FORECASTING KETERSEDIAAN AIR DI PDAM LAMONGAN SEBAGAI AKIBAT PERUBAHAN IKLIM DENGAN MENGGUNAKAN METODE VAR (*VECTOR AUTOREGRESSIVE*) DAN VECM (*VECTOR ERROR CORRECTION MODEL*)

SKRIPSI

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh :

UMMI MA'RIFAH

NIM: H72215026

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ummi Ma'rifah

NIM : H72215026

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi yang berjudul "*Forecasting* Ketersediaan Air Di PDAM Lamongan Sebagai Akibat Perubahan Iklim". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 1 Agustus 2019

Yang menyatakan,

(Ummi Ma'rifah)

NIM: H72215026

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : Ummi Ma'rifah

NIM : II72215026

JUDUL : *Forecasting* Ketersediaan Air Di PDAM Lamongan Sebagai Akibat Perubahan Iklim

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 18 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1

(Dr. Moh. Hafivusholeh, M.Si)

NIP. 198002042014031001

Dosen Pembimbing 2

(Yuniar Farida, M.T)

NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

NAMA : Ummi Ma'rifah

NIM : H72215026

JUDUL : *Forecasting* Ketersediaan Air Di PDAM Lamongan Sebagai Akibat Perubahan Iklim

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi

Pada hari Senin Tanggal 29 Juli 2019

Penguji I

(Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si)

NIP. 198002042014031001

Penguji II

(Yuniar Farida, M.T)

NIP. 197905272014032002

Penguji III

(Aris Fanani, M.Kom)

NIP. 198701272014031002

Penguji VI

(Wika Dianita Utami, M.Sc)

NIP. 199206102018012003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Eni Purwati, M.Ag

NIP.196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ummi Ma'rifah
NIM : H72215026
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
E-mail address : Ummimarifah.ums@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
Forecasting Ketersediaan Air Di PDAM Lamongan Sebagai Akibat Perubahan Iklim

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 1 Agustus 2019

Penulis

(Ummi Ma'rifah)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

FORECASTING KETERSEDIAAN AIR DI PDAM LAMONGAN SEBAGAI AKIBAT PERUBAHAN IKLIM DENGAN MENGGUNAKAN METODE VAR (*VECTOR AUTOREGRESSIVE*) DAN VECM (*VECTOR ERROR CORRECTION MODEL*)

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Lamongan merupakan satu-satunya instansi pemerintah Kabupaten Lamongan yang bergerak dalam penyediaan air untuk kebutuhan masyarakat. Sumber air yang diperoleh dari sungai maupun mata air masih belum diperoleh pengelolaan secara baik dan terpadu menjadikan kapasitas produksi air bersih masih belum mampu untuk mencukupkan kebutuhan masyarakat ditambah lagi dengan adanya tingkat kehilangan air yang begitu tinggi karena adanya kebocoran yang berakibat pada berkurangnya pengelolaan akan air bersih dan juga pendistribusian terhadap masyarakat Sehingga perlu adanya keseimbangan antara persediaan volume produksi air dengan kebutuhan air pada masyarakat. Salah satu cara yang bisa dilakukan bagi pihak PDAM Kabupaten Lamongan yaitu dengan cara memprediksi akan kebutuhan masyarakat terkait persedian air bersih di tahun-tahun yang akan datang, sehingga PDAM Kabupaten Lamongan mampu untuk mempersiapkan persediaan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kabupaten Lamongan akan kebutuhan air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan pemodelan yang akan digunakan untuk prediksi pada hal yang mempengaruhi akan ketersediaan air antara lain produksi air, pemakaian air dan kehilangan air dengan *Vector Autoregressive* (VAR) namun karena adanya hubungan kointegrasi antar variabel maka digunakan model *Vector Error Correction Model* (VECM). Berdasarkan model diperoleh hasil nilai MAPE untuk variabel kehilangan sebesar 9.301421 atau 9,3%, pada variabel penggunaan diperoleh hasil nilai sebesar 12.32308 atau 12,3% dan pada variabel produksi diperoleh hasil nilai sebesar 10.80978 atau 10,8%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang telah didaapatkan memiliki kinerja yang bagus karena hasil yang diperoleh masih berada diantara kisaran 10% sampai dengan 20%.

Kata kunci: Prediksi, PDAM Kabupaten Lamongan, *Vector Autoregressive*, *Vector Error Correction Model*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

FORECASTING WATER AVAILABILITY IN PDAM LAMONGAN AS DUE TO CLIMATE CHANGE USING VAR (VECTOR AUTOREGRESSIVE) AND VECM (VECTOR ERROR CORRECTION MODEL) METHODS

Regional Water Supply Company (PDAM) Lamongan Regency is the only Lamongan Regency government agency that is engaged in providing water for community needs. Water sources obtained from rivers and springs are still not well managed and integrated so that the clean water production capacity is still unable to meet the community's needs, coupled with the high level of water loss due to leakage resulting in reduced management of clean water and also the distribution of the community. It is necessary to have a balance between the supply of water production volume and the water needs of the community. One way that can be done for the PDAM Lamongan Regency is by predicting the needs of the community related to clean water supply in the years to come, so that the PDAM Lamongan Regency is able to prepare sufficient water supplies to meet the needs of the people of Lamongan Regency for water needs clean. This study aims to determine the modeling that will be used to predict the things that affect the availability of water, including water production, water use and water loss with Vector Autoregressive (VAR), but because of the cointegration relationship between variables, the Vector Error Correction Model (VECM) model is used.) Based on the model, the MAPE value for the loss variable is 9.301421 or 9.3%, in the use variable the value of the results is 12.32308 or 12.3% and the production variable is 10.80978 or 10.8%. So that it can be concluded that the model that has been obtained has a good performance because the results obtained are still in the range of 10% to 20%.

Keywords: Prediction, PDAM Lamongan Regency, Vector Autoregressive, Vector Error Correction Model

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING iii
LEMBAR PENGESAHAN iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH v
HALAMAN MOTTO vi
PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK x
ABSTRACT xi
DAFTAR ISI xii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR GAMBAR xvii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 8
C. Tujuan Penelitian 9
D. Batasan Masalah 9
E. Manfaat Penelitian 10
BAB II KAJIAN PUSTAKA 11
A. Ketersediaan Air 11
B. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Lamongan 12
C. Prediksi 14
D. *Vector Autoregressive* (VAR) 16
E. Uji Stasioneritas 21

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

F. Menentukan Panjang Lag Optimal 23
G. Uji Kointegrasi 25
H. *Vector Error Correction Model* 30
I. Uji Kausalitas Granger 33
J. Estimasi dan Evaluasi Akurasi Model VAR/VECM 35
K. *Impulse Respons Function* 36
L. *Variance Decomposition* 38
M. Integrasi Penelitian dalam Al-Qur'an 40
BAB III METODE PENELITIAN 42
A. Jenis Penelitian 42
B. Sumber Data 42
C. Data Penelitian 43
D. Tahapan Penelitian 44
E. Diagram Alir Penelitian 45
BAB IV PEMBAHASAN 47
A. Statistik Deskriptif Data 47
B. Uji Stasioneritas 50
C. Uji Penentuan Panjang Lag Optimal 55
D. Uji Kointegrasi 59
E. Estimasi dan Evaluasi Akurasi Model VECM 61
F. Uji Stabilitas VECM 67
G. Uji Kausalitas Granger 69
H. Impulse Respons Function 71
I. *Variance Decomposition* 76
J. Prediksi 81

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V PENUTUP 82

A. Simpulan 83

B. Saran 83

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kriteria Nilai Pada MAPE 38

Tabel 4.1 Hasil Statistik Deskriptif Data 51

Tabel 4.2 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Kehilangan Tingkat Level 53

Tabel 4.3 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Kehilangan dengan *First Difference* ..54

Tabel 4.4 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Penggunaan Tingkat Level.....54

Tabel 4.5 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Penggunaan dengan *First Difference* .55

Tabel 4.6 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Produksi Tingkat Level 56

Tabel 4.7 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Produksi dengan *First Difference* 57

Tabel 4.8 Hasil Uji Penentuan Variabel Deppenden 58

Tabel 4.9 Hasil Uji Penentuan Panjang Lag Optimal 60

Tabel 4.10 Hasil Uji Kausalitas Granger 61

Tabel 4.11 Hasil Uji Kointegrasi 64

Tabel 4.12 Hasil Estimasi Model VECM 68

Tabel 4.13 Hasil Estimasi VECM Variabel Kehilangan Pada Jangka Pendek 69

Tabel 4.14 Hasil Estimasi VECM Variabel Penggunaan Pada Jangka Pendek 70

Tabel 4.15 Hasil Estimasi VECM Variabel Produksi Pada Jangka Pendek 70

Tabel 4.16 Hasil Estimasi VECM Jangka Panjang 71

Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Akurasi Model 72

Tabel 4.18 Hasil Uji Stabilitas VECM 73

Tabel 4.19 Hasil Analisis IRF Variabel Kehilangan 76

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.20 Hasil Analisis IRF Variabel Penggunaan 77

Tabel 4.21 Hasil Analisis IRF Variabel Produksi 78

Tabel 4.22 Hasil Analisis VDC Variabel Kehilangan 81

Tabel 4.22 Hasil Analisis VDC Variabel Penggunaan 82

Tabel 4.23 Hasil Analisis VDC Variabel Produksi.....83

Tabel 4.24 Hasil Prediksi 84

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Penelitian.....48

Gambar 4.1 Hasil *Scatter Plot* Data Produksi Air 49

Gambar 4.2 Hasil *Scatter Plot* Data Penggunaan Air 50

Gambar 4.3 Hasil *Scatter Plot* Data Kehilangan Air 50

Gambar 4.4 Grafik Analisis IRF (*Impuls Response Function)* 75

Gambar 4.4 Grafik Analisis VDC (*Variance Decomposition)* 80

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air adalah salah satu nikmat terbesar yang dianugerahkan Allah kepada semua manusia yang berada di bumi. Dengan adanya air, Allah SWT menghidupkan manusia. Air digunakan sebagai kebutuhan dasar yang tidak mampu dilepaskan dari kehidupan makhluk yang hidup. Sumber daya alam yang terpenting untuk menunjang kehidupan manusia yang berada di bumi adalah air. Seluruh manusia menggunakan air untuk berbagai macam hal untuk menunjang kebutuhannya seperti mandi, minum, mencuci dan masih banyak tujuan yang lain. Tanpa adanya air, makhluk hidup yang berada di muka bumi ini tidak mungkin mampu bertahan hidup. Air adalah sumber daya yang vital dalam menunjang sektor pembangunan ekonomi suatu daerah seperti sektor pertanian, industri, perdagangan, dan masih banyak yang lainnya.

Namun demikian, air tidak mampu terdistribusi secara merata akibat dari pengaruh beberapa faktor antara lain iklim dan kondisi wilayah itu sendiri dimana setiap waktu berbeda-beda. Ada banyak daerah yang memiliki potensi air yang cukup banyak, akan tetapi juga tidak jarang dijumpai daerah-daerah yang memiliki potensi air yang sedikit. Bahkan ada juga pada saat kurun waktu yang tertentu mengalami kekukarangan air.

Pertumbuhan penduduk yang makin meningkat juga akan memicu munculnya aktivitas-aktivitas baru yang dapat mempengaruhi pola penggunaan air yang telah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tersedia, dimana akan menimbulkan beberapa dampak negatif terhadap ketersediaan air bahkan dapat pula menimbulkan bencana lingkungan apabila daya dukung lingkungan terhadap air telah terlampaui. Alih fungsi lahan dan pembangunan-pembangunan yang merupakan konsekuensi dari pertumbuhan penduduk akan mampu mengurangi kemampuan alam untuk menampung air hujan dalam kurun waktu yang lama sebagai cadangan air. Jumlah air yang seharusnya menyerap ke dalam tanah (*infiltrasi)* terhalang oleh beton dan aspal sehingga tidak mampu mengalir ke dalam pori-pori tanah untuk mengisi cekungan di dalam tanah dan bebatuan sebagai air tanah. Demikian pula dengan sungai, waduk dan tanah yang semakin dangkal mengakibatkan kapasitas tampung air menurun, sehingga air larian *(run off)* tidak hanya melintasi pola aliran alaminya saja, akan tetapi juga mengalir ke luar badan air yang menimbulkan genangan atau banjir.

