

Implementasi Metode *Vector Autoregressive* (Var) dalam Meramalkan Jumlah Penduduk (Studi Kasus : Kabupaten Gowa)

Nurwahyu Agustin

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Risnawati Ibtnas

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, risnawati.ibnas@uin-alauddin.ac.id

Nursalam

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

ABSTRAK, *Vector Autoregressive* (VAR) dalam peramalan jumlah penduduk. Kabupaten Gowa terbagi menjadi 2 wilayah yaitu dataran rendah dan dataran tinggi. Luas kabupaten Gowa adalah 1.883,33 km³, luas dataran tinggi sekitar 72,26 % dan dataran rendah 27,74% yang masing-masing meliputi 9 kecamatan. Berdasarkan data BPS Gowa tahun 2016 jumlah penduduk dataran tinggi yaitu 187.900 jiwa dan dataran rendah yaitu 577.613 jiwa. Metode *vector autoregressive* (VAR) ialah metode time series dari *Autoregressive* (AR) jika data univariat dan *Vector autoregressive* (VAR) jika data Multivariat. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui laju pertumbuhan penduduk dataran tinggi dan dataran rendah di kabupaten Gowa pada tahun 2022 dengan menggunakan metode *Vector Autoregressive* (VAR). Adapun data yang digunakan yaitu data jumlah penduduk kabupaten Gowa tahun 1998 sampai dengan tahun 2016. Hasil penelitian diperoleh model VAR(1) yang digunakan untuk memprediksi laju pertumbuhan penduduk dan dapat disimpulkan bahwa jumlah penduduk tahun 2022 di dataran dan di dataran rendah yaitu mengalami peningkatan setiap tahun.

Kata Kunci: *Vector Autoregressive* (VAR), Penduduk Gowa

1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk antara dataran rendah dan dataran tinggi di Kabupaten Gowa pada tahun 2016 di dataran Tinggi jumlah penduduk yaitu 187.900 jiwa sedangkan di dataran Rendah yaitu 547.613 jiwa (BPS Gowa). Terlihat bahwa selisih jumlah penduduk di dataran rendah dan dataran tinggi sangat besar yaitu berjumlah

359.713 jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran penduduk di Kabupaten Gowa tidak merata. Setiap tahun penduduk yang berada di daerah dataran rendah semakin meningkat padahal area untuk pemukiman semakin sempit.

Penyebaran penduduk tidak merata disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya ketersediaan lapangan kerja, tingkat kesuburan tanah, keadaan iklim dan lain sebagainya. Dan salah satu kebijakan dari pemerintah ialah misalnya menyiapkan lapangan kerja secara merata antara dataran rendah dan dataran tinggi. Kebijakan pemerintah dalam membangun sistem dan menyiapkan lapangan kerja tentunya berdampak pada kepadatan penduduk. Peramalan (*forecasting*) salah satu langkah untuk memperkirakan kejadian dimasa akan datang agar pemerintah khususnya di kabupaten Gowa dapat menanggulangi dampak tersebut. Peramalan (*forecasting*) diperlukan untuk memperkirakan kejadian di masa akan datang dengan menggunakan data-data masa lalu.

Dari berbagai penelitian dapat disimpulkan bahwa metode *vector autoregressive* (VAR) umumnya digunakan untuk peramalan model data time series. VAR digunakan untuk meramalkan model deret waktu yang memiliki lebih dari satu variabel (*Multivariate*). Model VAR pada umumnya untuk memodelkan dan meramalkan lebih dari satu variabel yang saling terkait dan mampu menganalisis data yang tidak perlu membedakan antara variabel endogen dan eksogen atau variabel bebas dan terikat. Sehingga akan dilakukan peramalan jumlah penduduk dengan mengimplementasikan metode *vector autoregressive* (VAR) untuk mengetahui laju jumlah penduduk antara dataran rendah dan dataran tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

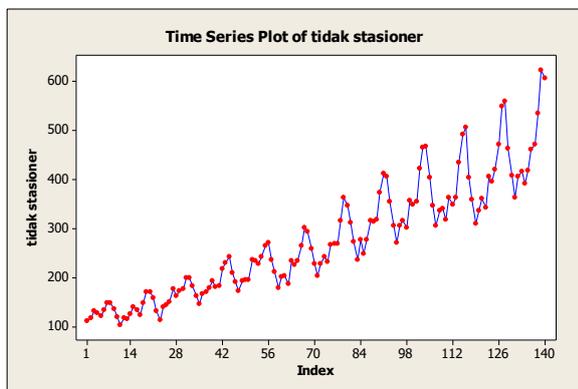
Vector Autoregressive (VAR)

