

Perbandingan Metode Regresi Linier dan Non-Linier Kuadratik Pada Peramalan Penjualan Air Minum

Comparison of Quadratic Linear and Non-Linear Regression Methods
In Forecasting Drinking Water Sales

Gian Fitriani Utami, Didi Suhaedi, Eti Kurniati

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Islam Bandung

gianutami11@gmail.com, dsuhaedi@unisba.ac.id, etika0101@gmail.com

Abstrak. Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dalam upaya meningkatkan pelayanan kebutuhan air minum perlu adanya proyeksi sejauh mana pencapaian penyediaan air di masa mendatang dengan menggunakan metode peramalan. Hasil peramalan tersebut sangat berpengaruh untuk menentukan jumlah air yang harus disediakan. Maka dari itu artikel ini membahas tentang gambaran penjualan air bersih pada masa mendatang. Metode yang digunakan dalam meramalkan penjualan air bersih adalah metode regresi linier dan metode regresi non linier (kuadratik). Tujuan dari pembahasan pada artikel ini adalah untuk menentukan metode peramalan yang terbaik pada peramalan air bersih di masa mendatang. Penentuan metode peramalan yang terbaik dari ketiga metode tersebut ditentukan dengan nilai koefisien korelasi dan determinasi terbesar serta nilai MAPE yang terkecil. Hasil penelitian diperoleh bahwa dengan menggunakan data jumlah penjualan pada periode sebelumnya, maka diperoleh hasil prediksi jumlah penjualan untuk masa mendatang.

Kata Kunci: Air, Peramalan, Metode Regresi

Abstract. Water is a basic human need. Sales of water at Perumda Water Drink Tirta Raharja has increased every year. In an effort to improve services for drinking water needs, it is necessary to have a projection of the extent to which water supply will be achieved in the future using forecasting methods. The forecasting results are very influential in determining the amount of water that must be provided. Therefore, this article discusses the description of clean water sales in the future. The method used in forecasting clean water sales is a linear regression method and a non-linear (quadratic) regression method. The purpose of the discussion in this article is to determine the best forecasting method for forecasting clean water in the future. Determination of the best forecasting method of the three methods is determined by the value of the largest correlation coefficient and determination and the smallest MAPE value. The results showed that by using the data on the number of sales in the previous period, the prediction results of the number of sales for the future were obtained.

Keywords: Water, Forecasting, Regression Method

1. Pendahuluan

Perumda Air Minum Tirta Raharja merupakan sebuah perusahaan daerah yang memiliki wewenang dalam penyediaan kebutuhan konsumsi air bersih bagi masyarakat di Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kota Cimahi. Penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja mengalami peningkatan setiap tahunnya, hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan masyarakat akan air bersih semakin tinggi setiap tahunnya. Dalam upaya meningkatkan pelayanan kebutuhan air bersih Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kota Cimahi, perlu adanya proyeksi sejauh mana pencapaian penyediaan air di masa yang akan datang dengan menggunakan metode peramalan.

Kegiatan peramalan merupakan suatu perkiraan terhadap permintaan untuk masa yang akan datang, selain itu hasil prediksi peramalan yang digunakan untuk perencanaan dan penyusunan kegiatan di masa mendatang dapat juga dilakukan dengan menggunakan data masa lampau. Dimana data tersebut akan dilakukan sebuah analisa ilmiah yaitu menggunakan metode statistika. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan prediksi kemungkinan terjadinya penurunan atau kenaikan penjualan

pada masa yang akan datang dengan diperoleh informasi yang akurat sehingga perusahaan dapat mempersiapkan strategi-strategi yang harus dilakukan.

Metode yang digunakan pada peramalan penjualan air yaitu metode regresi linier dan metode regresi non linier (kuadratik). Kedua metode tersebut dibandingkan dengan tujuan untuk menentukan metode mana yang tepat untuk peramalan penjualan air untuk tahun yang akan datang. Penentuan metode yang tepat didapatkan dilihat dari hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang terkecil dan Koefisien Korelasi dan Koefisien Determinasi terkecil.