Dilihat dari karakteristik lahan yang berada di Lamongan dibedakan menjadi 3 karakterisik yaitu bagian Lamongan selatan tengah terdiri dari dataran rendah yang sedikit relatif subur yang terdiri dari Kecamatan Babat, Kedungpring, pucuk, Sukodadi, Deket, Lamongan, Sugio, Tikung, Sarirejo, Maduran, dan Kembangbahu. Bagian Lamongan utara dan selatan yang terdiri dari pegunungan berkapur dan berbatu dengan tingkat kesuburan yang relatif sedang terdiri dari Kecamatan Sambeng, Mantup, Bluluk, Ngimbang, Modo, Sukorame, Paciran, Brondong dan Solokuro. Bagian Lamongan utara tengah terdiri dari daerah Bonorowo (daerah yang rawan akan terjadinya banjir) terdiri dari Kecamatan Laren, Sekaran, Kali Tengah, Turi, Karanggeneng, Glagah, dan. Karangbinangun.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dengan adanya perbedaan lahan tersebut tentunya begitu tidak menguntungkan untuk pihak yang menyediakan air bersih. Ketika musim penghujan berlangsung bagian wilayah tertentu akan mulai mengalami banjir, namun di pihak yang lain ketika musim kemarau berlangsung begitu sulit untuk bisa memperoleh air bersih.

Selain itu, jarak yang ditempuh antara sumber air bersih terhadap wilayah pelayanan yang relatif beegitu jauh mengakibatkan sumber air yang diperoleh dari sungai maupun mata air masih belum diperoleh pengelolaan secara baik dan terpadu menjadikan kapasitas produksi air bersih masih belum mampu untuk mencukupkan kebutuhan masyarakat ditambah lagi dengan adanya tingkat kehilangan air yang begitu tinggi karena adanya kebocoran yang berakibat pada berkurangnya pengelolaan akan air bersih dan juga pendistribusian terhadap masyarakat Sehingga perlu adanya keseimbangan antara persediaan volume produksi air dengan kebutuhan air pada masyarakat (Noviyanti & Setiawan, 2014).

Jika kadar air yang telah diproduksi dan didistribusikan lebih besar dari pada permintaan, maka hal itu menunjukkan bahwa terdapat pemborosan akan air atau inefisiensi produksi yang berasal dari sudut pandang perusahaan. Namun jika jumlah kadar air yang telah diproduksi dan didistribusikan lebih sedikit atau bahkan tidak memenuhi akan kebutuhan masyarakat yang berakibat terjadi kekurangan air oleh sisi masyarakat atau terdaat produktivitas yang rendah oleh sisi perusahaan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sebagai daerah yang subur dan kondisi alam yang baik seharusnya Kabupaten Lamongan tidak akan kekurangan air. Namun karena adanya pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat dan semakin majunya masyarakat menyebabkan kebutuhan air semakin meningkat pula yang berdampak pada semakin menurunnya kondisi air tanah di wilayah Lamongan. Kekurangan suplai air bersih merupakan suatu masalah rutin yang sering dihadapi banyak daerah di Indonesia termasuk di Kabupaten Lamongan. Pada musim kemarau masyarakat banyak sekali yang kesulitan akan pemenuhan kebutuhan airnya.

Anomali iklim juga merupakan salah satu dampak yang paling dirasakan akibat adanya perubahan iklim. Fenomena tersebut menyababkan musim hujan berlangsung lebih singkat dengan intensitas yang meningkat dan sebaliknya musim kemarau yang berlangsung lebih lama dibandingkan dengan kondisi biasanya. Badan air sudah tidak dapat menampung air hujan lagi yang telah turun dengan intensitas yang sangat tinggi sehingga air mampu dengan cepat mengalir kelaut dan musim kemarau yang relatif lebih panjang mengakibatkan kekeringan.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Lamongan merupakan satu-satunya instansi pemerintah Kabupaten Lamongan yang menangani penyediaan air bersih dan juga merupakan perusahaan yang bergerak dalam penyediaan air untuk kebutuhan masyarakat. Pemerintah memberikan kewenangan kepada PDAM sebagai BUMN (Badan Usaha Milik Negara) sebagai pengelola pelayanan air bersih kepada masyarakat berdasarkan UU Nomor 9 Tahun 2015 mengenai pengelolaan sumber air sebagai suatu kesatuan usaha milik

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pemerintah Daerah yang memberi jasa pelayanan maupun penyelenggara kemanfaatan umum pada air minum (Hamidah, 2015).

Berdasarkan pengalaman atau hasil observasi peneliti pada saat melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di ketahui bahwa ketersediaan dan kualitas pada air bersih saat ini talah menjadi suatu permasalahan utama yang dihadapi oleh Perusahaan Daerah Air Minum seperti yang ada di Kabupaten Lamongan dan juga Pemerintah Daerah yang berada di Indonesia. Salah satu penyebab paling utama dari masalah tersebut yaitu adanya suatu perubahan yang begitu cepat terhadap tata guna pada lahan yang mengakibatkan penurunan aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah tersebut *(infiltrasi)* maupun peningkatan air aliran pada permukaan bagian yang diperoleh dari curah hujan yang telah mengalir pada tanah yang menuju ke sungai, danau maupun lautan *(run off)*. Kondisi tersebut diperparah lagi dengan adanya perubahan iklim yang diperkirakan mampu mengubah durasi dan intensitas pada pola curah hujan. Kurangnya debit air akan menjadi potensi terhadap pemenuhan kebutuhan air yang sulit seperti air minum untuk dikonsumsi masyarakat di Kabupaten Lamongan. Jika tiada usaha untuk melindungi maupun memperbaiki sumber air, debit air akan menurun dan diyakini akan terus berlangsung lama hingga kondis kritis akan tiba, yang pada akhirnya tidak akan ada lagi sumber air yang mampu digunakan lagi.

Dari beberapa uraian diatas maka perlu ada suatu sistem yang mampu untuk memprediksi kebutuhan akan air bersih dalam beberapa periode untuk meminimalisir kurangnya pemerataan pendistribusian air. Salah satu cara yang bisa dilakukan bagi pihak PDAM Kabupaten Lamongan yaitu dengan cara

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

memprediksi akan kebutuhan masyarakat terkait persedian air bersih di tahun-tahun yang akan datang, sehingga PDAM Kabupaten Lamongan mampu untuk mempersiapkan persediaan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kabupaten Lamongan akan kebutuhan air bersih.

Prediksi kebutuhan akan air bersih juga mampu dimanfaatkan perusahaan agar mampu mengalokasikan pendistribusian air bersih ke pelanggan sehingga tidak akan mengalami kekurangan maupun pemborosan air bersih. Hasil prediksi juga mampu menekan tingkat kerugian air bersih dan juga biaya oleh perusahaan itu sendiri.

Metode yang dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan air beberpa periode salah satunya yaitu menggunakan metode *Vector Autoregressive* atau biasa disebut dengan VAR. Metode VAR mempunyai beberapa keunggulan antara lain tidak perlu adanya penentuan variabel eksogen maupun variabel endogen karena setiap variabel-variabel yang ada pada VAR merupakan variabel endogen (Ekananda, 2016).

Selain itu metode VAR memiliki estimasi yang sederhana dengan menggunakan *OLS (Ordinary Least Square)* yang mampu untuk membuat model yang pisah guna pada setiap variabel endogen. Hasil prediksi untuk banyak kasus yang didapatkan menggunakan model ini lebih baik jika dibandingkan terhadap penggunaan model-model persamaan yang terdiri dari dua persamaan atau lebih yang diestimasi baik variabel yang bersifat endogen, eksogen maupun gabungan dari keduanya yakni model simultan yang komplek (Ekananda, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait prediksi atau peramalan menggunakan metode VAR yang telah ada sebelumnya yaitu penelitian yang telah dilakukan oleh Faradhilla dkk (2018) mengenai Model VAR dalam Meramal Produksi Kelapa Sawit PTPN XIII didapatkan hasil jumlah nilai MAPE pada semua model VAR *(p)* memiliki nilai sebesar 12% sampai 16% yang artinya bahwa hasil peramalan model yang dilakukan adalah baik (Faradhila, Kusanandar, & Debataraja, 2018).

Berasarkan Ari (2014) mengenai penerapan model VAR untuk meramalkan curah hujan yang ada di Kota Pekanbaru di dapatkan hasil nilai R^2 sebesar 0,577 seehingga menjadi 57,7% yang artinya 57,7% model yang telah dibentuk sesuai untuk hasil peramalan curah hujan di Kota Pekanbaru (Pani & Ratnawati, 2014).

Berdasarkan Tjok (2018) mengenai metode VAR dalam peramalan jumlah wisata mancanegara ke Bali didapatkan hasil nilai MAPE untuk jumlah kunjungan wisatawan Cina sebesar 15,9%, jumlah kunjungan wisatawan Australia sebesar 6,8% dan jumlah kunjungan wisatawan Jepang sebesar 9% yang artinya hasil peramalan model baik (Ranangga, Sumarjaya, & Srinadi, 2018).

Berdasarkan Priska (2016) mengenai Metode VAR dalam peramalan laju pada inflasi, suku bunga di Indonesia dan indeks harga saham gabungan didapatkan hasil nilai MAPE sebesar 47,11% yang artinya berdasarkan nilai MAPE tersebut menghasilkan kemampuan peramalan yang cukup baik (Hardani, Hoyyi, & Sudarno, 2016). Indra dkk (2015) mengenai Metode VAR dalam memproyeksikan data PDB (Produk Domestik Bruto) dan FDI (*Foreign Direct*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Investment) didapatkan hasil R^2 sebesar 64% untuk GDP dan 48% untuk FDI (Satria, Yasin, & Suparti, 2015).

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah dipaparkan, penulis melakukan suatu penelitian tentang prediksi ketersediaan air baku akibat perubahan iklim di Kabupaten Lamongan dengan judul "*FORECASTING* KETERSEDIAAN AIR DI PDAM LAMONGAN SEBAGAI AKIBAT PERUBAHAN IKLIM DENGAN MENGGUNAKAN METODE VAR (*VECTOR AUTOREGRESSIVE*) DAN VECM (*VECTOR ERROR CORRECTION MODEL*)"

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada di sub bab A, sehingga pokok masalah yang nantinya akan dikaji pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana model prediksi ketersediaan air baku akibat pengaruh perubahan iklim di PDAM Kabupaten Lamongan menggunakan *Vector Autoregressive* dan *Vector Error Correction Model*?
2. Bagaimana analisis kecocokan model hasil prediksi ketersediaan air baku akibat pengaruh perubahan iklim di PDAM Kabupaten Lamongan *Vector Autoregressive* dan *Vector Error Correction Model*?
3. Bagaimana hasil prediksi ketersediaan air baku akibat pengaruh perubahan iklim di PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Kabupaten Lamongan?

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah yang ada di sub bab B, maka tujuan penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Agar mengetahui model prediksi ketersediaan air baku akibat pengaruh perubahan iklim di PDAM Kabupaten Lamongan menggunakan *Vector Autoregressive* dan *Vector Error Correction Model*.
2. Untuk mengetahui analisis kecocokan model hasil prediksi ketersediaan air baku akibat pengaruh perubahan iklim di PDAM Kabupaten Lamongan.
3. Untuk mengetahui hasil prediksi ketersediaan air baku akibat pengaruh perubahan iklim di PDAM Kabupaten Lamongan.

D. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada pembahasan dengan batasan masalah bahwa data yang digunakan meliputi data produksi air, data pemakaian air dan data kehilangan air pada tahun 2011-2018 di PDAM Kabupaten Lamongan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah

1. Untuk penulis, agar mampu meningkatkan pengetahuan di bidang matematika terapan khususnya pada materi pemodelan dan simulasi untuk prediksi ketersediaan air baku akibat pengaruh perubahan iklim di PDAM Kabupaten Lamongan.
2. Untuk perusahaan PDAM kabupaten Lamongan, akan dijadikan untuk suatu referensi dan menjadi sumbangan pikiran juga bahan untuk pertimbangan dalam penyediaan air.
3. Untuk pihak lain, hasil penelitian diharapkan bisa memberikan informasi juga menambah pengetahuan maupun wawasan bagi para pembaca dan sebagai bahan masukan jika mengadakan suatu penelitian dengan permasalahan yang sama.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Ketersediaan Air

Air bersih merupakan suatu kebutuhan pokok yang sangat diperlukan bagi masyarakat. Air menjadi kebutuhan yang sangat penting untuk kehidupan sehari-hari seperti pariwisata, irigasi, air minum, industri, kehutanan, pertanian dan lain sebagainya. Permasalahan yang sering terjadi ialah penurunan kualitas air yang disebabkan karena adanya limbah, baik itu limbah industri maupun limbah domestik. Dampak dari hal tersebut ialah semakin terbatasnya ketersediaan dari adanya air bersih. Dengan demikian pada saat ini dunia telah berada pada suau kondisi yang krisis akan air bersih. Air bersih menjadi hal yang sangat penting bagi semua orang disetiap wilayah. Sehingga kebutuhan akan air bersih harus terpenuhi. Apabila dilihat dari sisi infrastruktur dari suatu wilayah, ketersediaan akan air bersih menjadi komponen pokok yang harus selalu diperhatikan. Khususnya di daerah perkotaan yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Keberhasilan suatu Kota dalam melakukan penanganan permasalahan lingkungan dapat dilihat dari pencapaian Kota tersebut terhadap akses akan air bersih. Salah satu dimensi yang sangat penting untuk menangani permasalahan lingkungan dapat menjadikan daerah tersebut tergolong sebagai *smart city.* Tujuan dari penanganan dalam permasalahan lingkungan ini adalah untuk mengatasi berbagai permasalahan publik untuk mencapai tujuan dari pembangunan berkelanjutan serta dapat meningkatkan kualitas hidup dari masyarakat setempat (Okezone Finance, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan dari sistem dasar yang ada pada penyediaan air bersih di PDAM Lamongan, dalam pengelolaannya ada 4 bagian unit antara lain unit air baku, unit produksi, unit distribusi dan unit pelayanan. Dari beberapa unit yang telah ada tersebut menghasilkan beberapa hal yang mempengaruhi akan ketersediaan air yang ada di PDAM Lamongan antara lain produksi air yang telah di lakukan oleh pihak PDAM, namun disisi lain kapasitas produksi air masih belum mampu untuk mencukupi kebutuhan masyarakat karena adanya kehilangan air yang diakibatkan oleh kebocoran dan juga pemakaian air yang telah dilakukan oleh masyarakat yang ada di Lamongan.

B. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Lamongan

Sistem penyediaan air bersih di Lamongan dibangun sejak tahun 1919 ketika masa Pemerintahan Hindia Belanda. Pada saat itulah dibangun sebuah Bronckaptering Sumber Bulus Kecamatan Mantup. Selain pembangunan Bronckaptering juga dibangun menara air minum pada tahun 1924 di Alun-Alun Lamongan dengan kapasitas produksi 30 l/dt. Selanjutnya, pada tahun 1954 pengelolaan air bersih dikelola Instansi Dinas Air Minum Kabupaten Lamongan dengan kapasitas 25 l/dt. Dalam rangka peningkatan pelayanan air bersih berkaitan adanya kebijakan pemerintah yang memprioritaskan pembangunan sarana air bersih, maka pada tahun 1982 terjadi alih status pengelolaan menjadi Badan Pengelola Air Minum (BPAM) yang operasionalnya dibawah dan bertanggungjawab kepada proyek Peningkatan Sarana Air Bersih (PPSAB) Jawa Timur (Sugiarto, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Untuk memenuhi kuota air bersih di kota Lamongan, telah dibangun *Waiter Treatment Plant* (WTP) di Babat pada tahun 1982 dengan mengambil air baku dari bengawan solo. Kapasitas produksi air pada saat itu sebesar 60 l/dt yang melayani pelanggan sebanyak 4.248 sambungan baru dan 78 hidran umum. Dalam pengembangan perusahaan seiring dengan pembangunan daerah khususnya pembangunan dibidang penyediaan air bersih di Kabupaten Lamongan. Maka tahun 1991 terjadilah alih status pengelolaan menjadi Perusahaan daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Lamongan dengan Landasan Hukum Peraturan Daerah Tingkat II Kabupaten Lamongan No.5 Tahun 1982 tentang Perusahaan Daerah Air Minum Pemerintah Daerah Tingkat II Kabupaten Lamongan. Keputusan Bupati Kepala Daerah Tingkat II Kabupaten Lamongan Nomor 89 Tahun 1991 tentang Pelaksanaan Peraturan Daerah Tingkat II Kabupaten Lamongan No. 5 tahun 1982. Mengingat Peraturan Daerah Tingkat II Kabupaten Lamongan No. 5 Tahun 1982 dipandang telah tidak sesuai dengan kondisi juga perkembangan perusahaan, maka perlu dilakukan perubahan dengan peraturan daerah Kabupaten Lamongan Nomor 8 Tahun 2001 (Sugiarto, 2015).

PDAM Kabupaten Lamongan merupakan satu-satunya Instansi pemerintah Kabupaten Lamongan yang menangani terkait dalam penyediaan air bersih juga perusahaan yang bergerak dalam penyediaan air untuk kebutuhan masyarakat. Secara keseluruhan PDAM Kabupaten Lamongan memiliki 3 (tiga) sumber air baku yang produktif yaitu air baku yang berasal dari Bengawan Solo yang terletak di Babat Lamongan, sendang bulus yang ada di Mantup dan bendung gerak babat (babat barrage) yang juga berada di Mantup. Air baku yang dambil dari sumber-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sumber tersebut dialirkan melalui jaringan pipanasi dan pompa dengan debit air 100 liter/detik ke 2 intake yaitu intake sumuran dan intake jembatan, didalam intake ini air baku akan dilakukan pemisahan air dari kandungan lumpur. Untuk air yang dialirkan ke intake sumuran yang sudah dipisahkan dari lumpur kemudian dialirkan ke wadah bak prased untuk filter atau penyaringan untuk diolah menjadi air bersih yang siap pakai, selanjunya dialirkan di IPA (Instalasi Penampungan Air) Plosoayu Lamongan, sedangkan untuk air yang dialirkan ke intake jembatan yang sudah dipisahkan dari lumpur kemudian dialirkan ke wadah bak prased untuk filter atau penyaringan untuk diolah menjadi air bersih yang siap pakai, lalu dialirkan ke IPA I di Babat Lamongan, IPA II di Plosoayu Lamongan dan IPA III di Babat Lamongan. Selanjutnya dialirkan secara tertutup pada jaringan pipa distribusi kepada konsumen atau pelanggan setelah melalui proses pengolahan secara lengkap.

C. Prediksi

Prediksi adalah suatu pengetahuan juga seni guna untuk memberikan gambaran terkait kejadian dimasa yang akan datang di waktu yang sekarang. Dalam proses melakukan prediksi dibutuhkan data maupun informasi yang ada di masa lampau. Data maupun informasi dimasa lampau merupakan suatu perilaku yang telah terjadi dimasa lampau dengan adanya berbagai keadaan yang ada pada saat itu juga. Keadaan tersebut mampu menjadikan data maupun informasi yang mampu dijadikan acuan terhadap kondisi saat ini dan kondisi di masa mendatang. Dalam melakukan suatu prediksi kondisi tersebut mampu dijadikan sebagai alat guna untuk melakukan prediksi terhadap kemungkinan yang akan terjadi dimasa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang akan datang menggunakan asumsi-asumsi tertentu. Hal tersebut sangat perlu dilakukan guna untuk mengingat bahwa dimasa yang akan datang dipenuhi dengan berbagai hal dengan ketidakpastian (Dr. Kasmir & Jakfar, 2012).

Prediksi berarti perkiraan atau ramalan. Berdasarkan KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), prediksi merupakan hasil dari suatu kegiatan untuk memprediksi atau memperkirakan suatu hal. Prediksi dapat dilakukan melalui metode ilmiah maupun subjektif belaka. Kesimpulan dari pengertian akan prediksi secara istilah sangat tergantung terhadap permasalahan maupun konteksnya. Berbeda lagi dengan pengertian prediksi yang diungkapkan secara bahasa yang memliki arti peramalan maupun perkiraan yang telah menjadi pengertian baku (Eva, 2015).

Berdasarkan Heizer dan Render (2015), prediksi merupakan suatu seni juga ilmu yang dihgunakan untuk memprediksi terhadap suatu kejadian dimasa mendatang dengan cara melibatkan pengambilan suatu data historis dan memproyeksikan data tersebut untuk masa yang akan datang menggunakan suatu bentuk model matematis. Berdasarkan Tampubolom (2004), prediksi merupakan penguraian kejadian dimasa mendatang menggunakansuatu datayang telah ada pada tahap menentukan suatu sasaran yang ingin dicapai. Sedangkan berdasarkan Herjanto (2004) definisi prediksi merupakan suatu proses terhadap suatu variabel (kejadian) dimasa yang akan datang dengan menggunakan data variabel yang bersangkutan dimasa sebelumnya. Selanjutnya berdassarkan Nasution (2006), prediksi merupakan suatu proses untuk memperkirakan berapa jumlah kebutuhan dimasa yang akan datang yang meliputi jumlah kebutuhan pada urusan kuantias,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kualitas, waktu juga lokasi yang dibutuhkan dalam rangka pemenuhan permintaan suatu barang maupun jasa (Sarjono & Zulkifli, 2013).

Sehingga dapat disimpulkan bahwa prediksi itu sendiri maksudnya adalah mempertimbangkan suatu nilai yang belum jelas terlihat dimasa mendatang berdasarkan pola-pola yang telah terjadi sebelumnya. Prediksi adalah proses memperkirakan sesuatu dengan cara mengoreksi hasil-hasil yang telah ada sebelumnya dan untuk prediksi akan suatu kondisi tersebut membutuhkan perhitungan matematis yang benar untuk memberikan jawaban permasalahan yang telah terjadi tersebut.

D. *Vector Autoregressive* (VAR)

Model VAR diperkenalkan pertama kalinya oleh Sims (1980) yaitu untuk suatu pendekatan yang alternatif terhadap persamaan yang ganda dengan mempertimbangkan dan meminimalkan pendekatan suatu teori yang memiliki tujuan untuk mampu menangkap fenomena perekonomian yang baik. Aabila ada hubungan yang simultan antar variabel yang diteliti, maka variabel-variabel tersebut harus diperlakukan sama sehingga tidak ada lagi variabel endogen dan eksogen (Ekananda, 2014).

Model VAR merupakan salah satu model *time series* yang sering digunakan dalam penelitian terutama di bidaang ekonometrika yang dapat dipakai untuk menjelaskan perubahan suatu data.

Menurut Gujarati (2004) terdapat beberapa keuntungan yang bisa diapatkan dengan menggunakan metode VAR dibandingkan metode lain:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Tidak perlu adanya pemisahan variabel bebas maupun terikat sehinagga lebih sederhana.
2. Memakai metode OLS *(Ordinary Leaast Square)* yang biasa sehingga estimasi yang didapatkan lebih sederhana.
3. Hasil estimasi yang didapatkan lebih baik jika dibandingkan dengan metode lain yang tenunya lebih rumit.

Disamping itu metode VAR mempunyai beberapa keunggulan-keunggulan antara lain:

1. Metode VAR lebih sederhana, karena tidak perlu adanya kekhawatiran dalam membedakan mana variabel endogen dan mana variabel eksogen.
2. Estimasinya yang sederhana, dimana metode OLS *(Ordinary Leaast Square)* mampu diaplikasikan untuk tiap-tiap persamaan secara terpisah.
3. Hasil prediksi *(forecast)* yang didapat menggunakan metode VAR pada banyak kasus biasanya lebih bagus jika dibandingkan dengan hasil yang diperolah menggunakan model persamaan simultan yang kompleks sekalipun.
4. Metode VAR juga merupakan alat analisis yang sangat berguna, baik dalam memahami adanya hubungan timbal balik antara variabel-variabel ekonomi maupun didalam pembentukan model ekonomi yang berstruktur (Basuki & Prawoto, 2016).

Berdasarkan Brooks (2008), suatu model VAR adalah suatu model dimana suatu variabel y dalam nilai saat ini, bergantung hanya terhadap nilai-nilai variabel tersebut yang telah diambil pada periode-periode sebelumnya ditambah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dengan *galat*. Suatu model *Autoregressive* dengan orde *p*, dilambangkan dengan AR(*p*), yang dinyatakan sebagai berikut :

$$y_t = \alpha + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \cdots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

dimana :

α = konstanta

$\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_p$ = parameter pada model AR ke-i, i=1,2,…,p

$y_{t-1}, y_{t-2}, \ldots, y_{t-p}$ = nilai masa lalu pada deret runtun waktu yang bersangkutan pada saat t-1, t-2, …, t-p

ε = galat pada saat t

Model (VAR) merupakan gabungan dari beberapa model *Autoregressive* (AR). Model VAR merupakan suatu sistem persamaan yang memperlihatkan setiap variabel sebagai fungsi linier dari konstanta dan nilai lag dari variabel itu sendiri serta nilai lag dari variabel yang ada ada dalam sistem. Pendekatan ini merupakan modifikasi atau kombinasi dari multivariat regresi dengan analisis runtun waktu. Perbedaaan utama antara multivariat regresi dan runtun waktu adalah pada pengujian lanjutan yang terkait dengan waktu di dalam atau antara variabel-variabelnya. Pada dasarnya analisis VAR bisa disamakan dengan suatu model persamaan simultan karena dalam analisis ini mempertimbangkan beberapa variabel endogen (dependen/terikat) secara bersama-sama dalam suatu model. Masing-masing variabel selain dijelaskan oleh nilai di masa lampau juga dipengaruhi oleh nilai masa lalu dari semua variabel endogen lainnya dalam model yang diamati. Model VAR yang akan digunakan dalam penelitian ini

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

adalah model tiga peubah *(multivariate).* Model *bivariate* VAR dalam aplikasinya lebih sederhana.