Vector Autoregressive (VAR) digunakan dalam analisis Jika data dalam bentuk deret waktu. Model VAR adalah gabungan dari beberapa autoregressive atau bagian dari univariat autoregressive (AR) menjadi Multivariat time series yang memiliki lebih dari satu variabel dan semua variabelnya berbentuk symetri.

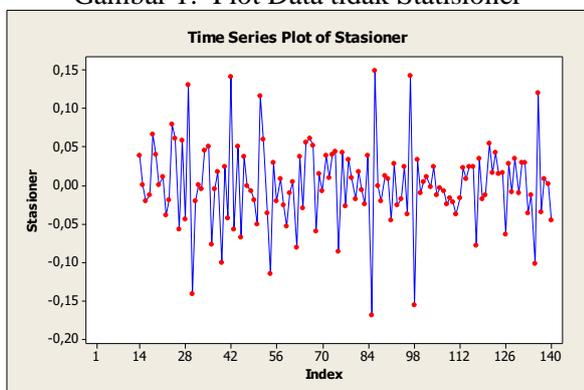
Dalam penggunaan Model VAR ada beberapa langkah-langkah yang dapat dilakukan yaitu Menentukan kestasioneran data, Menentukan nilai lag optimal *Vector Autoregressive* (VAR), Melakukan Uji Kausalitas Greger dan melakukan estimasi Parameter dan terakhir Verifikasi Model VAR.

Uji Stasioner

Stasioner berarti tidak terdapat perubahan yang signifikan pada data. Fluktuasi data berada disekitar nilai rata-rata yang konstan, homogen dari waktu ke waktu, dan varians dari fluktuasi tersebut pada dasarnya tetap konstan setiap waktu.



Gambar 1. Plot Data tidak Stasioner



Gambar 2. Plot Data Stasioner

gambar 1 ialah Diagram deret waktu belum stasioner dan gambar 2 Diagram deret waktu yang telah stasioner.

Selain itu, untuk mengetahui kestasioneran suatu data dilakukan dengan menggunakan uji akar-akar root dengan metode *Augmented Dickey fuller Test* (ADF Test) dengan hipotesis yang digunakan:

$$H_0: \text{Data belum stasioner}$$

$$H_1: \text{Data telah stasioner}$$

Pengambilan keputusan : Jika $p - \text{value} < \alpha$ maka H_0 ditolak (Data tidak terdapat akar-akar roots).

Uji Lag Optimal

Lag optimal diperlukan untuk mengetahui pengaruh dari setiap peubah terhadap peubah lainnya. Dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa kriteria seperti nilai *Akaike Information Criteria* (AIC), *Schwarz Information Criterion* (SIC) dan *Hannan-Quinn information criteria* (HQ) yang nilai kriterianya terkecil.

Uji Kausalitas Greger

Kausalitas adalah hubungan dua arah. Uji ini dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya hubungan timbal balik setiap variabel.

Melakukan Estimasi Parameter

Proses estimasi yaitu proses untuk menentukan koefisien model yang diamati. Model VAR (p) yang mempunyai sebanyak K variabel mempunyai bentuk persamaan. Misalkan $Y_t = (Y_{1t}, Y_{2t}, Y_{3t}, \dots, Y_{kt})$ untuk $k = 1, 2, \dots, k$

Diberikan 2 persamaan AR sebagai berikut:

$$Y_1 = \mu + \phi_1 Y_{1t-1} + \varepsilon_t \tag{2.19}$$

$$Y_2 = \mu + \phi_2 Y_{2t-1} + \varepsilon_t \tag{2.20}$$

Persamaan 2.19 dan 2.20 dibentuk ke dalam matriks

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ Y_{2t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix}$$

Sehingga Model VAR dengan lag P ialah :

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_P Y_{t-P} + \varepsilon_t \tag{2.21}$$

atau dapat dituliskan menjadi

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{2.22}$$

dengan

y_t = data yang diamati pada waktu t dengan ukuran $(k \times 1)$

Φ_i = Matriks Koefisien autoregresi ke- i berukuran $(k \times k)$ ($i = 1, \dots, p$)

ε_t = Vektor random sekuensial ke- t berukuran $(1 \times k)$ berdistribusi normal yang identic dengan mean nol dan matriks covariance C berukuran $(k \times 1)$.

