

**ESTIMASI VOLUME PRODUKSI AIR PADA PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM)
MENGUNAKAN METODE ARIMA
(Studi Kasus : PDAM Tirta Kepri Cabang Kijang Jalan Kolong 6 Kijang Kota)**

Shynta Lambara
Mahasiswa Teknik Informatika, FT UMRAH (shyntalambaraumrah@gmail.com)

Martaleli Bettiza, S.Si.,M.Sc
Dosen Teknik Informatika, FT UMRAH (@gmail.com)

Nurul Hayaty, S.T.,M.Cs
Dosen Teknik Informatika, FT UMRAH (@gmail.com)

ABSTRAK

PDAM Tirta Kepri Cabang Kijang merupakan satu-satunya badan usaha milik daerah yang berfungsi memberikan pelayanan kepada masyarakat terhadap kebutuhan akan air bersih. Dari beberapa persoalan penyediaan kebutuhan air bersih, salah satunya adalah apabila volume air yang di produksi dan disalurkan lebih besar dari pada permintaan konsumen akan air. Hal ini mengakibatkan adanya pemborosan air bagi perusahaan. Sedangkan apabila volume air yang diproduksi dan disalurkan lebih sedikit atau tidak memenuhi kebutuhan konsumen, maka hal ini mengakibatkan kekurangan air pada sisi konsumen dan berdampak buruk bagi perusahaan akan kehilangan kepercayaan dari konsumen. Oleh karena itu diperlukan keseimbangan antara persediaan volume produksi air dengan kebutuhan air pada konsumen dan untuk menyelesaikan persoalan yang ada dibutuhkan estimasi volume produksi air untuk mengetahui jumlah produksi air minum pada masa yang akan datang dengan menggunakan metode ARIMA. Untuk melakukan sebuah prediksi, dapat dilakukan dengan bantuan data historis yang kemudian diolah untuk mencari polanya sehingga dapat ditarik ke masa depan. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah volume produksi air, volume distribusi air, volume air terjual dan volume kehilangan air. Berdasarkan hasil dari kedua model ARIMA yang digunakan dalam melakukan peramalan volume produksi air pada PDAM Tirta Kepri tahun 2016 yakni ARIMA (1,2,2) dan ARIMA (2,1,1) yang mempunyai nilai estimasi ($\hat{\sigma}_a^2$) terkecil adalah ARIMA (1,2,2) yaitu sebesar 1,5 sehingga yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah ARIMA (1,2,2). Hasil akurasi pengukuran peramalan MAPE =17,2%.

Kata Kunci : Estimasi, ARIMA, volume produksi air, volume distribusi air, volume air terjual dan volume kehilangan air

ABSTRACT

PDAM Tirta Kepri Branch Kijang is the only locally-owned enterprises function is to provide services to the community of the need for clean water. From some problems supplying water needs, one of which is when the volume of water produced and distributed is greater than the consumer demand for water. This resulted in the wastage of water for the company. Meanwhile, when the volume of water produced and distributed less or do not meet the needs of consumers, then this results in a shortage of water on the side of consumers and bad for the company will lose the trust of consumers. Therefore we need a balance between supply water production volume with water demand in the consumer and for resolving the existing problems of water production volume estimate is required to determine the amount of the production of drinking water in the future by using ARIMA. To perform a prediction, can be done with the help of historical data which is then processed to look for patterns that can be stretched into the future. In

this study the variables used is the volume of water production, water distribution volume, the volume of water sold and the volume of water loss. Based on the results of the ARIMA model used in forecasting the volume of water in the production of PDAM Tirta Kepri 2016 the ARIMA (1,2,2) and ARIMA (2,1,1) which has a value estimate ($\hat{\sigma}_a^2$) is the smallest ARIMA (1,2,2) that is equal to 1.5 so used in forecasting is ARIMA (1,2,2). The results of the measurement accuracy of forecasting MAPE = 17,2%.

Keywords: Estimation, ARIMA, the volume of water production, water distribution volume, the volume of water sold and the volume of water loss.

I. Pendahuluan

PDAM Tirta Kepri Cabang Kijang merupakan satu-satunya badan usaha milik daerah yang berfungsi memberikan pelayanan kepada masyarakat terhadap kebutuhan akan air bersih. Dari beberapa persoalan penyediaan kebutuhan air bersih, salah satunya adalah apabila volume air yang di produksi dan disalurkan lebih besar dari pada permintaan konsumen akan air. Hal ini mengakibatkan adanya pemborosan air bagi perusahaan. Sedangkan apabila volume air yang diproduksi dan disalurkan lebih sedikit atau tidak memenuhi kebutuhan konsumen, maka hal ini mengakibatkan kekurangan air pada sisi konsumen dan berdampak buruk bagi perusahaan akan kehilangan kepercayaan dari konsumen. Oleh karena itu diperlukan keseimbangan antara persediaan volume produksi air dengan kebutuhan air pada konsumen.