Penggunaan banyak variabel endogen beresiko karena semakin banyak yang diestimasi, derajat bebasnya juga akan semakin banyak yang hilang. Skalar runtun waktu y_t dapat ditulis dalam bentuk *Autoregressive* seperti berikut:

$$y_t = \alpha + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \cdots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

Kemudian dari persamaan tersebut dibentuk menjadi vektor sebagaimana berikut:

Vektor $(y_{1t}\ y_{2t}\ y_{3t} \ldots y_{nt})$ dapat ditulis sebagai $\boldsymbol{y_t}$

$(y_{1t-1}\ y_{2t-1}\ y_{3t-1} \ldots y_{nt-1})$dapat ditulis sebagai $\boldsymbol{y_{1t-1}}$

$(y_{1t-2}\ y_{2t-2}\ y_{3t-2} \ldots\ y_{nt-2})$dapat ditulis sebagai $\boldsymbol{y_{1t-2}}$

$\vdots$

$(y_{1t-p}\ y_{2t-p}\ y_{3t-p} \ldots y_{nt-p})$dapat ditulis sebagai $\boldsymbol{y_{1t-p}}$

dan untuk vektor $(\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3 \ldots \alpha_n)$ dapat ditulis sebagai $\boldsymbol{\alpha}$.

Pada $\beta_1, \beta_2,\ \beta_3, \ldots,\ \beta_n$ dapat dibentuk dalam matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \beta_{11-1} & \beta_{12-1} & \cdots \beta_{1n-1} \\ \beta_{21-1} & \beta_{22-1} & \cdots \beta_{2n-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots \ \vdots \\ \beta_{n1-1} & \beta_{n2-1} & \cdots \beta_{nn-1} \end{bmatrix}$$ sebagai $\boldsymbol{\beta_1}$

$$\begin{bmatrix} \beta_{11-2} & \beta_{12-2} & \cdots \beta_{1n-2} \\ \beta_{21-2} & \beta_{22-2} & \cdots \beta_{2n-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots \ \vdots \\ \beta_{n1-2} & \beta_{n2-2} & \cdots \beta_{nn-2} \end{bmatrix}$$ sebagai $\boldsymbol{\beta_2}$

$\vdots$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\begin{bmatrix} \beta_{11-p} & \beta_{12-p} & \cdots \beta_{1n-p} \\ \beta_{21-p} & \beta_{22-p} & \cdots \beta_{2n-p} \\ \vdots & \vdots & \ddots \quad \vdots \\ \beta_{n1-p} & \beta_{n2-p} & \cdots \beta_{nn-p} \end{bmatrix} \text{ sebagai } \boldsymbol{\beta_p} \qquad (2.3)$$

Pada vektor $(\varepsilon_{1t}\ \varepsilon_{2t}\ \varepsilon_{3t}\ \ldots \varepsilon_{nt})$ dapat ditulis sebagai $\boldsymbol{\varepsilon_t}$

Berdasarkan pada definisi yang telah diuraikan diatas maka model VAR *lag p* pada peubah dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$y_t = \boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\beta_1 y_{t-1}} + \boldsymbol{\beta_2 y_{t-2}} + \cdots + \boldsymbol{\beta_p y_{t-p}} + \boldsymbol{\varepsilon_t} \qquad (2.4)$$

dimana:

y_t = vektor berukuran $n \times 1$ yang berisi *n* peubah yang masuk pada model VAR saat waktu *t* dan *t-1, i=1,2,..., p*

α = vektor yang berukuran $n \times 1$ dengan entri-entri intersep

β_i = matriks koefisien yang berukuran $n \times n$ untuk setiap *i=1,2,..., p*

ε_t = vektor yang berukuran $n \times 1$ dengan entri-entri galat yang diperoleh dari model VAR

p = *lag* pada VAR (Juanda & Junaidi, 2012).

Ide utama Sims membentuk suatu hubungan antara variabel dengan masa lalunya dalam model Model *Vector Autoregressive* (VAR(p)). Dimana huruf p menjelaskan lag yang digunakan pada model. Model VAR yang terdiri dari 3 variabel adalah:

$$y_t = \alpha_{10} + \beta_{11} y_{t-1} + \beta_{12} x_{t-1} + \beta_{13} z_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$x_t = \alpha_{20} + \beta_{21} y_{t-1} + \beta_{22} x_{t-1} + \beta_{23} z_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

$$z_t = \alpha_{30} + \beta_{31} y_{t-1} + \beta_{32} x_{t-1} + \beta_{33} z_{t-1} + \varepsilon_{3t} \qquad (2.5)$$

(Ekananda, 2016)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

E. Uji Stasioneritas

Proses estimasi model dengan VAR diawali dengan melakukan uji stasioneritas pada data yang akan diteliti. Jika pada data yang diteliti telah stasioner di tingkat level maka model VAR yang digunakan adalah jenis model VAR biasa (*unrestricted* VAR). Namun apabila data yang diteliti tidak stasioner pada tingkat level maka akan dilakukan uji stasioner dengan proses diferensiasi data maka langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan uji kointegrasi menggunakan metode pengujian Johansen, apakah data yang diteliti mempunyai suatu hubungan jangka panjang atau sebaliknya. Jika tidak memiliki hubungan kointegrasi maka model VAR yang bisa digunakan adalah VAR dengan data diferensiasi (*VAR in difference*).

Langkah awal yang harus dilakukan guna untuk membangun model VAR adalah uji stasioneritas, hal tersebut dilakukan guna untuk memastikan apakah data yang digunakan merupakan data yang stasioner sehingga hasil regresi yang telah dihasilkan tidak menggambarkan suatu hubungan variabel yang nampaknya signifikan secara statistik namun dalam kenyataannya tidak seperti itu. Uji stasioneritas dilakukan dengan menggunakan suatu pengujian unit root, dengan tujuan untuk mengetahui apakah data digunakan tersebut mengandung unit root atau sebaliknya. Jika suatu data yang digunakan mengandung unit root maka data yang digunakan tersebut dikatakan data yang tidak stasioner, namun sebaliknya suatu data dikatakan stasioner apabila data tersebut telah mendekati rata-ratanya juga tidak terpengaruhi oleh waktu.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Data yang bersifat stasioner merupakan salah satu asumsi yang harus dipenuhi untuk melakukan pemodelan VAR. Hal menjadi dasar dari data deret waktu. Uji stasioner yang sangat populer yang sering digunakan adalah uji akar unit (*unit root test*). Ketika *unit root* tersebut terdapat didalam sebuah variabel maka dapat maka dapat dinyatakan bahwa peubah tersebut non stasioner. Dalam *unit root test* terdapat peubah yang biasanya digunakan yaitu uji *Augmentsed Dickey Fuller* (ADF) (Ekananda, 2014).

Uji stasioneritas dapat dilakukan menggunakan analisis grafis, *Autocorrelation Function* (ACF) dan *correlogram* juga *unit root test* (menggunakan uji formal). Jika pada tingkat level data yang diteliti belum memperoleh grafik yang stasioner, maka dilakukan transformasi sehingga data yang diteliti menjadi data yang bersifat stasioner, seperti pada data yang telah dilakukan *First Difference*. (Ekananda, 2014)

Berdasarkan Gujarati (2003), data runtun waktu bisa dikatakan stasioner apabila memenuhi :

a. *Mean* : $E(Y_t) = \mu$ yaitu *mean* dari Y adalah konstan.
b. *Variance* : $var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$, varians dari Y adalah konstan. *Variance* didefinisikan sebagai hubungan data pada waktu yang sama.
c. *Covariance* : $\gamma_k = E[(Y_t - \mu) - Y_{t+k} - \mu]$, didefinisikan sebagai hubungan data antar waktu.

Dalam mendeteksi *unit root test* pada sebuah variabel dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF). Adapun formulasi pada uji ADF adalah sebagai berikut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa ε_t adalah *stochasticss error term* yang meiliki rata-rata sama dengan 0, varians (σ^2) konstan, sehingga tidak ada autokorelasi. Jika koefisien y_{t-1} sama dengan 1, maka timbul masalah yang disebut dengan maslah *unit root* (*unit roots problems*). Sehingga estimasi regresi dinyatakan sebagai berikut:

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

Dimana ρ adalah koefisien *autoregressive.* Jika ρ sama dengan satu, maka dapat dinyatakan varians variabel y_t tidak stasioner. Maka variabel y_t memiliki *unit root*, yang dalam ekonometrika sering disebut dengan *random walk.* Dalam ekonometrika, *random walk* merupakan salah satu bentuk data runtun waktu yang nonstasioner. Sehingga persamaan tersebut dari sisi kanan dan kirinya dikurangi dengan y_{t-1}, sehingga persamaannya menjadi:

$$y_t - y_{t-1} = \rho y_{t-1} - y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta y_t = (\rho - 1) y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

Dengan δ dan Δ merupakan bentuk perbedaan (*first difference*), yang mana $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$. Apabila $\delta = 0$ maka $\rho = 1$, sehingga y_t memilki akar unit atau tidak stasioner. Maka dibentuklah sistematika untuk uji hipotesis agar mampu mengetahui ada atau tidaknya akar unit sebagai berikut.

Hipotesis

$H_0: \delta = 0$ (tidak stasioner karena mengandung akar unit)

$H_1: \delta < 0$ (stasioner karena tidak mengandung akar unit)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengujian tersebut dilakukan dengan cara membandingkan nilai absolut statistik ADF dengan nilai kritis MacKinnon. Dengan kriteria pengujian sebagai berikut:

H_0 diterima jika nilai absolut statistik ADF $<$ nilai kritis MacKinnon

Nilai probabilitas $>$ 0,05

H_1 diterima jika nilai absolut statistik ADF $>$ nilai kritis MacKinnon

Nilai probabilitas $<$ 0,05

(Akbar, Rusgiono, & Tarno, 2016).

F. Menentukan Panjang Lag Optimal

Panjang lag merupakan suatu hal yang sangat penting dalam metode VAR. Estimasi pada model VAR terlebih dahulu harus menentukan berapa panjang lag optimal yang nantinya akan digunakan untuk estimasi pada model VAR. Lag optimal sangat penting dilakukan karena pada metode VAR lag yang optimal dari suatu variabel endogen adalah variabel independen yang nantinya akan digunakan dalam model VAR. Proses penetapan panjang lag yang optimal sangat berguna dalam menghilangkan autokorelasi pada sistem VAR yang akan digunakan sebagai analisis stabilitas pada VAR. Maka dengan adanya lag yang optimal mampu diharapkan agar tidak lagi muncul masalah autokorelasi.

Panjang lag yang optimal akan ditentukan berdasarkan beberapa informasi yang tersedia. Lag yang nantinya dipilih adalah lag yang terpendek berdasarkan kriterisa LR (*Likehood* Ratio), AIC (*Akaike Information Critrion*), FPE (*Final Prediction* Error), HQ (*Hannan-Quin Criterion*) dan SC (*Schwarz Information Criterion*).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam penelitian ini menentukan panjang *lag* (p) model menggunakan AIC (*Akaike Information Critrion*), FPE (*Final Prediction* Error), HQ (*Hannan-Quin Criterion*) dan SC (*Schwarz Information Criterion*) dengan nilai p didapatkan melalui pemilihan p yang minimum. Pendugaan parameter VAR dilakukan untuk setiap nilai p yang mungkin. Kriteria umum secara manual dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{AIC} = \ln\left(det(\sum p)\right) + \frac{2M^2 \sum p}{T} \quad (2.19)$$

$$\text{FPE} = \left(\frac{T+M\sum p+1}{T-M\sum p-1}\right)^M \det(\sum p) \quad (2.20)$$

$$\text{HQ} = \ln\left(det(\sum p)\right) + \frac{\ln T}{T} \sum p\, M^2 \quad (2.21)$$

$$\text{SIC} = \ln\left(det(\sum p)\right) + \frac{M^2 \sum p \ln T}{T} \quad (2.22)$$

dimana :

M = banyaknya variabel di dalam sistem

p = banyaknya lag yang digunakan

T = banyaknya observasi

$\sum p$ = matriks *variance – covariance* dari residual untuk model dengan lag p.

G. Uji Kointegrasi

Uji kointegrasi merupakan uji yang dilakukan untuk menguji suatu integrasi keseimbangan pada jangka panjang hubungan antar variabel baik secara individual tidak stasioner namun kombinasi linier dari variabel tersebut stasioner.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Model VAR bisa diterapkan jika sejumlah variabel yang memiliki *unit root* dan tidak kointegrasi antara satu dengan yang lainnya. Uji kointegrasi diperlukan apabila kestasioneritas data berada ditingkat first difference. Pada dasarnya uji kointegrasi ini digunakan sebagai alat untuk melihat keseimbangan suatu data pada jangka panjang diantara variabel-variabel yang diamati. Variabel yang secara individu tidak stasioner, tetapi ketika variabel tersebut dihubungkan secara linear maka variabel tersebut menjadi stasioner atau sering kali dikenal dengan sebutan setiap variabel terkointegrasi. Untuk menguji adanya kointegrasi antar variabel hal yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan metode uji *Engle-Granger* maupun Uji Johansen (Windasari, 2018).