μ = Vector Konstanta (*intercept*)

3. METODOLOGI

Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan yang dilakukan dengan menelaah sumber-sumber yang berkaitan seperti jurnal, buku dan yang berkaitan dengan penelitian. Penelitian ini dilakukan pada bulan juli-september 2018 di Kabupaten Gowa. Data yang digunakan merupakan data sekunder tahun 1998-2016 yang diperoleh langsung dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa.

Prosedur Analisis

Adapun prosedur pada penelitian ini yaitu: Mengumpulkan data jumlah penduduk kabupaten Gowa dari tahun 1998-2016. Mengelompokkan data. Menentukan variabel penelitian. Analisis data dengan *vector autoregressive* (VAR)

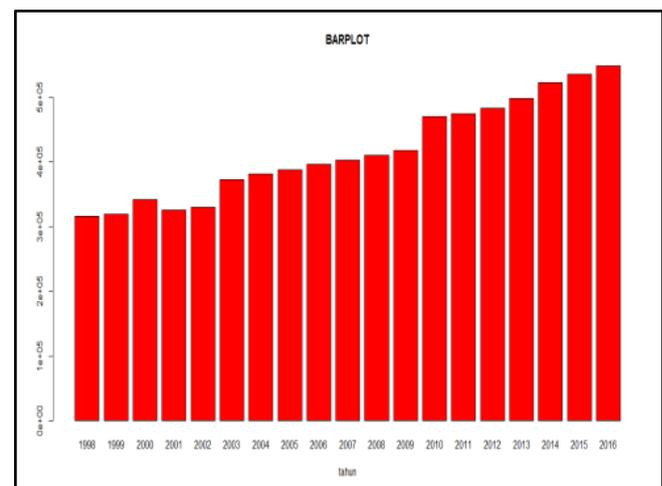
Langkah-langkah Menganalisis *Vektor Autoregresi* (VAR) yaitu

1. Melakukan Uji stasioner dengan melakukan uji akar-akar root dengan metode *Augmented Dickey Fuller Test* (ADF), jika P-value < 0.05 maka data dikatakan sudah stasioner.
2. Pengujian Lag Optimal yaitu untuk mengidentifikasi orde optimum dari model VAR (P) menggunakan *Akaike's Information Criterion* (AIC).
3. Uji Kausalitas Greger untuk memastikan adanya keterkaitan antara variabel yang satu dengan lainnya.
4. Estimasi *vector Autoregressive* (VAR) dengan menggunakan model VAR(1)
5. Peramalan dilakukan dengan menerapkan model hasil estimasi parameter *vector autoregressive* (VAR) yang diperoleh.

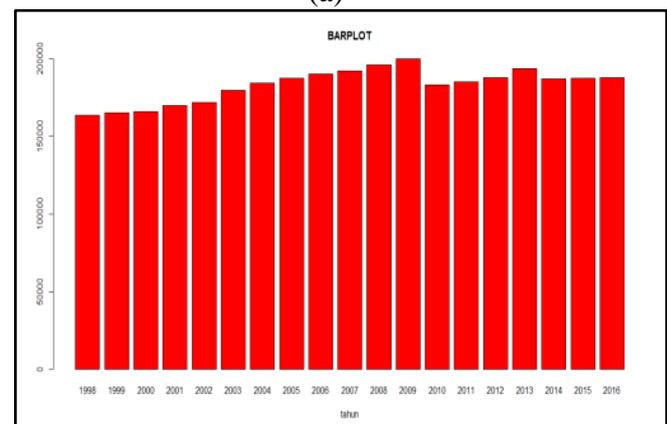
4. PEMBAHASAN

Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan merupakan data sekunder diperoleh dari badan pusat statistik (BPS) kabupaten Gowa yang merupakan data tahunan mulai dari tahun 1998-2016. Dengan membagi 2 wilayah yaitu jumlah penduduk dataran rendah dengan 9 kecamatan yaitu kecamatan Pattalassang, Somba Opu, Pallangga, Bontomarannu, Barombong, Bontonompo, Bontonompo Selatan, Bajeng, dan Bajeng Barat. Serta jumlah penduduk dataran tinggi dengan 9 kecamatan yaitu Tombolo Pao, Tinggimoncong, Parigi, Manuju, Bungaya, Bontolempangan, Tompobulu, Biringbulu, dan Parangloe yang selanjutnya akan digunakan sebagai variabel dalam penelitian ini.