Oleh karena itu untuk melakukan sebuah prediksi, maka penulis melakukan penelitian dengan mengangkat judul “Estimasi Volume Produksi Air Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Menggunakan Metode ARIMA”. Aplikasi yang dibuat dengan memanfaatkan bantuan data historis yang kemudian diolah untuk mencari polanya sehingga dapat ditarik ke masa depan.

II. Kajian Literatur

A. Kajian Terdahulu

Badmus *et al* (2011) melakukan penelitian dengan judul “Peramalan Area Pembudidayaan dan Produksi Jagung di Nigeria menggunakan Model ARIMA” menyimpulkan bahwa peramalan prakiraan daerah dan produksi dengan ordo ARIMA (1,1,1) dan ARIMA (2,1,2) diambil selama 38 tahun ke depan dan prakiraan untuk wilayah jagung dan produksi

diberikan pada 95% nilai confidence interval. Untuk 2006-2007, perkiraan daerah jagung adalah 9.225,41 ribu ha dengan bawah dan batas atas dari 8.623,12 dan 9.827.700 ha, masing-masing. Sebuah ramalan daerah jagung untuk tahun 2020 adalah 9.229.740 ha dengan rendah dan batas atas 7.087,67 dan 11.371.810 ha, masing-masing perkiraan produksi jagung menunjukkan kecenderungan meningkat.

Hutasuhut dkk (2014) melakukan penelitian dengan judul “Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan Untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) Di CV. Asia”, menerapkan metode ARIMA untuk meramalkan persediaan bahan bakunya dan melakukan pengambilan keputusan. Berdasarkan hasil pemodelan ARIMA, diperoleh model yang tepat untuk menggambarkan data persediaan bahan baku plastik inject adalah model ARIMA (0,2,2) dan bahan baku plastik blowing adalah ARIMA (0,2,2) dengan nilai MAPE untuk masing-masing model adalah 0.520% dan 0.571%.

B. Landasan Teori

ARIMA (Auto Regressive Integrative Moving Average) merupakan suatu pendekatan yang dapat digunakan untuk menghitung probabilitas dari nilai masa depan yang terletak di antara dua batas yang ditentukan. Kelebihan ARIMA adalah memiliki sifat yang fleksibel (mengikuti pola data), memiliki tingkat akurasi peramalan yang cukup tinggi dan cocok digunakan untuk meramal sejumlah variabel dengan cepat, sederhana, akurat, dan murah karena hanya membutuhkan data historis untuk melakukan peramalannya. ARIMA memadukan unsur dalam model *autoregressive* dan *moving average*. Semua data dalam analisis ARIMA diasumsikan "stasioner". Jika data tidak

stasioner, data tersebut harus disesuaikan untuk mengoreksi ketidakstasionerannya. Untuk memperbaiki ketidakstasioneran tersebut, maka digunakan *differencing*. Model yang dihasilkan dikatakan menjadi model yang "terintegrasi" atau *integrated (differenced)*. Inilah yang menjadi sumber dari "I" dalam model ARIMA.

Pada ARIMA (p, d, q), kita harus menentukan $p \rightarrow AR$, $d \rightarrow I$, $q \rightarrow MA$ dimana p adalah nilai yang menunjukkan AR, d adalah nilai yang menunjukkan perbedaan (*differences*) dan q adalah nilai yang menunjukkan MA (Hutasuhut, 2014).

Adapun tahapan dalam metode Arima adalah (Hutasuhut, 2014) :

1. Plot data
Langkah pertama yang harus dilakukan adalah memplot data asli, dari plot tersebut bisa dilihat apakah data sudah stasioner. Jika data belum stasioner maka perlu dilakukan proses *differencing*.
2. Identifikasi model
Setelah data stasioner langkah selanjutnya adalah melihat plot ACF dan PACF. Dari plot ACF (*autocorrelation function*) dan PACF (*partial autocorrelation function*) tersebut bisa diidentifikasi beberapa kemungkinan model yang cocok untuk dijadikan model.
3. Estimasi model
Setelah berhasil menetapkan beberapa kemungkinan model yang cocok Tahap selanjutnya setelah model awal teridentifikasi adalah mencari estimasi terbaik atau paling efisien untuk parameter dari unsur AR (p) dan MA (q). Model terbaik yaitu model yang menghasilkan hasil estimasi paling kecil.
4. Verifikasi
Dalam tahap ini akan diperiksa apakah model yang diestimasi cukup sesuai dengan data yang dipunyai. Model yang dipilih adalah model yang nilai $\hat{\sigma}_a^2$ lebih kecil.
5. Peralaman
Langkah terakhir dari proses runtun waktu adalah prediksi atau peramalan dari model yang dianggap paling baik, dan bisa diramalkan nilai beberapa periode ke depan.