Apabila dalam uji kointegrasi terdapat kointegrasi maka pemodelan VAR tidak dapat digunakan. Namun model yang harus digunakan ialah model VECM (*Vector Error Correction Model*) yaitu model yang bersifat teristriksi. Spesifikasi VECM merestriksi antara hubungan perilaku jangka panjang diantara variabel yang digunakan pada sistem persamaan agar mampu konvergen pada hubungan kointegrasi akan tetapi tetap memiliki perubahan dinamis dalam jangka pendek. *Error correction* menunjukkan bahwa apabila terjadi suatu deviasi terhadap keseimbangan pada jangka panjang nantinya akan dikoreksi secara bertahap melalui penyesuaian parsial jangka pendek.

Uji kointegrasi ini berguna agar mengetahui apakah nantinya akan terjadi suatu keseimbangan dalam jangka panjang, yaitu terdapat kesamaan terhadap pergerakan dan stabilitas kan hubungan antara variabel-variabel yang ada di dalam penelitian tersebut atau tidak. Uji kointegrasi dapat dilakukan dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menggunakan Ada beberapa hal penting yang perlu untuk diperhatikan pada definisi kointegrasi antara lain:

a. Kointegrasi berkenaan dengan suatu kombinasi linier dari variabel-variabel yang stasioner.
b. Seluruh variabel harus terkointegrasi terhadap ordo yang sama. Apabila ada dua variabel yang terintegrasi pada ordo yang berbeda, maka kedua variabel tidak mungkin terkointegrasi.
c. Meskipun demikian, terdapat kemungkinan adanya suatu campuran dari ordo *series* yang berbeda jika ada tiga atau lebih *series* yang diperhatikan.
d. Jika x_1 mempunyai suatu komponen *n,* maka kemungkinan terdapat sebanyak *n*-1 vektor kointegrasi yang independen linier.

Informasi akan jangka panjang dapat diperoleh dengan cara terlebih dahulu untuk menemukan *rank* kointegrasi agar dapat mengetahui berapa sistem persamaan yang didapat untuk menerangkan dari semua sistem yang ada. Apabila nilai *trace statistic* lebih besar dari nilai kritis 5%, maka akan menyatakan jumlah *rank* kointegrasi.

Untuk uji kointegrasi menggunakan hipotesis sebagai berikut:

H_0 = tidak terdapat kointegrasi

H_a = terdapat kointegrasi.

Kriteria pengujian sebagai berikut:

H_0 ditolak dan hipotis H_a diterima jika nilai *trace statistic*$>$ nilai kritis trace 5%

H_0 diterima dan hipotis H_a ditolak jika nilai *trace statistic*$<$ nilai kritis trace 5%

(Basuki & Prawoto, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Uji kointegrasi yang dilakukan dengan menggunakan metode Johansen's Cointegration Test dapat dilakukan dengan cara menggunakan dua statistik uji yaitu trace statistic dan maximum eigenvalue. Dimana jika nilai hitung statistik uji yaitu trace statistic dan maximum eigenvalue lebih besar dari nilai critical value dengan tingkat signifikansi 5% maka disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima sehingga terdapat kointegrasi dan begitupun sebaliknya (Ni'mah & Yulianto, 2017).

Hal yang paling mendasar pada uji kointegrasi ialah mencari suatu kombinasi linier pada dua peubah yang telah terintegrasi pada orde p yang menghasilkan suatu peubah dengan orde integrasi yang lebih rendah. Jika variabel runtun waktu telah terkointegrasi maka memiliki hubungan yang stabil pada jangka panjang, apabila terdapat dua seri yang tidak stasioner yang meliputi X_t dan Y_t terkointegrasi, maka terdapat representasi yang khusus sebagaimana berikut:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad (2.17)$$

$$\varepsilon_t = Y_t - \beta_0 - \beta_1 X_t \quad (2.18)$$

Sedemikian hingga ε_t (*error term*) stasioner. Kointegrasi dibagi menjadi 2 macam yaitu kointegrasi bivariat dan multivariat. Kointegrasi bivariat merupakan kointegrasi yang pengujiannya dilakukan pada dua variabel saja, sedangkan kointegrasi multivariat merupakan kointegrasi yang pengujiannya dilakukan pada dua variabel atau lebih. Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah data runtun waktu yang digunakan terkointegrasi dapat mengguakan uji kointegrasi Johansen. Menurut Johansen uji kointegrasi pada umumnya hanya digunakan untuk variabel yang terintegrasi pada orde nol dan orde satu yakni *I* (0)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan I (1). Uji kointegrasi Johansen dapat ditunjukkan untuk suatu model VAR (p). Secara umum dapat dilihat sebagaimana berikut:

$$\Delta x_t = \Pi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Pi_i \, \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.19)$$

Pada Persamaan (2.19) memiliki informasi baik melalui penyesuaian jangka panjang maupun jangka pendek terhadap perubahan x_t. Rank pada matrik Π ditandai dengan r, yang digunakan untuk menentukan berapa banyak kombinasi linier x_t yang memiliki sifat stasioner. Apabila $0 < r < n$, maka ada r vektor yang kointegrasi atau r adalah kombinasi linier yang telah stasioner dari x_t. Pada kasus ini, Π dapat difaktorisasi sebagai $\Pi = \alpha\beta'$ dimana α dan β merupakan matrik $n \times r$ dengan α ialah matriks dari setiap vektor kointegrasi dengan ukuran $n \times r$ dan β' merupakan matrik parameter kointegrasi $r \times n$.

Untuk bisa mengetahui jumlah vektor yang terkointegrasi, ada tia hal yang harus diperhatikan, antar lain:

a. Jika *rank* pada matrik $\Pi = 0$, maka untuk informasi jangka panjang tidak didapatkan dan VAR stasioner pada orde nol cocok untuk direpresentasikan.
b. Jika *rank* pada matrik $\Pi = n$, maka Π ialah matriks *full rank*, maka x_t stasioner dalam tingkat level dan VAR pada *first difference* cocok untuk direpresentasikan.
c. Jika *rank* pada matrik Π ialah $0 < r < n$, maka $\beta' x_t$ telah stasioner meskipun x_t tidak stasioner dan bentuk *error correction* cukup untuk direpresentasikan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Langkah-langkah dalam pengujian kointegrasi Johansen ialah sebagai berikut:

1. Melakukan uji orde integrasi terhadap n variabel *time series* dengan menggunakan uji ADF.
2. Melakukan plot data guna melihat ada atau tidaknya *tren* linier dan *intercept* pada masing-masing variabel *time series*.
3. Pemilihan panjang lag yang optimal
4. Melakukan uji pada jumlah hubungan kointegrasi dengan menggunakan *trace test* yakni pengujian guna mengukur jumlah vektor kointegrasi pada data *time series* dengan cara menggunakan pengujian *rank* matriks kointegrasi yang dinyatakan pada persamaan sebagai berikut:

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^{n} \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (2.20)$$

Dimana T merupakan jumlah observasi, $\hat{\lambda}_i$ merupakan estimasi *eigenvalue* yang dihasilkan berdasarkan estimasi matriks Π, dan r merupakan *rank* yang mengindikasikan suatu jumlah vektor kointegrasi. Dengan mengetahui berapa jumlah r maka akan daat diketahui pula jumlah suatu hubungan kointegrasi yang ada pada data *time series*.

Uji hipotesis:

H_0 : banyaknya vektor yang kointegrasi dimana $(r) = 0$

H_1 : banyaknya vektor yang kointegrasi dimana $(r) > 0$

Jika nilai *trace statistic* lebih besar dibandingkan dengan nilai kritis pada tingkat kepercayaan α (5%) atau jika nilai probabilitasnya lebih kecil dibandingkan α (5%) maka hipotesis nol ditolak sehingga terjadi kointegrasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Uji kointegrasi ini merupakan salah satu pengujian yang penting dilakukan dalam analisis metode VAR/VECM untuk mengetahui keberadaan hubungan jangka panjang antar variabel. Setelah diketahui derajat integrasi variabel yang belum stasioner pada tingkat level dan ternyata stasioner pada diferensiasi tingkat pertama maka uji ini perlu dilakukan guna menentukan model VAR yang paling tepat, yakni antara model VAR tingkat diferensiasi (tidak terdapat) atau VECM (terdapat kointegrasi).

H. VECM (*Vector Error Correction Model*)

VECM (*Vector Error Correction Model*) merupakan suatu bentuk VAR yang telah terestriksi karena adanya bentuk data yang tidak stasioner namun memiliki hubungan kointegrasi. VECM sering disebut sebagai suatu desain VAR bagi data *non stasioner* yang memiliki suatu hubungan kointegrasi. Spesifikasi model VECM merestriksi suatu hubungan jangka panjang pada setiap variabel-variabel endogen agar mampu konvergen pada hubungan kointegrasinya, akan tetapi tetap membiarkan adanya dinamisasi pada jangka pendek.

Apabila suatu data *time series* dengan menggunakan model VAR telah terbukti memiliki suatu hubungan kointegrasi, maka model VECM dapat digunakan guna untuk mengetahui bagaimana tingkah laku pada jangka pendek dari suatu variabel terhadap suatu nilai jangka panjangnya. Model VECM merupakan suatu model yang digunakan untuk menganalisis data *multivariate time series* yang tidak stasioner dan memiliki suatu hubungan kointegrasi secara linear sehingga model VAR akan berubah menjadi suatu model VECM dengan menggunakan y_{t-1} (*first difference*).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Setiap persamaan pada model VAR sebagaimana yang telah di jelaskan pada Persamaan 2.5 akan membentuk suatu diferensiasi seperti layaknya persamaan ECM yaitu:

$$y_t - y_{t-1} = \alpha_{10} + \beta_{11}\Delta y_{t-1} - y_{t-1} + \beta_{12}y_{t-2} + \beta_{13}\Delta x_{t-1} + \beta_{14}x_{t-2} + \beta_{15}\Delta z_{t-1} + \beta_{16}z_{t-2} + \varepsilon_{1t}$$

$$x_t - x_{t-1} = \alpha_{20} + \beta_{21}\Delta y_{t-1} - x_{t-1} + \beta_{22}y_{t-2} + \beta_{23}\Delta x_{t-1} + \beta_{24}x_{t-2} + \beta_{25}\Delta z_{t-1} + \beta_{26}z_{t-2} + \varepsilon_{2t}$$

$$z_t - z_{t-1} = \alpha_{30} + \beta_{31}\Delta y_{t-1} - z_{t-1} + \beta_{32}y_{t-2} + \beta_{33}\Delta x_{t-1} + \beta_{34}x_{t-2} + \beta_{35}\Delta z_{t-1} + \beta_{36}z_{t-2} + \varepsilon_{3t} \quad (2.21)$$

Persamaan diatas diatur kembali menjadi sebuah model VECM yaitu:

$$\Delta y_t = \alpha_{10} + \beta_{11}\Delta y_{t-1} + \beta_{13}\Delta x_{t-1} + \beta_{15}\Delta z_{t-1} - \partial_1(y_{t-1} - \beta_{12}y_{t-2} - \beta_{14}x_{t-2} - \beta_{16}z_{t-2}) + \varepsilon_{1t}$$

$$\Delta x_t = \alpha_{20} + \beta_{21}\Delta y_{t-1} + \beta_{23}\Delta x_{t-1} + \beta_{25}\Delta z_{t-1} - \partial_2(x_{t-1} - \beta_{22}y_{t-2} - \beta_{24}x_{t-2} - \beta_{26}z_{t-2}) + \varepsilon_{2t}$$

$$\Delta z_t = \alpha_{30} + \beta_{31}\Delta y_{t-1} + \beta_{33}\Delta x_{t-1} + \beta_{35}\Delta z_{t-1} - \partial_3(z_{t-1} - \beta_{32}y_{t-2} - \beta_{34}x_{t-2} - \beta_{36}z_{t-2}) + \varepsilon_{3t} \quad (2.22)$$