(a)

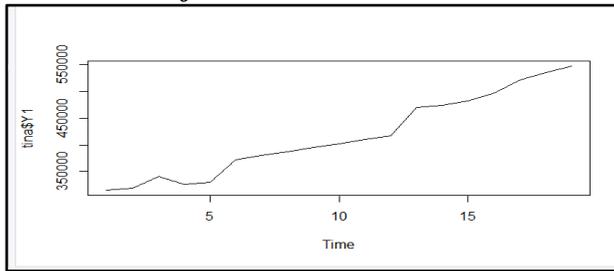


(b)

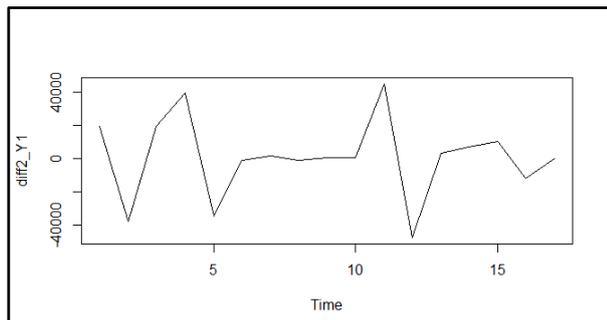
Gambar 3. Plot data jumlah penduduk kabupaten Gowa tahun 1998-2016 (a) dataran rendah (b) dataran tinggi.

Analisis Data

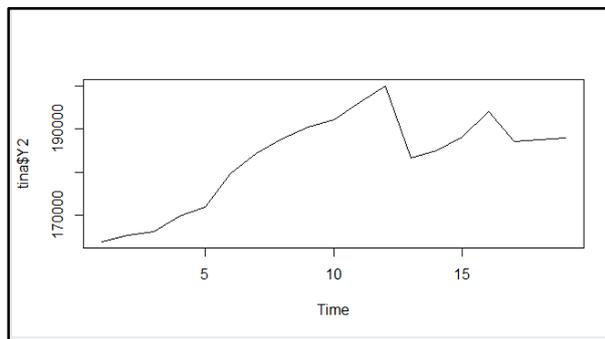
Melakukan Uji Stasioner



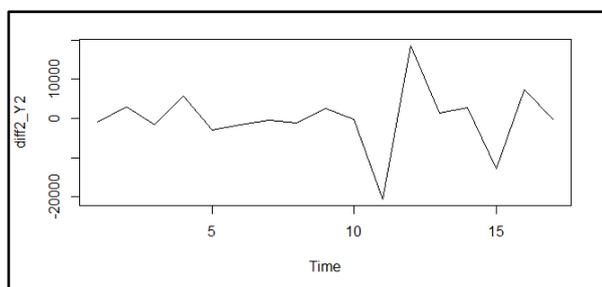
Gambar 4. Plot data penduduk dataran rendah selama 19 tahun



Gambar 5. Differencing kedua dataran rendah



Gambar 6. Plot data penduduk dataran tinggi selama 19 tahun



Gambar 7. Differencing kedua dataran tinggi

Grafik **gambar 4** dan Grafik **gambar 6** diatas belum stasioner dalam rata-rata dan pada uji akar-akar unit dengan metode ADF di peroleh nilai p-value berturut-turut 0,376 dan 0,8723

dapat disimpulkan bahwa data belum stasioner tersebut karena mengalami perubahan garis yang belum stasioner baik dalam rata-rata maupun varians. Sehingga akan dilakukan proses *differencing* untuk menstasionerkan data.

Setelah data dilakukan *differencing* sebanyak dua kali pada **gambar 5** dan pada **gambar 7** diperoleh nilai sudah berada di sekitar garis rata-rata konstan, dan diperoleh nilai ADF pada data berturut-turut yaitu 0,02989 dan 0,01 sudah memenuhi syarat dikatakan stasioner. Sehingga dapat dilakukan langkah analisis selanjutnya.