III. Metode Penelitian

A. Metode Pengumpulan Data

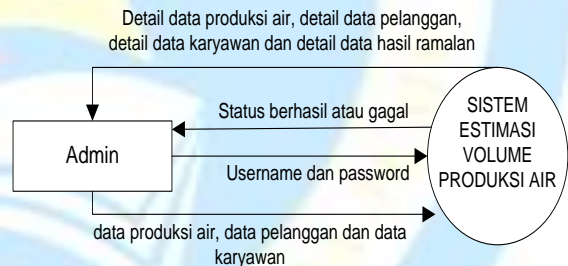
Adapun teknik untuk pengumpulan data adalah studi literatur, wawancara, dan survei secara langsung ke PDAM Tirta Kepri Cabang Kijang dan didapatkan data sejak tahun 2011 sampai 2015 berupa jumlah pelanggan berdasarkan golongan (sosial umum, sosial khusus, rumah tangga, instansi pemerintah, niaga kecil, niaga besar, industri, khusus), volume air yang di produksi, volume distribusi air dan volume air terjual.

B. Metode Pengembangan Sistem

Dalam membangun sistem ini penulis menggunakan metode waterfall (air terjun), pada tahap pengembangan sistem terdiri dari proses - proses yang terstruktur yaitu, analisa kebutuhan, desain sistem, pengkodean, pengujian program, penerapan program dan pemeliharaan. Metode pengembangan ini dikenal dengan model *Waterfall* menurut Sommerville.

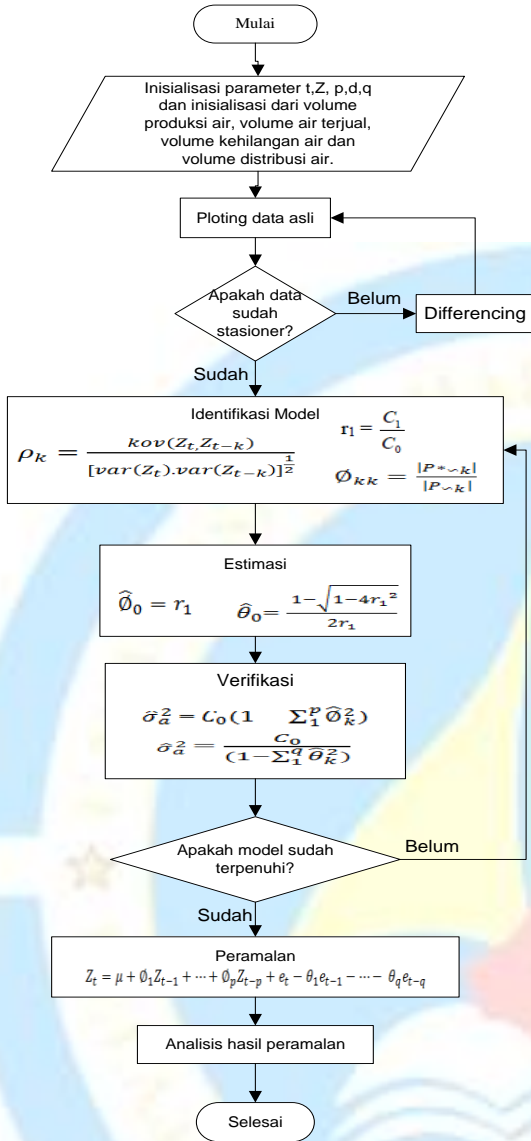
IV. Perancangan dan Implementasi

Perancangan sistem ini seperti yang tampak pada gambar-gambar berikut :



Gambar 1. Context Diagram

Context diagram digunakan untuk menggambarkan bagaimana sistem akan dibangun. Aplikasi ini diperuntukkan untuk estimasi volume produksi air.



Gambar 2. Flowchart Metode ARIMA

Flowchart yang akan dibahas adalah mengenai jalannya aplikasi estimasi volume produksi air dengan menggunakan metode ARIMA. Dari rancangan flowchart diagram inilah alur kerja penelitian dalam estimasi volume produksi air dengan metode ARIMA akan dibangun.

