189,664	35,972	2,460
2029	4,733,111	4,509,484	223,627	50,009	2,117
2030	4,802,027	4,543,942	258,085	66,608	1,861
<b>JUMLAH</b>			<b>132,596</b>	<b>23,719</b>	<b>10,561</b>
<b>Rata-rata</b>			<b>132,596</b>	<b>23,719</b>	<b>10,561</b>

Pada persamaan yang sama dapat dihitung kembali untuk nilai *error* jumlah pelanggan, produksi air dan kebutuhan air dengan nilai a 0,1 dan 0,5.

## 5 Penutup

Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa berdasarkan metode aritmatik dan geometrik, jumlah pelanggan beserta penggunaan air pada tahun 2021 sampai 2030 diperkirakan akan mengalami peningkatan.

Pada metode regresi diperoleh hasil pada analisis jumlah debit air diketahui bahwa akan mengalami penurunan setiap tahunnya sedangkan untuk jumlah kebutuhan air semakin meningkat maka diperlukan debit air tambahan untuk menambah kekurangan pada produksi air.

Berdasarkan tabel neraca air diperoleh hasil bahwa setelah ditambah debit dari beberapa sumber air maka debit air dapat mencukupi kebutuhan air.

Berdasarkan analisis *error* dengan metode *moving average* dan *exponential smoothing* diperoleh hasil *error* dari data yang dianalisis dengan nilai rata-rata

kurang dari 10% sehingga dapat dinilai bahwa kemampuan model peramalan sangat baik.

## 6 Daftar Pustaka

- Anang Firmansyah. (2010). Teori dan Praktik Analisis Neraca Air untuk Menunjang Tugas Penyuluh Pertanian di Kalimantan Tengah. Data/artikel diperoleh dari <http://kalteng.litbang.pertanian.go.id> yang diakses pada tanggal 31 Januari 2020.
- Nawari. (2010). Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan Spss 2017. Data/artikel diperoleh dari <https://www.spsstatistik.com/analisis-regresi-linier-berganda-menurut-para-ahli/>
- Rini, S. (2010). Pemetaan Persoalan Sistem Penyediaan Air Bersih untuk



- Meningkatkan Kualitas Sistem Penyediaan Air Bersih di Kota Sawah Lunto, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 21, 111- 128.
- Brahmanja. (2013). Prediksi Jumlah Kebutuhan Air Bersih BPAB Unit Dalu 5 tahun mendatang Kecamatan Tambusai Kabupten Rokan Hulu,
- Erwin, F., Ameri., Eldina, F. (2018). Faktor Dominan dan Strategi Penyediaan Air Bersih di Desa Rawan Air Bersih pada Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar, *Jurnal Teknik Sipil*, 4, 903 -914.
- Ridwan, N. (2013). Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih, *Jurnal Sipil Statik*, 6, 444 – 451.
- Ika , K. (2018). Analisis Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Selat Nasik Kabupaten Belitung Provinsi Bangka Belitung, *Journal of Env. Engineering & Waste Management*, 1, 30 -35.
- Zulkifli, L., Nurazizah, A. (2014). Kebutuhan Air Bersih si Kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan, *Jurnal TeknikA*, 2, 577 – 584.
- Nurhasanah, A., M. Tohir, R. Pamekas,. (2016) : Kinerja Model Sistem Sambungan Rumah untuk Penyediaan Air Minum Perkotaan, *Jurnal Permukiman*, 11, 29 – 42.
- Firga. Y., Harwiko I., (2017). Analisis Perencanaan dan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih di PDAM Tulunga Agung, *Jurnal Teknik ITS*, 6, 25 – 29.
- Anastasya Feby, M. (2017) Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Soyowan Kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Tenggara, *Jurnal Sipil Statik*, 5, 31 – 40.
- Reni, A., Bahdir, J., Normansyah. (2017). Analisis Kehilangan Tinggi Tekan dan Kebutuhan Air Jaringan Distribusi Air Bersih di Perumnas Talang pada tahun 2025, *Jurnal BENTANG*, 5, 101 – 126.
- Atik, W., Junianto. (2017). Analisis Kebutuhan Air Bersih Kota Batam Pada Tahun 2025, *Jurnal TAPAK*, 6, 116 – 126.
- Priskila Perez, M. (2016). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Tandengaan Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa, *Jurnal Sipil Statik*, 4, 307 – 317.
- Siti Muawanah Robial. (2016). Perbandingan Model Statistik pada Analisis Metode Peramalan Time Series (Studi Kasus: PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Kandatel Sukabumi).