Pengujian Lag Optimal

Tabel 1 Hasil Analisis Lag Optimal

Lag	AIC	HQ	SC
1	-2,08E+07	-2,08E+07	-2,03E+07
2	-2,08E+07	-2,08E+07	-1,98E+07
3	-2,03E+07	-2,03E+07	-1,89E+07
4	-2,04E+07	-2,04E+07	-1,85E+07

Pada tabel 1 diperoleh nilai AIC,HQ, dan SC paling minimum ada pada lag 1 dengan nilai masing-masing yaitu -2.082205, -2.082809, dan -2.025561. Sehingga untuk analisis selanjutnya menggunakan lag pertama atau model VAR(1).

Uji Kausalitas Greger

Uji kausalitas dilakukan untuk mengetahui bahwa antar variabel memiliki hubungan timbal balik atau tidak. Penarikan kesimpulan berdasarkan hipotesis yaitu jika nilai probablitas besar dari 0,05 maka terima H_0 . Atau tidak terdapat hubungan kausalitas antara dua variabel bebas tersebut. Berikut nilai probabilitas menggunakan software R diperoleh,

```

SGranger

      Granger causality H0: Y1 Y2 do not Granger-cause TAHUN
data: VAR object varTd2
F-Test = 0.97857, df1 = 2, df2 = 42, p-value = 0.3843

Instant

      H0: No instantaneous causality between: Y1 Y2 and TAHUN
data: VAR object varTd2
Chi-squared = 0.30094, df = 2, p-value = 0.8603
    
```

Bersarkan output hasil analisis uji kausalitas Granger diperoleh nilai p-value = $0.3843 > \alpha = 0.05$ sehingga dapat tarik kesimpulan menolak H_0 atau bahwa variabel Y_1, Y_2 tidak ada memberikan pengaruh antar variabel.

Estimasi parameter

Pada tahap kedua diperoleh model panjang lag optimal yaitu 1 dari dengan variabel selanjutnya untuk pengestimasi parameter untuk model VAR digunakan model VAR(1) berikut:

$$Y_1 = \mu + \phi_1 Y_{1t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$Y_2 = \mu + \phi_2 Y_{2t-1} + \varepsilon_{2t}$$

Berdasarkan analisis data menggunakan software R diperoleh hasil estimasi parameter model VAR berikut:

Tabel 2. Nilai Koefisien Setiap Parameter

No	Parameter	Koefisien
1	μ_{10}	-0.84
2	ϕ_{11}	0.9
3	ϕ_{12}	0.6
4	μ_{20}	4.22
5	ϕ_{21}	0.006
6	ϕ_{22}	0.7

Sehingga estimasi parameter untuk model VAR(1) untuk lag ke-1 ialah sebagai berikut

$$Y_1 = -0.84 + 0.9 Y_{1t-1}$$

$$Y_2 = 4.22 + 0.006 Y_{2t-1}$$

Jika dibentuk ke dalam Matriks

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.84 \\ 4.22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_1 & \mu_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.9 & 0.6 \\ 0.006 & 0.7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1t-1} \\ Y_{2t-1} \end{bmatrix}$$

Pada tahap analisis diperoleh nilai p-value pada variabel pertama yaitu 0,9623779 dan variabel kedua diperoleh 0,9264394 keduanya signifikan pada alpa 5%. Semua nilai p-value lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 atau model dapat digunakan.

Peramalan

Jumlah penduduk dataran Rendah (Y_1)

Tabel 3 Hasil Ramalan tahun dataran rendah 2017-2022

Tahun	Y1
2017	561.343
2018	575.426
2019	589.668
2020	604.016
2021	618.440
2022	632.922

Hasil pada tabel 3 ramalan jumlah penduduk di dataran rendah dari tahun 2017 sampai tahun 2022 dapat di tarik kesimpulan bahwa jumlah penduduk mengalami penambahan jumlah yang tidak terlalu banyak setiap tahunnya.