2. Tinjauan Teoritis

2.1. Prediksi atau Peramalan

Prediksi atau peramalan merupakan teknik untuk memperkirakan suatu kondisi di masa yang akan datang berdasarkan pada kondisi masa lampau dan masa sekarang, sehingga dapat dengan tepat memperkirakan suatu tindakan atau keputusan. Prediksi atau peramalan dilakukan dengan memperhatikan data atau informasi masa lalu atau saat ini baik secara matematik atau statistic [1]. Dan bertujuan untuk mengetahui, melihat dan memperkirakan prospek ekonomi atau kegiatan usaha. Dalam perancangan suatu metode prediksi atau peramalan, terdapat tiga tahapan yang harus dilakukan yaitu:

- (1) Melakukan analisis pada data masa lampau.
- (2) Memilih metode yang akan digunakan.
- (3) Proses transformasi dari data masa lampau dengan menggunakan metode yang dipilih.

2.2. Metode Regresi Linier

Metode regresi merupakan sebuah metode statistik untuk menentukan hubungan matematis antara variabel, yaitu variabel dependen (Y) dengan variabel independen (X) [2]. Variabel dependen merupakan variabel akibat atau variabel yang dipengaruhi, sedangkan variabel independen merupakan variabel sebab atau variabel yang mempengaruhi [3]. Bentuk umum dari persamaan regresi linier sederhana adalah:

$$\hat{Y} = a + bX \quad (1)$$

Rumus untuk menentukan a dan b adalah

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

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

Keterangan :

\hat{Y} = Variabel tak bebas (*dependent variable*)

X = Variabel bebas (*independent variable*)

b = Konstanta (*intercept*)

a = Parameter koefisien regresi variabel bebas

2.3. Metode Regresi Non-Linier

Metode kuadratik merupakan nilai variabel tak bebas dengan bentuk naik atau turun secara linier (terjadi secara parabola), jika data dibuat *scatter plot* (hubungan variabel bebas dan variabel tak bebas adalah kuadratik) dan merupakan metode regresi non linier [4]. Persamaan umum metode kuadratik adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + bX + cX^2 \quad (2)$$

Untuk mencari nilai konstanta a, b, dan c menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sum Y &= n \cdot a + b \sum X + c \sum X^2 \\ \sum XY &= a \sum X + b \sum X^2 + c \sum X^3 \\ \sum X^2Y &= a \sum X^2 + b \sum X^3 + c \sum X^4\end{aligned}$$

Keterangan:

\hat{Y} = Variabel tak bebas (*dependent variable*)

X = Variabel bebas (*independent variable*)

a, b, c = Konstanta (*intercept*)

2.4. Penentuan Metode

Tidak semua metode regresi yang diterapkan pada data cocok dengan data yang sebenarnya. Keakuratan suatu prediksi ditentukan oleh seberapa besar penyimpangan atau kesalahan yang terjadi antara data yang diprediksi dengan data yang sebenarnya [5]. Berikut ini adalah metode yang dapat digunakan untuk pemilihan metode regresi yang tepat:

(1) Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE dihitung dengan cara menggunakan error absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi aktual pada periode itu. Kemudian melakukan perhitungan rata-rata pada error persentase absolut tersebut. Hasil prediksi dinyatakan baik jika nilai MAPE kurang dari 10%. Berikut rumus dari MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

Y = Data sebenarnya atau data aktual

\hat{Y} = Data prediksi

n = Banyaknya data

(2) Koefisien Korelasi (r) dan Koefisien Determinasi (R^2)

Korelasi digunakan untuk mencari derajat hubungan antara variabel tak bebas dengan variabel bebas. Metode regresi yang dipilih dari metode ini adalah metode regresi yang menghasilkan nilai terbesar (mendekati 100%). Berikut rumus dari koefisien korelasi dan koefisien determinasi:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (4)$$

$$r = \sqrt{R^2} \quad (5)$$

dengan

$$SST = \sum (Y - \bar{Y})^2$$

$$SSR = \sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2$$

Keterangan:

Y = Data sebenarnya atau data aktual

\hat{Y} = Data prediksi

\bar{Y} = Rata-rata data actual

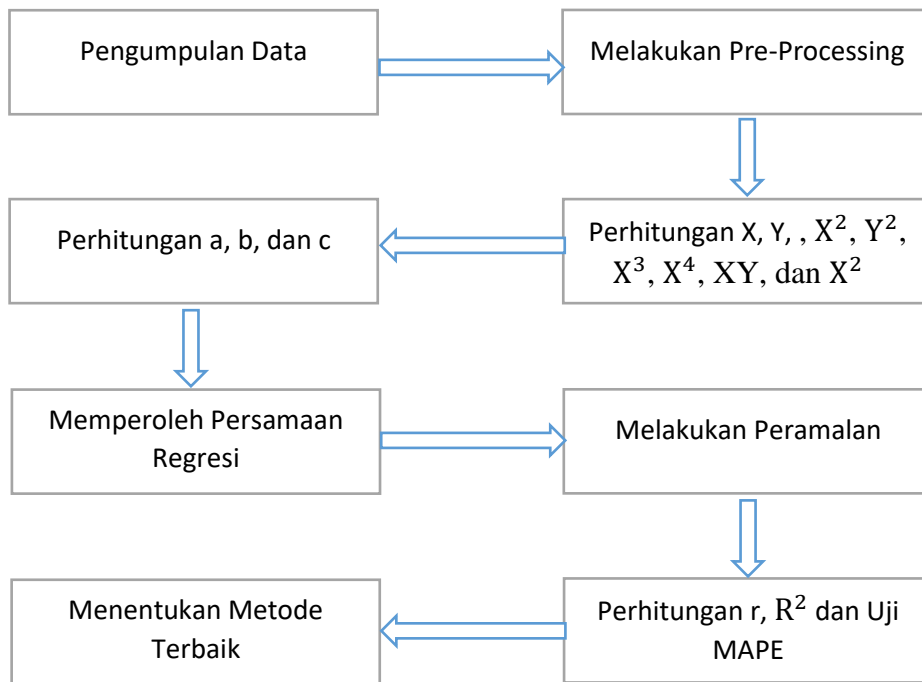
SST = Sum Square Total

SSR = Sum Square Regresi

R^2 = Koefisien determinasi
 r = Koefisien Korelasi

3. Metode

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari studi literatur, observasi, dan interview. Data penjualan air bersih tahun 2013-2020 diperoleh dari Perumda Air Minum Tirta Raharja. Pada bagian penyelesaian untuk menentukan metode yang terbaik dalam peramalan penjualan air bersih menggunakan metode regresi linier dan metode regresi non linier (kuadratik). Gambar 1 adalah diagram alur penyelesaian masalah pada penelitian ini.



Gambar 1. Diagram alur penyelesaian masalah

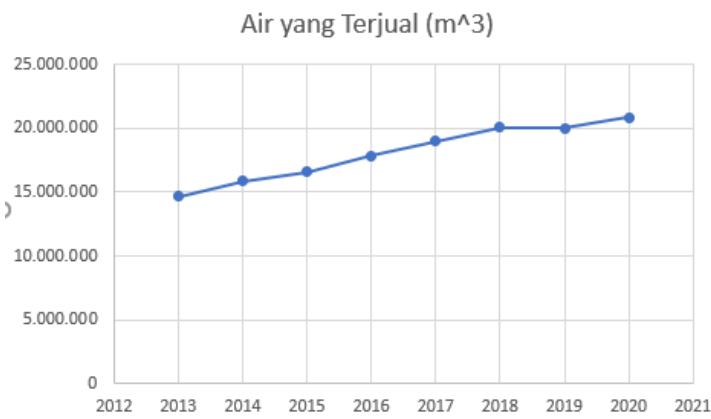
4. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini, yang tertuang dalam Tabel 1 dan Gambar 2, merupakan data air yang terjual di Perumda Air Minum Tirta Raharja pada tahun 2013 hingga tahun 2020 dalam satuan meter kubik.