Pada elemen yang berada diakhir merupakan suatu persaman jangka panjang persamaan kointegrasi (*co integrating equation*) dengan variabel dependen yang bergantian y, z dan w dengan regresor yang sama. Parameter ∂_1, ∂_2 dan ∂_3 ditambahkan untuk suatu parameter yang biasanya disebut dengan koefisien/vector kointegrasi (*co integrating equation*). Persamaan tersebut digunakan sebagai alat untuk melihat suatu dinamika pada variabel dengan mempertimbangkan adanya suatu penyesuaian, integrasi, koreksi dan adanya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

suatu hubungan jangka panjang. Uji Johansen yang didasarkan pada gagasan mengenai uji ADF pada persamaan tunggal yang telah diadopsi oleh Johansen pada persamaan sistem VAR dimodifikasi dengan adanya proses ADF untuk setiap persamaan sebagai berikut:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} = \alpha_{10} + (\beta_{11} - 1)y_{t-1} + \beta_{12}x_{t-1} + \beta_{13}z_{t-1} + \beta_{14}y_{t-2} + \beta_{15}x_{t-2} + \beta_{16}z_{t-2} + \varepsilon_{1t}$$

$$\Delta x_t = x_t - x_{t-1} = \alpha_{20} + \beta_{21}y_{t-1} + (\beta_{22} - 1)x_{t-2} + \beta_{23}z_{t-1} + \beta_{24}y_{t-2} + \beta_{25}x_{t-2} + \beta_{26}z_{t-2} + \varepsilon_{2t}$$

$$\Delta z_t = z_t - z_{t-1} = \alpha_{30} + \beta_{31}y_{t-1} + \beta_{32}x_{t-1} + (\beta_{33} - 1)z_{t-2} + \beta_{34}y_{t-2} + \beta_{35}x_{t-2} + \beta_{36}z_{t-2} + \varepsilon_{3t} \quad (2.23)$$

Persamaan 2.8 diatas diubah kembali dalam bentuk matriks dimana $Yt = [\Delta y_t, \Delta x_t, \Delta z_t]$' vektor $3T \times 1$ sehingga menjadi matrik sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} \Delta y_t \\ \Delta x_t \\ \Delta z_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_{11}-1 & \beta_{12} & \beta_{13} \\ \beta_{21} & \beta_{22}-1 & \beta_{23} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33}-1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{t-1} \\ x_{t-1} \\ z_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \beta_{14} & \beta_{15} & \beta_{16} \\ \beta_{24} & \beta_{25} & \beta_{26} \\ \beta_{34} & \beta_{35} & \beta_{36} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{t-2} \\ x_{t-2} \\ z_{t-2} \end{pmatrix} \quad (2.24)$$

(Ekananda, 2016).

I. Uji Kausalitas Granger

Pengujian kausalitas antar variabel satu dengan variabel lainnya dalam sistem persamaan merupakan suatu indikasi ada/tidaknya hubungan variabel satu dengan variabel lainnya. Metode yang digunakan guna untuk melihat suatu hubungan kausalitas adalah dengan menggunakan uji kausalitas Granger.

Uji kausalitas dilakukan guna untuk mengetahui apakah suatu variabel endogen dapat diperlakukan sebagai variabel eksogen. Hal tersebut terjadi karena adanya keterkaitan antar variabel satu dengan variabel yang lainnya yakni jika

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terdapat dua variabel x dan y, maka apakah x akan menyebabkan y ataupun sebaliknya apakah y akan menyebabkan x atau berlaku untuk keduanya atau tidak ada hubungan sama sekali untuk variabel satu dengan variabel lainnya. Variabel x dikatakan mampu menyebabkan variabel y artinya berapa banyak nilai y yang ada pada periode sekarang yang dapat dijelaskan oleh nilai y pada periode sebelumnya dan nilai x pada periode sebelumnya. Uji kausalitas bisa dilakukan dengan dengan menggunakan berbagai metode diantaranya dengan menggunakan metode *Grangrer's Causality* dan *Error Correction Model Causality* (Ekananda, 2014).

Salah satu fungsi dari pengujian stasioneritas dan kointegrasi yang telah dilakukan sebelumnya ialah digunakan untuk menentukan apakah metode VAR yang akan digunakan dalam estimasi menggunakan metode VAR in Level atau menggunakan metode Vector Error Correction Model (VECM). Jika pengujian yang sebelumnya telah menunjukkan suatu hasil estimasi data yang tidak stasioner akan tetapi mempunyai hubungan kointegrasi dengan variabel data yang lainnya maka model yang akan digunakan ialah model VECM. Metode tersebut pada dasarnya menggunakan suatu bentuk VAR yang telah terestriksi. Restriksi tambahan tersebut harus diberikan karena adanya bentuk data yang tidak stasioner namun memiliki hubungan kointegrasi. Model VECM memanfaatkan suatu informasi restriksi kointegrasi yang telah ada tersebut ke dalam suatu spesifikasi model. Akibat itulah mengapa model VECM sering kali disebut dengan model VAR untuk data *time series* yang sifatnya *non stasioner* dan memiliki suatu hubungan kointegrasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut konsep pada uji Kausalitas Granger dimana x telah menyebabkan y jika nilai dari masa lalu x memperbaiki suatu nilai prediksi yang ada pada nilai y. Misalkan terdapat suatu model hubungan kausalitas antara variabel x dan y sebagai berikut:

$$x_t = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i x_{t-i} + \sum_{i=1}^{m} \beta_i y_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (2.25)$$

$$y_t = \sum_{i=1}^{m} \lambda_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^{m} \gamma_i x_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (2.26)$$

Dimana:

x_t, y_t = nilai variabel pada waktu ke-t

m = banyak lag

α_i, γ_i = koefisien dari lag ke-i varabel x pada model *unrestriced*

β_i, λ_i = koefisien dari lag ke-i varabel y pada model *unrestricted*

x_{t-i} = nilai variabel x pada lag ke-i, dimana t lebih besar dari i

y_{t-i} = nilai variabel y pada lag ke-i, dimana t lebih besar dari i

ε_t = error pada waktu ke-t

(Ekananda, 2014).

Pengujian Kausalitas Granger dapat dilakukan dengan cara menggunakan uji F. Dalam melakukan uji hipotesis tersebut menggunakan suatu persamaan sebagai berikut:

$$F_{stat} = \frac{({R_R}^2 - {R_{UR}}^2)/m}{{R_{UR}}^2/(n-k)} = \frac{RSS_R/RSS_{UR}}{RSS_{UR}/(n-k)} \quad (2.27)$$

Dengan adanya RSS_R (*restricted residual sum of squares*) yang diperoleh dari suatu regresi yang telah dilakukan terhadap y tanpa harus melibatkan lag variabel x, sedangkan RSS_{UR} (un*restricted residual sum of squares*) yang diperoleh dari suatu regresi yang telah dilakukan terhadap y dengan melibatkan lag variabel x.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nilai m merupakan jumlah suatu persamaan restriksi, n merupakan jumlah observasi dan k merupakan jumlah suatu parameter persamaan yang tidak restriksi. Jika $F(m, n-k) > F_{stat}$ maka x merupakan *Granger Cause* y. Nilai (n-k) disebut juga sebagai derajat kebebasan (*degree of freedom*). Jika nilai F-statistik lebih besar dibandingkan dengan F kritis (F tabel) pada tingkat signifikansi yang dipilih, maka x juga merupakan *Granger Cause* y karena dalam hal ini lag variabel x juga dilibatkan dalam proses regresi. Sehingga untuk uji hipotesis adalah sebagai berikut:

H_0 = Tidak memiliki hubungan Kausalitas

H_1 = Memiliki hubungan Kausalitas

Dengan uji kriteria:

H_0 diterima, jika nilai probabilitas $>$ α (0,05)

H_1 diterima, jika nilai probabilitas $<$ α (0,05)

(Ekananda, 2018).

J. Estimasi dan Evaluasi Akurasi Model VAR/VECM

Setelah model persamaan yang diharapkan telah didapatkan, maka berdasarkan suatu analisis prediksi sebagaimana umumnya, sangat perlu adanya penentuan tingkat keakuratan hasil model yang telah diperoleh dan dibentuk dari sebuah model dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Persamaan yang dapat digunakan dalam peroses evaluasi model mennggunakan MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{m}\left|\left(\frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Zt}\right)\times 100\%\right|}{m} \qquad (2.28)$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dimana m merupakan banyaknya suatu prediksi yang dilakukan, Z_t ialah data yang sebenarnya dan $\hat{Z}_t$ adalah suatu data yang telah dihasilkan dari prediksi. Suatu model mampu dikatakan memiliki kinerja yang bagus jika mempunyai nilai MAPE antara 10% sampai dengan 20% (Akbar, Rusgiono, & Tarno, 2016).

Menurut Zhang (2015) kriteria pada peramalan MAPE dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Kriteria Nilai Pada MAPE

MAPE	Keakuratan Peramalan
< 10%	Peramalan sangat akurat
10% - 20%	Peramalan baik
20% - 50%	Peramalan masuk akal (wajar)
> 50%	Peramalan tidak akurat

(Ranangga, Sumarjaya, & Srinadi, 2018)

K. *Impulse Respons Function* (IRF)

Impuls resonponse function ialah suatu cara pengujian pada struktur dinamis dari suatu sistem variabel dalam model yang diamati dan dicerminkan oleh variabel inovasi (*innovation variable*). IRF menunjukkan suatu respon dari setiap variabel endogen sepanjang waktu terhadap kejutan (*shock*) dari variabel itu sendiri dan variabel endogen lainnya. IRF juga mengidentifikasikan suatu kejutan pada suatu variabel endogen sehingga dapat menetukan bagaimana suatu perubahan yang tidak diharapkan dalam variabel mempengaruhi variabel lainnya sepanjang waktu. Dengan demikian, IRF digunakan untuk melihat pengaruh

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kontemporer dari sebuah variabel dependen jika mendapatkan guncangan atau inovasi dari variabel independen sebesar satu standar deviasi.

IRF digunakan untuk mengetahui seberapa lama pengaruh *shock* yang diperoleh dari satu variabel terhadap variabel yang lainnya. IRF juga memiliki tujuan untuk mengisolasi suatu *shock* agar mampu lebih spesifik yang artinya suatu variabel ekonomi hanya bisa dipengaruhi oleh *shock* tertentu saja. Apabila hal tersebut tidak dilakukan maka *shock* spesifik tersebut tidak dapat diketahui secara umum.

Impulse Respons Function adalah salah satu analisis yang penting pada suatu model VAR. Analisis tersebut dapat melacak suatu respon dari variabel endogen yang ada pada sistem VAR karena adanya suatu guncangan (*shocks*) atau perubahan di dalam variabel gangguan. Respon pada *Impulse Respons Function* yang dihasilkan bisa positif, negatif dan bisa juga tidak merespon. Respon positif diperoleh ketika berada di atas garis horizon dan searah, respon negatif diperoleh ketika berada di bawah garis horizon dan berlawan arah, sedangkan dapat dikatakan tidak merespon akan ditunjukkan dengan grafik dimana responnya cenderung mendatar dan dekat pada garis horizon.

Impulse Respons Function dihasilkan dari proses iterasi konstruksi model VAR yang sama dengan proses stabilitas yang memungkinkan untuk mengetahui respon yang terjadi pada y dan z, jika dilakukan suatu perubahan pada e atau mungkin salah satu dari variabel yang ada pada model VAR. Oleh karena itu, IRF dapat dimodifikasi sesuai dengan konstruksi VAR sebagai VAR standar atau VAR sebagai *reduced form* persamaan simultan dinamis (Ekananda, 2014).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Persamaan yang digunakan dalam proses analisis *Impulse Respons Function* adalah sebagai berikut:

$$y_t = A_{ii}\varepsilon_{t-i} \quad (2.29)$$

Nilai y yang digambarkan merupakan perubahan nilai y akibat adanya *shock*. Bidang grafik IRF yang berada diatas nol menunjukkan adanya peningkatan atau penambahan. Grafik IRF menunjukkan nilai A_{ii} dari waktu ke waktu (dari i = 0 sampai tak terhingga). Sehingga peningkatan ε_{t-i} menyebabkan peningkatan y_t sebesar A_{ii} yaitu

$$y_{t-1} - y_{t-i-1} = A_{ii} \quad (2.29)$$

Dengan demikian:

1. Jika nilai dari A_{ii} bernilai positif (+) maka y_t akan meningkat sebesar A_{ii}
2. Jika nilai dari A_{ii} bernilai negatif (-) maka y_t akan menurun sebesar A_{ii}

Variabel yang berubah tergantung pada format variabel y pada saat diregresi. Sebagai ilustrasi, VAR diregresi menggunakan Δy, maka persamaan berubah menjadi:

$$\Delta y_t = A_{ii}\varepsilon_{t-1} \quad (2.30)$$

Sehingga peningkatan pada ε_{t-1} sebesar 1 nilai menyebabkan Δy_t mengalami peningkatan sebesar A_{ii}. Dengan kata lain perubahan pada y_t meningkat sebesar A_{ii}, maka:

$$\Delta y_{t-1} - \Delta y_{t-i-1} = A_{ii} \quad (2.31)$$

(Ekananda, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

L. *Variance Decomposition*

Variance Decomposition merupakan suatu metode guna untuk menyusun varians total yang didasarkan pada varians yang ada pada variabel lainnya sehingga bisa didapatkan porsi varians variabel tertentu pada varians total. Uji ini menunjukkan presentase pengaruh masing – masing variabel atas suatu variabel yang lain pada berbagai periode (Ekananda, 2014).