Proses perhitungan dengan metode Arima dapat dilakukan dengan 5 tahap (Hutasuhut, 2014) :

1. Ploting Data

Agar dapat diolah menggunakan metode ARIMA, maka data harus bersifat stasioner. Untuk melihat stasioner atau tidaknya data, dapat diamati dengan melihat hasil analisis trend. Jika data belum stasioner maka data harus dilakukan proses differencing.

$$d(1) = Y_t - Y_{t-1} \dots\dots\dots(1)$$

Di mana :

d = Nilai differencing

Y_t = Data ke-t

Y_{t-1} = Data ke-t dikurangi 1

2. Tahap Identifikasi

Dalam tahap ini akan dicari model yang dianggap paling sesuai dengan data. Identifikasi model dapat dilakukan dengan mengamati grafik Fungsi Autokorelasi (FAK) dan Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP). FAK dan FAKP digunakan untuk menentukan model dari data tersebut. Untuk menentukan model dari data tersebut dapat dilakukan dengan melihat pada lag (variabel bebas) terhadap fungsi yang terputus. Jika data terlihat sudah stasioner maka langsung dapat diperkirakan model awalnya.

3. Tahap Estimasi dan Diagnostik

Tahap selanjutnya setelah model awal teridentifikasi adalah mencari estimasi terbaik atau paling efisien untuk parameter dari unsur AR (p) dan (q). Dalam tahap ini akan diestimasi parameter – parameter yang tidak diketahui yakni ϕ, θ dan σ .

a. Daerah Penerimaan dan Estimasi awal beberapa proses

Setelah memperoleh suatu model sementara maka nilai-nilai kasar parameternya dapat diperoleh dengan menggunakan tabel 1 di bawah ini, tetapi sebelumnya diperiksa dulu apakah nilai untuk fungsi autokorelasi r1 dan r2 memenuhi syarat atau tidak untuk model tersebut.

Tabel 1. Daerah yang diterima dan Estimasi Awal

Proses	Daerah yang diterima	Estimasi Awal
AR (1)	$-1 < r_1 < 1$	$\hat{\varphi}_0 = r_1$
AR (2)	$-1 < r_2 < 1$ $r_1^2 < 0,5(r_2 + 1)$	$\hat{\varphi}_{10} = \frac{r_1(1-r_2)}{1-r_1^2}$ $\hat{\varphi}_{20} = \frac{(r_2-r_1^2)}{1-r_1^2}$
MA (1)	$-0,5 < r_1 < 0,5$	$\hat{\theta}_0 = \frac{1-\sqrt{1-4r_1^2}}{2r_1}$
MA (2)	$2r_1 - r_1 < r_2 < r_1 $	$\hat{\varphi}_0 = \frac{r_2}{r_1}$ $b = \frac{(1-2r_2+\hat{\varphi}_0^2)}{r_1-\hat{\varphi}_0^2}$ $\hat{\theta}_0 = \frac{b \pm \sqrt{b^2-4}}{2}$

(Soejioti 1987: 5.5 dalam Sutarti, 2009)

4. Verifikasi

Dalam tahap ini akan diperiksa apakah model yang diestimasi cukup sesuai dengan data yang dipunyai. Apabila dijumpai penyimpangan yang cukup serius, harus dirumuskan kembali model yang baru, yang selanjutnya diestimasi dan diverifikasi. Model yang dipilih sebagai pembanding adalah model yang lebih parsimony (sederhana dalam hal parameternya). Kemudian membandingkan masing – masing nilai $\hat{\sigma}_a^2$. Model yang dipilih adalah model yang nilai $\hat{\sigma}_a^2$ lebih kecil.

Nilai estimasi $\hat{\sigma}_a^2$ diberikan oleh rumus (Hutasuhut, 2014) :

$$S(\theta) = \hat{a}(\theta)_n^2 + \hat{a}(\theta)_{n+1}^2 + \dots + \dots \dots \dots (2)$$

$$AR(p) = \hat{\sigma}_a^2 = C_0(1 - \sum_{k=1}^p \hat{\varphi}_k^2) \dots \dots \dots (3)$$

$$MA(q) = \hat{\sigma}_a^2 = \frac{C_0}{(1 - \sum_{k=1}^q \hat{\theta}_k^2)} \dots \dots \dots (4)$$

$$ARMA(1,1) = \hat{\sigma}_a^2 = \frac{C_0(1-\hat{\theta}^2)}{(1+2\hat{\theta}\hat{\varphi}+\hat{\varphi}^2)} \dots \dots \dots (5)$$

Di mana :

- $\hat{\sigma}_a^2$ = Nilai Estimasi
- p = model AR (*Autoregresif*)
- q = model MA (*Moving Average*)
- C_0 = Fungsi autokorelasi
- $\hat{\theta}$ = Parameter *moving average*
- $\hat{\varphi}$ = Parameter *autoregresif*
- k = 0,1,2,3,.....n