Tabel 1. Data Air Yang Terjual*

Tahun	Air yang Terjual (m^3)
2013	14.653.270
2014	15.849.743
2015	16.604.894
2016	17.885.658
2017	19.017.796
2018	20.093.615
2019	20.019.052
2020	20.876.865

*Sumber: Perumda Air Minum Tirta Raharja (2021)



Gambar 2. Grafik Penjualan Air

Data yang telah diperoleh akan digunakan untuk menentukan koefisien regresi linier atau nilai X, Y, X², Y², X³, X⁴, XY, dan X²Y. Tabel 2 merupakan tabel hasil perhitungan koefisien regresi linier dan regresi kuadratik:

Tabel 2. Perhitungan Koefisien Regresi Kuadratik*

X	Y	X ²	Y ²	XY	X ² Y	X ³	X ⁴
1	14.653.270	1	214.718.321.692.900	14.653.270	14.653.270	1	1
2	15.849.743	4	251.214.353.166.049	31.699.486	63.398.972	8	16
3	16.604.894	9	275.722.504.751.236	49.814.682	149.444.046	27	81
4	17.885.658	16	319.896.762.092.964	71.542.632	286.170.528	64	256
5	19.017.796	25	361.676.564.697.616	95.088.980	475.444.900	125	625
6	20.093.615	36	403.753.363.768.225	120.561.690	723.370.140	216	1.296
7	20.019.052	49	400.762.442.978.704	140.133.364	980.933.548	343	2.401
8	20.876.865	64	435.843.492.228.225	167.014.920	1.336.119.360	512	4.096
36	145.000.893	204	2.663.587.805.375.920	690.509.024	4.029.534.764	1.296	8.776

*Sumber: Data diolah (2021)

Semua data pada Tabel 1 merupakan variabel penentu keputusan untuk menghitung peramalan penjualan air. Nilai yang terdapat pada kolom X merupakan time series dari periode penjualan air yaitu kolom “tahun” yang diasumsikan bentuk numerik. Kolom Y berasal dari kolom penjualan air yang menunjukkan banyaknya jumlah penjualan berdasarkan tahun tertentu. Kolom XY merupakan hasil perkalian kolom X dan Y. Sedangkan kolom X² merupakan hasil kuadrat dari kolom X, X³ merupakan hasil dari kolom X pangkat tiga, dan X⁴ merupakan hasil dari kolom X pangkat empat. Sehingga persamaan regresi linier yang diperoleh adalah

$$\hat{Y} = 14.053.146,750 + 904.881,083X \tag{6}$$

Dan persamaan regresi kuadratik sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 13.157.338,084 + 1.442.366,253X - 59.720,574X^2 \tag{7}$$

Kedua persamaan diatas untuk menghitung prediksi atau peramalan penjualan air menggunakan metode regresi linier dan metode regresi non linier kuadratik. Tabel 3 adalah hasil peramalan penjualan air menggunakan metode regresi linier dan metode regresi kuadratik:

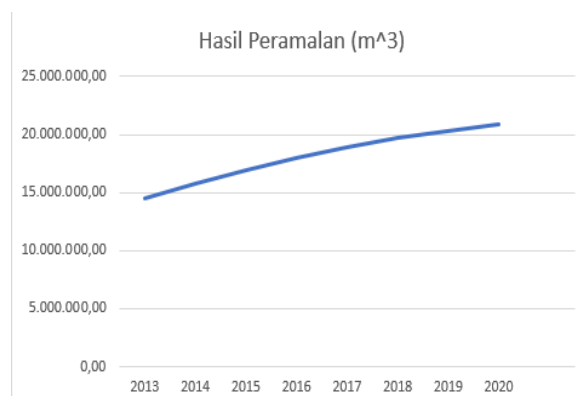
Tabel 3. Data hasil peramalan penjualan air*