Penelitian dengan menggunakan VECM akan menampilkan analisis peran dari suatu variabel terhadap variabel lainnya pada kondisi adanya penyesuaian (koreksi) variabel pada trend jangka panjang dan adanya kointegrasi. *Variance Decomposition* merupakan suatu metode guna untuk menyusun pada varians total yang didasarkan pada varians dari variabel yang lainnya sehingga bisa didapatkan suatu porsi varians variabel tertentu kepada varians total. Persamaan yang ada pada *Variance Decomposition* adalah sebagai berikut:

$$\sigma_y(n)^2 = \sigma_y[\varphi_{11}(0)^2 + \varphi_{11}(1)^2 + \cdots + \varphi_{11}(n-1)^2] + \sigma_x[\varphi_{12}(0)^2 + \varphi_{12}(1)^2 + \cdots + \varphi_{12}(n-1)^2] \quad (2.32)$$

Dimana, $\sigma_y(n)^2$ merupakan *forecast* varians total yang berada pada variabel y. Jika y merupakan variabel yang ada pada persamaan sebelumnya, maka $\sigma_y(n)^2$ merupakan *forecast* varians total yang berada pada persamaan sebelumnya. Ruas kanan merupakan komponen pembentuk yang tergantung pada $[\varphi_{11}(0)^2 + \varphi_{11}(1)^2 + \cdots + \varphi_{11}(n-1)^2]$. Perhatikan bahwa komponen $\varphi_{11}(0)^2$ merupakan elemen-elemen yang berada pada matrik A yang telah dihasilkan oleh persamaan VECM. Komponen tersebut juga digunakan oleh IRF. Sehingga dapat dikatakan bahwa *Variance Decomposition* memiliki hubungan yang erat kaitannya dengan IRF.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Variance Decomposition y merupakan proporsi komponen-komponen varians yang diperoleh dari variabel lain pda persamaan VECM yang membentuk *forecast* varians y sebagai akibat adanya *shock* yang berasal dari variabel y. Jika mdel VECM hanya terdiri dari dua variabel x dan y maka proporsi komponen varians x adalah sebagai berikut:

$$\frac{\sigma_x[\varphi_{12}(0)^2+\varphi_{12}(1)^2+\cdots+\varphi_{12}(n-1)^2]}{\sigma_y(n)^2} \quad (2.33)$$

Sedangkan untuk proporsi pada komponen varians y adalah sebagai berikut:

$$\frac{\sigma_y[\varphi_{11}(0)^2+\varphi_{11}(1)^2+\cdots+\varphi_{11}(n-1)^2]}{\sigma_y(n)^2} \quad (2.34)$$

Variance Decomposition merupakan suatu alat untuk analisis persamaan VECM yang digunakan guna melihat komponen-komponen (*Decomposition*) yang mampu membentuk *forecast* varians yang terjadi (Ekananda, 2018).

M. Integrasi Penelitian dalam Al-Qur'an

Air sangat penting dalam kehidupan, sebagaimana dalam Al-Qur'an dalam surat Al-Anbiya' ayat 30:

..... وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya: dan Kami jadikan dari pada air akan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman.

Dalam tafsir "al-Misbah" Prof. Dr. Quraisy Shihab menafsirkan ayat tersebut berbicara mengenai ilmu yang membahas tentang susunan dan juga fungsi sel (sitologi) dan juga fisiologi, yang mengatakan bahwa sebenarnya air merupakan komponen yang paling penting dalam membentuk suatu sel yang merupakan satuan dari bangunan yang terdapat pada setiap makhluk hidup, seperti hewan dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

juga tumbuhan. Berdasarkan adanya biokimia mengungkapkan bahwa air merupakan unsur terpenting dalam setiap adanya interaksi maupun perubahan yang telah terjadi pada tubuh makhluk hidup. Air mampu berfungsi sebagai suatu media juga faktor pembantu, maupun bagian dari proses adanya interaksi, atau hasil dari suatu proses adanya interaksi itu sendiri. Namun pada fisiologi mengungkapkan bahwa air begitu dibutuhkan sehingga masing-masing organ mampu berfungsi dengan begitu baik. Hilangnya suatu fungsi itu akan memiliki arti sebuah kematian.

Air sangat penting bagi kehidupan manusia, sehingga manusia tidak mampu hidup tanpa adanya air. Air membawa gelombang yang berfungsi sebagai sumber energi. Air akan sangat bermanfaat jika digunakan secara bijak., mengingat hal itu tentunya sudah menjadi kewajiban bagi pihak PDAM Lamongan sebagai satu-satunya instansi pemerintah Kabupaten Lamongan yang menangani terkait penyadiaan air bersih untuk melakukan distribusi secara merata.

Maka untuk meminimalisir kurangnya pemerataan pada pendistribusian air perlu ada suatu sistem yang mampu untuk memprediksi kebutuhan akan air bersih dalam beberapa periode. Salah satu cara yang bisa dilakukan bagi pihak PDAM Kabupaten Lamongan yaitu dengan cara memprediksi akan kebutuhan masyarakat terkait persedian air bersih di tahun-tahun yang akan datang, sehingga PDAM Kabupaten Lamongan mampu untuk mempersiapkan persediaan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kabupaten Lamongan akan kebutuhan air bersih.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan terkait metode penelitian yang akan dilakukan dalam proses menyelesaikan permasalahan yang ada pada penelitian. Dalam bab ini, akan dijelaskan secara umum terkait urutan tahapan analisis penyelesaian kasus penelitian. Metode yang digunakan adalah *Vector Autoregressive* (VAR) dan *Vector Error Correction Model* (VECM).

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif kuantitatif karena data penelitian yang digunakan berupa data yang berbentuk angka atau numerik yang kemudian dideskripsikan untuk menghasilkan informasi utuh yang dapat dipahami oleh pembaca.

B. Sumber Data

Data yang digunakan berupa data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh oleh peneliti dengan cara tidak langsung melalui pihak lain dan media perantara. Data dalam penelitian ini didapatkan dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Lamongan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

C. Data Penelitian

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari 3 variabel yaitu data ketersediaan air, data kehilangan air dan data pemakaian air oleh masyarakat tiap bulan di Kabupaten Lamongan tahun 2011 sampai 2018 yang terdiri dari 96 sampel data produksi,96 sampel data kehilangan air dan 96 sampel data pemakaian air.

D. Tahapan Penelitian

Setelah data ketersediaan dan pemakaian air didapatkan maka akan dilakukan beberapa tahapan-tahapan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian dengan menggunakan VAR. Tahapan-tahapan penelitian tersebut antara lain yatu:

a. Input Data

Data yang diinputkan dalam penelitian ini yaitu data ketersediaan air, data kehilangan air dan data pemakaian air oleh masyarakat tiap bulan di Kabupaten Lamongan tahun 2011 sampai 2018.

b. Deskriptif Data

Pada langkah ini yang dilakukan adalah menganalisis data yang digunakan yaitu dengan menganalisis jumlah sampel data, jumlah data produksi air, data kehilangan air dan data penggunaan air oleh masyarakat tiap bulannya.

c. Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan dengan menggunakan uji ADF. Apabila dengan menggunakan uji ADF didapatkan data yang tidak stasioner pada tingkat level maka harus dilakukan diferensiasi data pertama (*first difference*). Apabila setelah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dilakukan *first difference* masih belum memperolah data yang stasioner maka harus dilakukan *second difference.* Dengan kriteria pengujian sebagai berikut:

H_0 diterima jika nilai absolut statistik ADF $<$ nilai kritis MacKinnon

Nilai probabilitas $>$ 0,05

H_1 diterima jika nilai absolut statistik ADF $>$ nilai kritis MacKinnon

Nilai probabilitas $<$ 0,05

d. Penentuan Panjang Lag

Penentuan panjang lag yang optimal ditentukan dengan menggunakan beberapa kriteria informasi yaitu panjang lag terpendek menurut LR (*Likehood* Ratio), AIC (*Akaike Information Critrion*), FPE (*Final Prediction* Error), HQ (*Hannan-Quin Criterion*)dan SC (*Schwarz Information Criterion*) sebagaimana yang telah dijelaskan pada Persamaan 2.19 sampai 2.22

e. Uji dan Analisis Kausalitas Granger

Uji analisis kausalitas granger dalam hal ini menggunakan metode Granger Kausality. Metode ini digunakan untuk mengetahui hubungan kausalitas diantara 2 variabel.

f. Uji Kointegrasi

Dalam penelitian ini, uji kointegrasi dilakukan dengan menggunakan metode *Johansen's Cointegration Tes.*

Untuk uji kointegrasi menggunakan hipotesis sebagai berikut:

H_0 = tidak terdapat kointegrasi

H_a = terdapat kointegrasi

Kriteria pengujiannya sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

H_0 ditolak dan H_a diterima, jika nilai *trace statistics* > nilai kritis *trace* 5%

H_0 diterima dan H_a ditolak, jika nilai *trace statistics* < nilai kritis *trace* 5%

g. Analisis IRF *(Impulse Response Function)*

Analisis IRF dilakukan guna untuk melacak suatu respon dari variabel endogen yang terdapat pada suatu sistem VAR karena adanya suatu guncangan (*shocks*) atau suatu perubahan yang ada pada variabel gangguan. Respon pada *Impulse Respons Function* yang dihasilkan bisa berupa positif, negatif dan bisa juga tidak merespon. Respon positif diperoleh ketika berada di atas garis horizon dan searah, respon negatif diperoleh ketika berada di bawah garis horizon dan berlawan arah, sedangkan dapat dikatakan tidak merespon akan ditunjukkan dengan grafik dimana responnya cenderung mendatar dan dekat pada garis horizon.

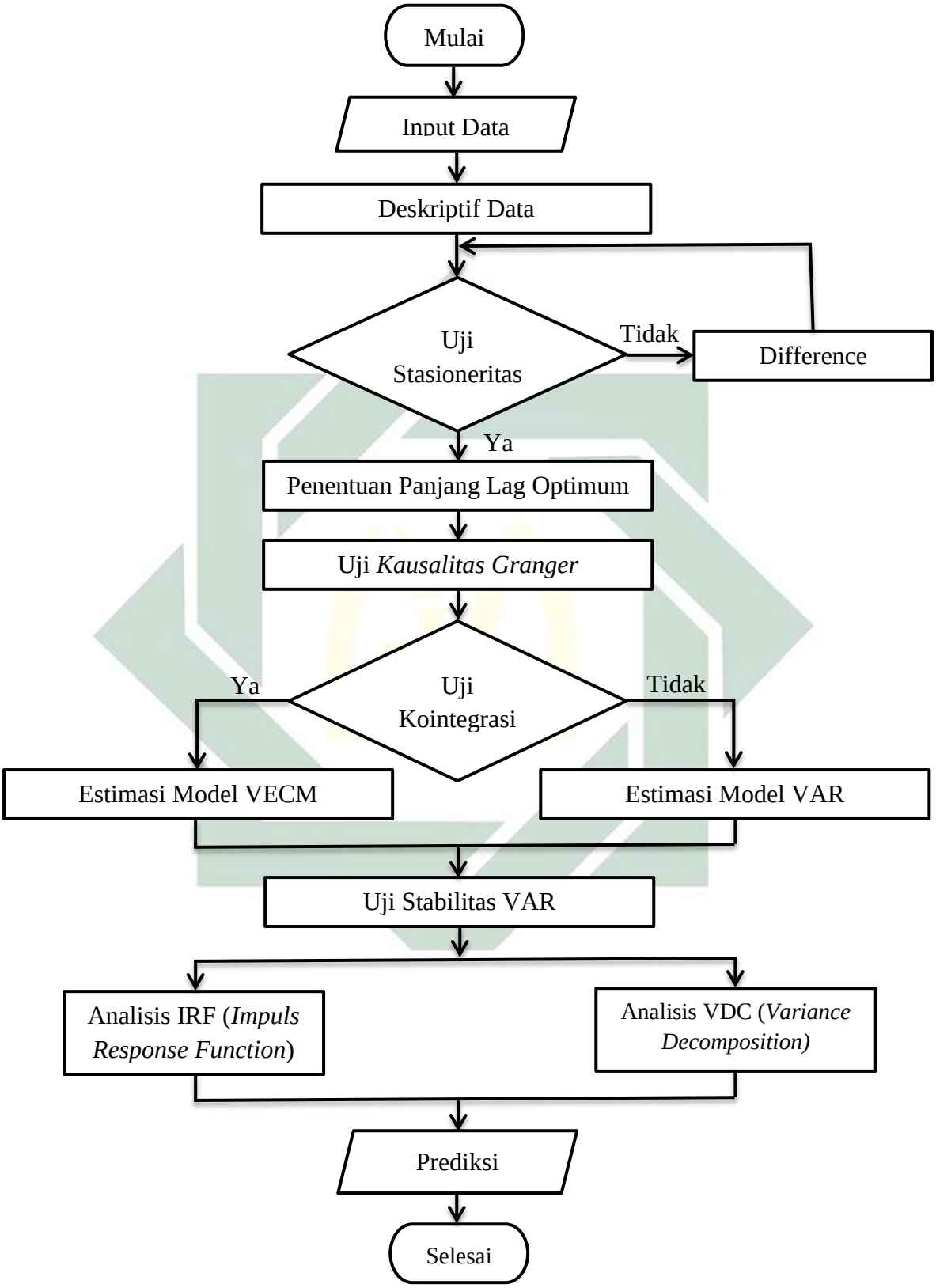
h. Analisis VDC (*Variance Decomposition)*

Variance Decomposition memberikan informasi dari pergerakan pengaruh guncangan dari sebuah variabel terhadap guncangan variabel lainnya pada saat ini dan saat yang akan datang.