5. Peramalan

Metode peramalan ini menggunakan model yang diterima. Peramalan ini merupakan nilai harapan observasi yang akan datang, bersyarat pada observasi yang telah lalu. Misal dipunyai waktu t , berarti sudah diketahui \hat{Z}_n (Hutasuhut, 2014).

$$\hat{Z}_n(1) = \theta_1 Z_1 - \theta_1^2 Z_{n-1} + \theta_1^3 Z_{n-2} - \dots - \theta_1^{n+1} \hat{a}_0 \dots \dots \dots (6)$$

Di mana :

- \hat{Z}_n = Data ramalan
- $\hat{\theta}$ = Parameter *moving average*
- Z_1 = Data setelah data pertama
- \hat{a}_0 = Data pertama

V. Analisa dan Pembahasan

Pada pembahasan ini data yang digunakan sebanyak 60 data yaitu data volume produksi air, volume distribusi air, volume air terjual dan volume kehilangan air tahun 2011, 2012, 2013, 2014, 2015.

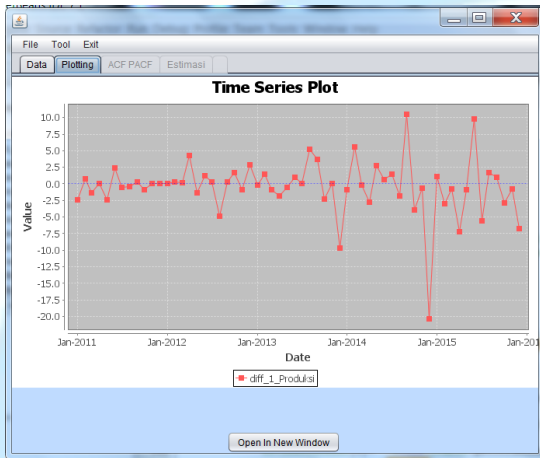
Dengan sistem estimasi yang telah dibuat diperoleh hasil *output* dan analisisnya sebagai berikut.

1. Ploting data



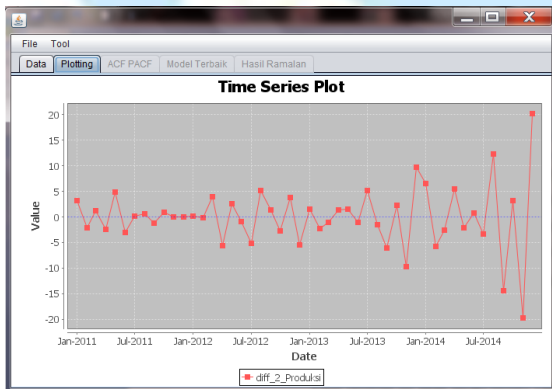
Gambar 3. Hasil Ploting Data Menggunakan Sistem

Berdasarkan grafik plotting data di atas dapat diketahui bahwa volume produksi air mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu dan nilai aktualnya masih jauh dari garis linear. Sehingga data tersebut tidak stasioner karena masih terdapat unsur trend, maka diperlukan proses *differencing* atau selisih pertama pada data tersebut. Grafik plotting *differencing* pertama adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Hasil Ploting Data *Differencing* Pertama Menggunakan Sistem

Dari plotting data *differencing* pertama diatas dapat dilihat data sudah stasioner, karena rata-rata jumlah produksi tidak bergerak bebas dalam suatu waktu tertentu dan nilai aktualnya sudah mendekati garis linear. Setelah melakukan *differencing* pertama, untuk mendapatkan perbandingan nilai estimasi dari model maka dilakukan juga proses *differencing* kedua. Grafik plotting data *differencing* kedua adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Hasil Ploting Data *Differencing* Pertama Menggunakan Sistem

2. Identifikasi Model

Pada tahapan ini akan dicari model yang dianggap paling sesuai dengan data yaitu dengan mencari fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial

$$\mu = \bar{Z} = \frac{1}{60} \sum_{t=1}^{60} Z_1 + Z_2 + \dots + Z_{60}$$

$$\bar{Z} = \frac{1}{60} (1.258.073)$$

$$\bar{Z} = 20967,88$$

$$C_0 = 98,866 \quad r_0 = 1$$

$$C_1 = 81,4735 \quad r_1 = \frac{C_1}{C_0} = 0,8241$$

$$C_2 = 69,71984405 \quad r_2 = \frac{C_2}{C_0} = 0,7052$$

$$C_3 = 57,134 \quad r_3 = \frac{C_3}{C_0} = 0,5779$$

$$C_4 = 43,539 \quad r_4 = \frac{C_4}{C_0} = 0,4404$$

$$C_5 = 33,17317 \quad r_5 = \frac{C_5}{C_0} = 0,3355$$

$$C_6 = 19,05867 \quad r_6 = \frac{C_6}{C_0} = 0,1927$$

$$C_7 = 8,4342 \quad r_7 = \frac{C_7}{C_0} = 0,0853$$

$$C_8 = -1,972433 \quad r_8 = \frac{C_8}{C_0} = -0,0199$$

$$C_9 = -15,35505 \quad r_9 = \frac{C_9}{C_0} = -0,1553$$

Selanjutnya mencari Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP) menggunakan persamaan (5) dengan cara mendapatkan nilai ϕ_{kk} didapat :