Jumlah penduduk dataran Tinggi (Y_2)

Tabel 4 Hasil Ramalan dataran tinggi tahun 2017-2022

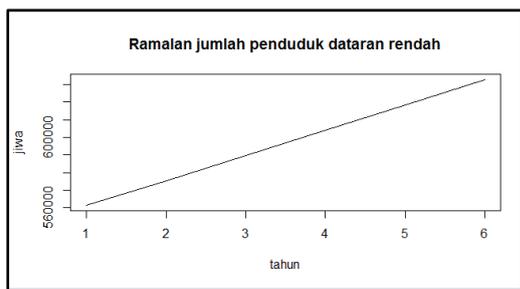
Tahun	Y2
2017	189.065
2018	190.052
2019	190.902
2020	191.652
2021	192.325
2022	192.943

Hasil ramalan pada tabel 4 ramalan jumlah penduduk di dataran tinggi dari tahun 2017 sampai tahun 2022 dapat di tarik kesimpulan bahwa jumlah penduduk mengalami penambahan jumlah yang tidak terlalu banyak setiap tahunnya.

Laju pertumbuhan penduduk

a. Dataran rendah (Y_1)

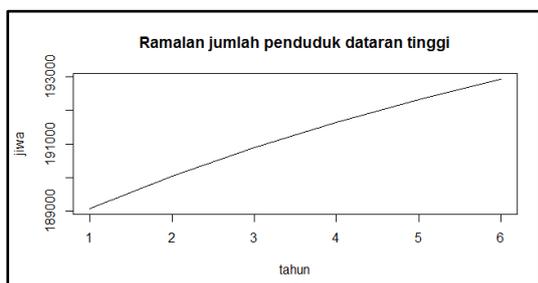
Berdasarkan tabel 4 di peroleh plot laju pertumbuhan penduduk dataran rendah berikut:



Gambar 8 Plot ramalan jumlah penduduk dataran rendah (Y_1)

b. Dataran tinggi (Y_2)

Berdasarkan tabel 4.5 di peroleh plot laju pertumbuhan penduduk dataran tinggi berikut:



Gambar 9 Plot ramalan jumlah penduduk dataran tinggi (Y_2)

Gambar 8 merupakan hasil plot ramalan jumlah penduduk dataran rendah dan **gambar 9** merupakan hasil plot ramalan jumlah penduduk dataran tinggi, yang menjelaskan bahwa laju jumlah pertumbuhan penduduk bertambah setiap tahunnya.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini diperoleh jumlah penduduk dengan menggunakan metode *Vector Autoregressive* (VAR) di dataran Tinggi di kabupaten Gowa pada tahun 2022 dataran rendah di kabupaten Gowa pada tahun 2022 mengalami peningkatan setiap tahun.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, Badan Pusat Statistik. Gowa dalam Angka, Gowa in figure 2017 Gowa: Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. 2016.
- [2] Aswi & Sukarna. *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Andira Publisher. Makassar : 2006.

- [3] Desviana, Ari pani dan Maryam Julliana. *Pemodelan Pencemaran Udara Menggunakan Metode Vektor Autoregressive (VAR) di Provinsi Riau*. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, Vol.13, No.2, Juni 2016.
- [4] Ingabire, Joselyne dan Joseph K, *Measuring the performance of autoregressive integrated moving average and vector autoregressive models in forecasting inflation rate in Rwanda*. International journal of mathematics and physical science Researc vol.4 issue 1 2016.
- [5] Maruddani Di Asih dan Diah Safitri. *Vector Autoregressive (VAR) untuk peramalan harha saham PT. Indofood sukses makmur di Indonesia TBK*. Jurnal Matematika Vol.11, No.1 april 2018 (Jurusan Matematika FMIPA Universitas Diponegoro).
- [6] Sumihi, Destic, John Kekenusa dan Nelson Naiggolan. *Prediksi tinggi gelombang laut diperairan Laut Sulawesi Utara dengan menggunakan model Vector Autoregressive (VAR) JdC*, Vol.6, No.2 september 2017.
- [7] Sumihi, Destic, John Kekenusa dan Nelson Naiggolan. *Prediksi tinggi gelombang laut diperairan Laut Sulawesi Utara dengan menggunakan model Vector Autoregressive (VAR) JdC*, Vol.6, No.2 september 2017.
- [8] Windasari, Wahyuni. *Pendekatan analisis vector autoregression (VAR) dalam hubungan harga saham sektor infrastuktur dan manufaktur*. Jurnal AdMathEdu. Vol.9 No.1 juni 2018.