Metode Regresi Linier (\hat{Y})	Metode Regresi Kuadratik (\hat{Y})
14.958.027,83	14.539.983,76
15.862.908,92	15.803.188,29
16.767.790,00	16.946.951,68
17.672.671,08	17.971.273,91
18.577.552,17	18.876.155,00
19.482.433,25	19.661.594,94
20.387.314,33	20.327.593,73
21.292.195,42	20.874.151,37

*Sumber: Data diolah (2021)



Gambar 3. Grafik Hasil Peramalan Metode Regresi Linier



Gambar 1. Grafik Hasil Peramalan Metode Regresi Kuadratik

Berdasarkan pada Tabel 3, Gambar 3, dan Gambar 4 maka dapat dilihat bahwa hasil peramalan atau prediksi jumlah penjualan air selalu naik. Padahal dalam data aktual, tidak selalu memperoleh hasil penjualan yang selalu naik dari waktu ke waktu seperti terjadi penurunan penjualan pada tahun 2019.

Tabel 4. Data Sum Square Total dan Sum Square Regresi

$(Y - \bar{Y})^2$		$(\hat{Y} - \bar{Y})^2$	
Metode Regresi Linier	Metode Regresi Kuadratik	Metode Regresi Linier	Metode Regresi Kuadratik
12.053.684.269.082,60	12.053.684.269.082,60	10.030.419.743.437,70	12.853.141.786.889
5.177.302.379.634,39	5.177.302.379.634,39	5.117.561.093.590,67	5.391.327.955.042
2.311.061.627.360,64	2.311.061.627.360,64	1.842.321.993.692,64	1.388.060.863.071
57.338.038.525,64	57.338.038.525,64	204.702.443.743,63	23.666.041.941
796.885.393.369,14	796.885.393.369,14	204.702.443.743,63	564.066.149.629
3.875.005.537.386,39	3.875.005.537.386,39	1.842.321.993.692,64	2.360.780.971.127
3.587.010.144.055,14	3.587.010.144.055,14	5.117.561.093.590,68	4.850.927.418.440
7.572.146.636.823,89	7.572.146.636.823,89	10.030.419.743.437,70	7.557.219.530.586

Sumber: Data diolah (2021)

Hasil nilai koefisien korelasi dan koefisien determinasi dari metode regresi linier sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{34.390.010.548.929,30}{35.430.434.026.237,90} = 0,97 = 97\%$$

$$r = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,97} = 0,984$$

Koefisien korelasi yang diperoleh dengan metode regresi linier yaitu sebesar 97%. Hal ini berarti bahwa terdapat hubungan antara variabel independent yaitu variabel tahun penjualan dengan jumlah air yang terjual sebesar 97% sedangkan sisanya 3% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n} \sum \frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \times 100\% \\ &= \frac{1}{8} (0,14) \times 100\% \\ &= 0,0175 \times 100\% \\ &= 1,75\% \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan metode regresi linier diperoleh kesalahan atau error dari peramalan penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja adalah 1,75%, sedangkan hasil nilai koefisien korelasi dan koefisien determinasi dari metode regresi kuadratik sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{34.989.190.716.726,10}{35.430.434.026.237,90} = 0,99 = 99\%$$

$$r = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,99} = 0,994$$

Koefisien korelasi yang diperoleh dengan metode regresi non linier yaitu sebesar 99%. Hal ini berarti bahwa terdapat hubungan antara variabel independent yaitu variabel tahun penjualan dengan jumlah air yang terjual sebesar 99% sedangkan sisanya 1% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n} \sum \frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \times 100\% \\ &= \frac{1}{8} (0,08) \times 100\% \\ &= 0,01 \times 100\% \\ &= 1\% \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan metode regresi non linier diperoleh kesalahan atau error dari peramalan penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja adalah 1%. Hasil dari galat dan korelasi dari metode regresi linier dan metode regresi non linier (kuadratik) adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perbandingan Galat dan Korelasi