$$\phi_{00} = 1$$

$$\phi_{11} = r_1 = 0,8241$$

$$\phi_{22} = \frac{r_2 - r_1^2}{1 - r_1^2} = \frac{0,7052 - (0,8241)^2}{1 - (0,8241)^2} = 0,0812$$

$$\phi_{33} = \frac{r_1^2 - 2r_1r_2 + r_1r_2^2 - r_1^2r_3 + r_3}{1 - 2r_1^2 + 2r_1^2r_2 - r_2^2} = 1,096$$

$$\phi_{44} = 0,0457$$

$$\phi_{55} = 0,0956$$

$$\phi_{66} = -0,0441$$

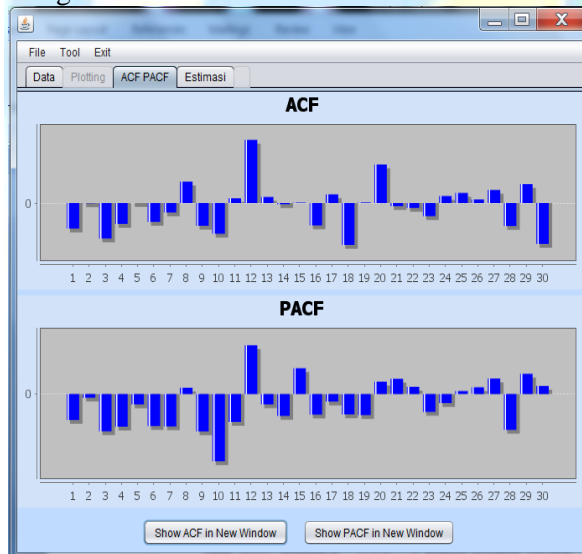
$$\phi_{77} = -0,1028$$

$$\phi_{88} = -0,0280$$

$$\phi_{99} = -0,0610$$

Dengan melihat hasil perhitungan Fungsi Autokorelasi (FAK) dan Fungsi Autokorelasi Parsial (FAKP) maka diperoleh fak (r_k) dengan $k = 0,1,2,\dots,9$ dan fakp (ϕ_{kk}) dengan $k = 0,1,2,\dots,9$ adalah sebagai berikut :

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka grafik fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi *parsial* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik ACF dan PACF Differencing Pertama Menggunakan Sistem

Dengan melihat grafik ACF dan PACF diatas dapat terlihat nilai r_k memotong garis pada lag (variabel bebas) ke 1, sedangkan ϕ_{kk} memotong garis pada lag (variabel bebas) ke 1 dan lag (variabel bebas) ke 2, Sehingga perkiraan modelnya adalah ARIMA(1,2,2) dan ARIMA(2,1,1) atau AR (1) dan AR (2) karena FAK terputus pada lag (variabel bebas) 1 dan 2 ,

integrated 1 dan 2 karena data selisih pertama dan kedua MA (1) dan MA(2) karena FAKP terputus pada lag (variabel bebas) ke 1 dan 2.

Dengan $\bar{Z} = 20,96788$ dan $S_Z^2 = C_0 = 98,866$

Maka \bar{Z} berbeda signifikan dengan nol, selanjutnya:

$$\hat{\theta}_0 = \frac{1 - \sqrt{1 - 4(0,8241)^2}}{2(0,8241)} = 1,6$$

Maka model MA (1) awal adalah

$$Z_t = 20,96788 + a_t + 1,6a_{t-1}$$

Model MA (2) awal adalah

$$\hat{\theta}_0 = \frac{r_2}{r_1} = \frac{0,7052}{0,8241} = 0,8557$$

$$b = \frac{(1 - 2r_2 + \hat{\theta}_0^2)(1 - 2(0,7052) + 0,8557^2)}{r_1 - \hat{\theta}_0^2} = \frac{0,8241 - 0,8557^2}{0,8241 - 0,8557^2} = 3,501$$

$$\hat{\theta}_0 = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4}}{2} = \frac{3,501 + \sqrt{3,501^2 - 4}}{2} = 3,187$$

Dalam menghitung $\hat{\theta}_0$ nilai yang diambil adalah nilai positif karena nilai negatif akan menghasilkan nilai yang *noninvertible* (tidak dapat dibalikkan).

Jadi model awalnya adalah $Z_t = 3,501Z_{t-1} + a_t + 3,187a_{t-1}$

3. Estimasi

Untuk mengestimasi parameter model awal, dapat menggunakan pencarian dengan kisi-kisi, yaitu dengan memperkirakan θ dari daerah yang diterima antara -1 dan 1 yang dapat dilihat pada tabel 1.

Data produksi air yang ada yaitu $Z_1 = 14,85$, $Z_2 = 12,42$, ..., $Z_{60} = 31,104$

$S(\theta)$ untuk tiap titik pada kisi-kisi, dengan mengasumsikan $\theta = 0,5$

$$\hat{a}(0,5)_1 = 14,85$$

$$\hat{a}(0,5)_2 = 12,42 + (0,5)(14,85) = 19,845$$

$$\hat{a}(0,5)_3 = 13,2 + (0,5)(19,845) = 23,2115$$

$$\hat{a}(0,5)_4 = 11,8 + (0,5)(23,2115) = 23,3613$$

$$\hat{a}(0,5)_5 = 11,8 + (0,5)(23,3613) = 23,4806$$

Proses berlanjut sampai

$$\hat{a}(0,5)_{60} = 31,104 + (0,5)(65,8423) = 64,0252$$

Sehingga

$$S(0,5) = (14,85)^2 + (19,845)^2 + (23,2115)^2 + (23,3613)^2 + (23,4806)^2 + \dots + (64,0205)^2$$

$$\approx 122902,23$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{122902,23}{60} = 2048,37$$

$$\text{Estimasi pada MA(1)} \quad \hat{\sigma}_a^2 = \frac{98,866}{(1+1,6482^2)} = 26,60146$$

$$SE(\bar{Z}) = \sqrt{\left[\frac{98,866}{60} (1 + 2(0,8241)) \right]} = 2,088$$

$$\text{Estimasi pada MA(2)} \quad \hat{\sigma}_a^2 = \frac{c_0(1-\hat{\theta}^2)}{(1+2\hat{\theta}\hat{\theta}+\hat{\theta}^2)} = \frac{98,866(1-0,8557^2)}{(1+2(3,187)(0,8557)+(3,187)^2)} = \frac{26,4741}{16,6112} = 1,5$$

$$SE(\bar{Z}) = \sqrt{\left[\frac{c_0}{n} \left(\frac{1+r_1}{1-r_1} \right) \right]} = \sqrt{\left[\frac{98,866}{60} \left(\frac{1+0,8241}{1-0,8241} \right) \right]} = 17,0875$$

4. Verifikasi

Pada tahap ini bertujuan untuk memeriksa estimasi model yang telah dilakukan cukup cocok atau tidak yaitu dengan cara mencari nilai estimasi $\hat{\sigma}_a^2$ terkecil pada model yang terbentuk. Dari hasil estimasi diperoleh hasil sebagai berikut:

Model ARIMA (1,2,2) mempunyai nilai $\hat{\sigma}_a^2$ sebesar 1,5

Model ARIMA (2,1,1) mempunyai nilai $\hat{\sigma}_a^2$ sebesar 1,6

Ternyata dari kedua model tersebut, model ARIMA (1,2,2) mempunyai $\hat{\sigma}_a^2$ terkecil. Dengan demikian model yang tepat untuk data produksi air ini adalah ARIMA (1,2,2).

5. Peramalan

Model yang teridentifikasi dan memungkinkan untuk data produksi air adalah ARIMA (1,2,2). Barisan proses ramalan satu langkah kedepan adalah sebagai berikut :

$$\widehat{Z}_n(1) = \theta_1 Z_1 - \theta_1^2 Z_{n-1} + \theta_1^3 Z_{n-2} - \dots - \theta_1^{n+1} \hat{a}_0$$

Tabel 2. Hasil Ramalan

Bulan	Data Produksi	Hasil Ramalan	Selisih	MAPE
1	38.376	36.330	2.046	0,053315
2	39.528	38.220	1.308	0,03309
3	36.576	35.000	1.576	0,043088
4	35.856	38.160	-2.304	0,06426
5	28.656	37.320	-8.664	0,30235
6	27.792	33.696	-5.904	0,21244
7	37.584	30.768	6.816	0,181354
8	32.040	31.344	696	0,021723
9	33.696	32.472	1.224	0,036325
10	34.704	34.440	264	0,007607
11	31.824	33.480	-1.656	0,05204
12	31.104	33.408	-2.304	0,07407
13	24.310	32.544	-8.234	0,33871
14	23.402	29.079	-5.677	0,24259
15	29.015	26.272	2.743	0,094537
16	28.865	25.576	3.289	0,113944
17	26.136	27.094	-958	0,03665
18	28.872	28.005	867	0,030029
19	29.520	27.958	1.562	0,052913
20	31.032	28.176	2.856	0,092034
21	29.232	29.808	-576	0,0197
22	39.744	29.928	9.816	0,246981
23	35.856	33.336	2.520	0,070281
24	35.208	34.944	264	0,007498
25	14.800	36.936	-22.136	1,49568
26	14.640	28.621	-13.981	0,95499
27	16.056	21.549	-5.493	0,34212
28	15.192	15.165	27	0,001777
29	13.320	15.296	-1.976	0,14835
30	12.816	14.856	-2.040	0,15918