	Metode Regresi Linier	Metode Regresi Non Linier
Koefisien Korelasi	0,984	0,994
Koefisien Determinasi	97%	99%
MAPE	1,75%	1%

Sumber: Data diolah (2021)

Berdasarkan dari Tabel 5 terlihat bahwa metode regresi non linier memperoleh koefisien korelasi dan koefisien determinasi tertinggi dan hasil error terkecil yang diperoleh dari perhitungan MAPE, maka untuk menghitung peramalan penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja pada tahun 2021-2025 yaitu menggunakan metode regresi non linier (kuadratik). Berikut hasil peramalan penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja untuk tahun 2021-2025 menggunakan Metode Regresi Non-Linier (Kuadratik):

Tabel 6. Hasil Peramalan Penjualan Air

Tahun	Hasil Peramalan
2021	21.301.267,87
2022	21.608.943,21
2023	21.797.177,41
2024	21.865.970,46
2025	21.815.322,37

Sumber: Data diolah (2021)

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa peramalan penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja selalu meningkat setiap tahunnya. Karena dilihat dari hasil koefisien determinasi sebesar 99%, artinya bahwa variabel tahun berpengaruh 99% terhadap penjualan air setiap tahunnya. Walaupun pada kenyataannya di tahun sebelumnya ada penurunan dari penjualan air. Hal tersebut berarti bahwa ada pengaruh 1% dari faktor-faktor lainnya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perbandingan peramalan atau prediksi penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja menggunakan Metode Regresi Linier dan Metode Regresi Non Linier (Kuadratik), maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa peramalan atau prediksi penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja pada tahun 2021-2025 dengan menggunakan Metode Regresi Non Linier lebih baik digunakan dibandingkan dengan metode regresi linier karena memiliki nilai kesalahan atau error yang lebih kecil dan tingkat koefisien determinasi yang lebih tinggi. Dan hasil peramalan penjualan air di Perumda Air Minum Tirta Raharja menggunakan metode regresi non linier (kuadratik) setiap tahunnya meningkat. Berdasarkan hasil penelitian peramalan penjualan air bersih di Perumda Air Minum Tirta Raharja dengan menggunakan metode regresi linier dan metode regresi non linier, maka saran untuk peneliti selanjutnya dapat mengaplikasikan metode regresi lainnya untuk meramalkan penjualan air bersih.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih disampaikan kepada Ketua Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

Referensi

- [1] M Hakimah, RK Muhima, A Yustina, Rancang Bangun Aplikasi Peramalan Persediaan Barang Dengan Metode Trend Projection, *Jurnal Trunojoyo*, Vol 5 No 1, 2015.
- [2] T Khotimah, R Nindiyasari, Forecasting Dengan Metode Regresi Linier Pada Sistem Penunjang Keputusan Untuk Memprediksi Jumlah Penjualan Batik (studi kasus: Kub Sarwo Endah Batik Tulis Lasem), *Jurnal Mantik Penusa*, Vol 1 No 1, 2017. h. 71–92.
- [3] N Kusumawati, F Marisa, ID Wijaya, Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dolar Amerika Dengan Menggunakan Metode Regresi Linear, *Jurnal Inform. Merdeka Pasuruan*, Vol 2 No 3, 2017. h. 45–56.
- [4] Y Wibisono, Metode Statistik, *Yogyakarta: Universitas Gajah Mada*, 2009.
- [5] Susiana, Analisis Peramalan Penjualan Minyak Kelapa Sawit (MKS) Pada PT Perkebunan Nusantara IV Unit Kebun Pabatu, *Karismatika*, Vol 53 No 9, 2009. h. 1689–1699.
- [6] T Raharja, Struktur Organisasi Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja. Tersedia: <http://www.tirtaraharja.co.id>. (Diakses 23 Juli 2021)