31	13.824	13.776	48	0,003472
32	13.824	13.320	504	0,036458
33	19.080	13.488	5.592	0,293082
34	22.824	15.576	7.248	0,31756
35	20.528	18.576	1.952	0,09509
36	20.577	20.811	-234	0,01137
37	10.920	21.310	-10.390	0,95147
38	10.980	17.342	-6.362	0,57942
39	11.270	14.159	-2.889	0,25634
40	11.462	11.057	405	0,035334
41	15.680	11.237	4.443	0,283355
42	14.274	12.804	1.470	0,102984
43	15.480	13.805	1.675	0,108204
44	15.750	15.145	605	0,038413
45	10.875	15.168	-4.293	0,39476
46	11.135	14.035	-2.900	0,26044
47	12.868	12.587	281	0,021837
48	11.926	11.626	300	0,025155
49	14.850	11.976	2.874	0,193535
50	12.420	13.215	-795	0,06401
51	13.200	13.065	135	0,010227
52	11.880	13.490	-1.610	0,13552
53	11.880	12.500	-620	0,05219
54	9.450	12.320	-2.870	0,3037
55	11.848	11.070	778	0,065665
56	11.270	11.059	211	0,018722
57	10.875	10.856	19	0,001747
58	11.135	11.331	-196	0,0176
59	10.200	11.093	-893	0,08755
60	10.200	10.737	-537	0,05265
N	60	Total	-50078	10,34749
				0,172
				17,2 %

Nilai MAPE dapat dicari dengan menggunakan rumus pada persamaan 21.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - f_t}{x_t} \right|}{n} \times 100\% = \frac{10,34749}{60} \times 100\% = 0,172 = 17,2 \%$$

Hasil akurasi MAPE adalah 17,2 % dengan kemampuan peramalan baik

VI. Penutup

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan uji coba dan analisa terhadap tugas akhir ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode arima dapat digunakan untuk meramalkan volume produksi air tahun 2016.
2. Dari kedua model runtun waktu yang digunakan dalam melakukan peramalan volume produksi air pada PDAM Tirta Kepri tahun 2016 yakni ARIMA (1,2,2) dan ARIMA (2,1,1) yang mempunyai nilai estimasi ($\hat{\sigma}_a^2$) terkecil adalah ARIMA (1,2,2) yaitu sebesar 1,5 sehingga yang

digunakan dalam melakukan peramalan adalah ARIMA (1,2,2).

3. Hasil akurasi pengukuran peramalan MAPE =17,2% dengan kemampuan peramalan baik.

B. Saran

Dengan melihat hasil yang didapatkan, maka disarankan :

1. Perlu dilakukan peramalan lebih lanjut dengan memperbanyak jumlah record dataset karena pada data yang memiliki tingkat variasi tinggi akan memiliki reliabilitas yang baik.
2. Model ARIMA yang lain masih perlu diteliti untuk mendapatkan nilai *error* ramalan yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Badmus, M.A *et al.* 2011. "Forecasting Cultivated Areas and Production of Maize in Nigerian using ARIMA Model". ASIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES. Vol.3, No.3 : 171-176, 2011 ISSN: 2041-3890.
- Hutasuhut, Amira Herwindyani, dkk. 2014. "Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan Untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) Di CV. Asia". JURNAL TEKNIK POMITS. Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print).
- Nurina, Dwi Listya dan Irhamah. 2013. "Peramalan Volume Pemakaian Air Sektor Rumah Tangga di Kabupaten Gresik dengan Menggunakan Fungsi Transfer". JURNAL SAINS DAN SENI POMITS. Vol. 2, No.2, (2013) 2337-3520.
- Sutarti. 2009. "Penggunaan Metode Analisis Runtun Waktu dengan Bantuan MINITAB 11 For Window Untuk Forecasting Produksi Textil pada PT. PRIMATEXCO INDONESIA KABUPATEN BATANG". Tugas Akhir. Universitas Negeri Semarang. Semarang.