E. Diagram Alir Penelitian

Dalam mencapai tujuan penelitian, perlu adanya langkah-langkah secara urut dan sistematis, adapun Gambar 3.1 merupakan representasi dari diagram alir untuk memprediksi ketersediaan air menggunakan metode VAR sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.1 Alur Penelitian

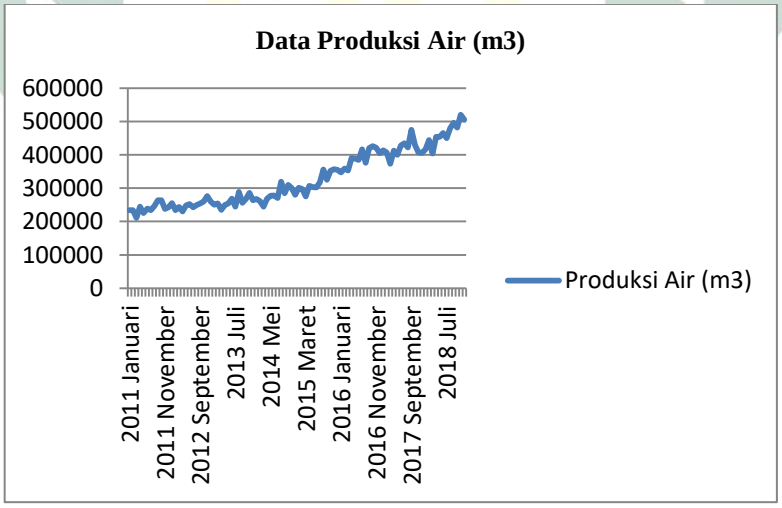
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

PEMBAHASAN

A. Statistik Deskriptif Data

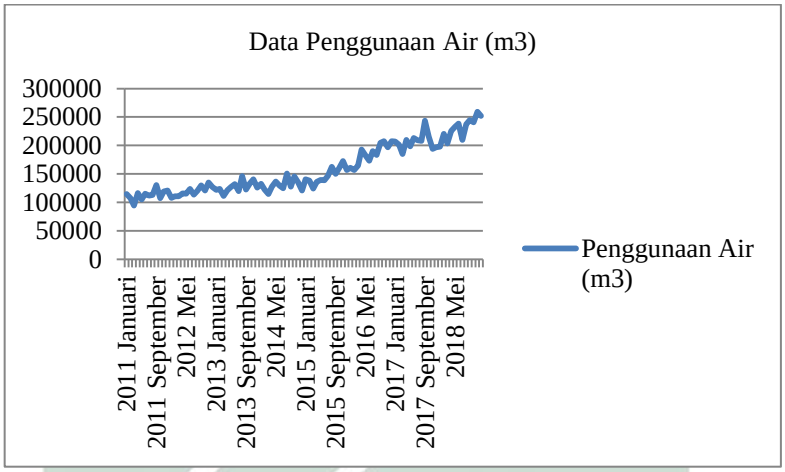
Pada penelitian ini, terdapat 3 variabel yang diteliti yaitu variabel produksi, variabel kehilangan dan variabel penggunaan. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data runtut waktu mulai dari bulan Januari 2011 sampai Desember 2018. Sehingga data yang diteliti sebanyak 288 data. Data tersebut diperoleh dari laporan bulanan Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Lamongan (data dapat dilihat secara lengkap pada lampiran 1) yang menghasilkan gambar Scatter Plot sebagai berikut.



Gambar 4.1 Hasil *Scatter Plot* Data Produksi Air

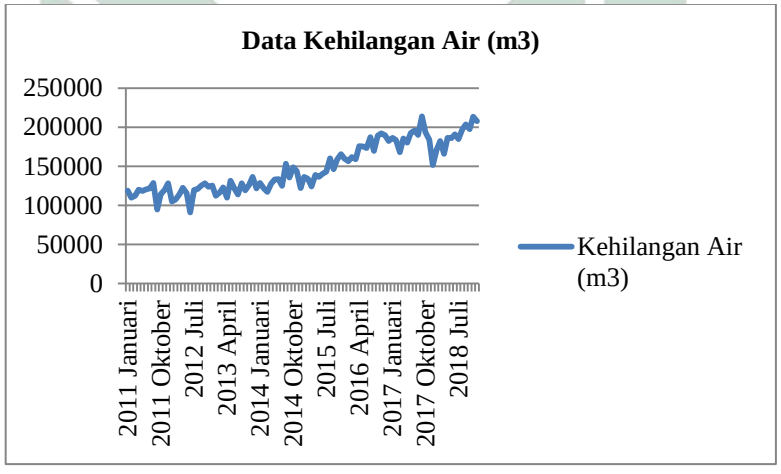
Berdasarkan pada Gambar 4.1 hasil *scatter plot* diatas menunjukkan bahwa jumlah produksi air di Perusahaan Daerah Air Minum periode bulan Januari 2011 sampai Desember 2018 selalu mengalami peningkatan (trend naik). Jumlah produksi air terendah terjadi pada bulan Maret 2011 sebesar 210907 dan jumlah tertinggi terjadi pada bulan November 2018 sebesar 520304.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2 Hasil *Scatter Plot* Data Penggunaan Air

Berdasarkan pada Gambar 4.2 hasil *scatter plot* diatas menunjukkan bahwa jumlah penggunaan air di Perusahaan Daerah Air Minum periode bulan Januari 2011 sampai Desember 2018 selalu mengalami peningkatan (trend naik). Jumlah produksi air terendah terjadi pada bulan Maret 2011 sebesar 94706 dan jumlah tertinggi terjadi pada bulan November 2018 sebesar 259359.



Gambar 4.3 Hasil *Scatter Plot* Data Kehilangan Air

Berdasarkan pada Gambar 4.3 hasil *scatter plot* diatas menunjukkan bahwa jumlah kehilangan air di Perusahaan Daerah Air Minum periode bulan Januari 2011 sampai Desember 2018 selalu mengalami peningkatan (trend naik). Jumlah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kehilangan air terendah terjadi pada bulan Juni 2012 sebesar 90892 dan jumlah tertinggi terjadi pada bulan September 2017 sebesar 213718.

Statistik deskriptif memberikan gambaran atau deskripsi suatu data yang dilihatdari nilai rata-rata (mean), standar deviasi, nilai minimum dan nilai maksimum dari masing-masing variabel. Variabel yang digunakan meliputi meliputi variabel produksi air, variabel pemakaian air dan variabel kehilangan air pada tahun 2011 sampai 2018 yang terdiri dari 96 data produksi air, 96 data pemakaian air dan 96 data kehilangan air. Dari ketiga variabel tersebut diuji dengan menggunakan pengujian statistik deskriptis, maka diperoleh hasil berdasarkan tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Statistik Deskriptif Data

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Produksi	96	210907	520304	328134.67	83669.932
Penggunaan	96	94706	259359	157470.54	43495.606
Kehilangan	96	90892	213718	148130.43	31617.637
Valid N (listwise)	96				

Pada Gambar 4.1 diatas, variabel produksi air mempunyai nilai minimal sebesar 210907 nilai maksimal sebesar 520304. Nilai rata-rata sebesar 328134.67 dan nilai standar deviasi sebesar 83669,932 dalam kurun waktu 8 tahun mulai dari bulan Januari 2011 sampai Desember 2018.

Variabel penggunaan air mempunyai nilai minimal sebesar 94706 nilai maksimal sebesar 259359. Nilai rata-rata sebesar 157470.54 dan nilai standar deviasi sebesar 43495,606 dalam kurun waktu 8 tahun mulai dari bulan Januari 2011 sampai Desember 2018.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Variabel kehilangan air mempunyai nilai minimal sebesar 90892 dan nilai maksimal sebesar 213718. Nilai rata-rata sebesar 148130.43 dan nilai standar deviasi sebesar 31617.637 dalam kurun waktu 8 tahun mulai dari bulan Januari 2011 sampai Desember 2018.

B. Uji Stasioneritas

Stasioner dalam sebuah variabel menjadi sangat penting karena akan berpengaruh terhadap hasil estimasi regresi. Regresi antar variabel-variabel yang tidak stasioner akan menghasilkan fenomena regresi palsu (*spurious regression*), dimana nilai koefisien yang dihasilkan dari estimasi menjadi tidak valid dan sulit untuk dijadikan pedoman. Dalam penelitian ini pengujian stasioneritas data dari variabel yang diteliti menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF).

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data yang memiliki rata-rata, varian dan kovarian yang konstan pada setiap waktu. Jika hasil yang diperoleh dari uji stasioneritas pada masing-masing variabel dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* menunjukkan data seluruh variabel belum stasioner pada tingkat level, maka untuk memperoleh data yang stasioner dapat dilakukan dengan *differencing data*. Langka-langkah tersebut dilakukan hingga semua variabel berada pada tingkat stasioneritas yang sama. Apabila data telah stasioner pada tingkat level maka dilanjutkan dengan persamaan VAR biasa, namun apabila data tidak stasioner pada level, dapat menggunakan model VECM.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Variabel Kehilangan

Pada tahap ini, variabel kehilangan air terlebih dahulu diuji stasioneritas datanya dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* pada tingkat level dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Kehilangan Tingkat Level

Null Hypothesis: KEHILANGAN has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-0.297239	0.9202
Test critical values:	1% level	-3.502238	
	5% level	-2.892879	
	10% level	-2.583553	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Berdasaarkan dari hasil Tabel 4.2 uji stasioneritas pada tingkat level yang dilakukan dengan menggunkan uji *Augmented Dickey Fuller* untuk variabel kehilangan dengan memperhatikan nilai absolut statistik *Augmentsed Dickey Fuller* $|-0.297239|$ lebih kecil dibandingkan dengan nilai kritis MacKinnon pada setiap α 1% $|-3{,}502238|$, 5% $|-2{,}892879|$ dan 10% $|-2{,}583553|$ dan nilai probabilitas yang didapatkan lebih besar dari 0,05 ($0{,}9202 > 0{,}05$) maka dapat disimpulkan bahwa variabel kehilangan tidak stasioner.

Karena pada variabel kehilangan tidak stasioner pada tingkat level, maka perlu dilakukan *first difference* (differensiasi pertama). Hasil pengujian pada variabel kehilangan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* dengan *first difference* (differensiasi pertama) dapat dilihat pada tabel berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.3 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Kehilangan dengan First Difference

Null Hypothesis: D(KEHILANGAN) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-10.50739	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.502238	
	5% level	-2.892879	
	10% level	-2.583553	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Berdasarkan dari hasil Tabel 4.2 diatas uji stasioneritas dengan *first difference* (differensiasi pertama) yang dilakukan dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* untuk variabel kehilangan dengan memperhatikan nilai absolut statistik *Augmented Dickey Fuller* $|-10{,}50739|$ yang lebih besar dibandingkan dengan nilai kritis MacKinnon pada setiap α 1% $|-3{,}502238|$, 5% $|-2{,}892879|$ dan 10% $|-2{,}583553|$ dan nilai probabilitas yang didapatkan lebih kecil dari 0,05 ($0{,}0000 < 0{,}05$), maka dapat disimpulkan bahwa variabel kehilangan stasioner.

b. Variabel Penggunaan

Pada variabel penggunaan air dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* pada tingkat level diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Uji Stasineritas Variabel Penggunaan Tingkat Level

Null Hypothesis: PENGGUNAAN has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		0.684518	0.9912
Test critical values:	1% level	-3.502238	
	5% level	-2.892879	
	10% level	-2.583553	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan dari hasil Tabel 4.3 uji stasioneritas pada tingkat level diperoleh nilai absolut statistik *Augmented Dickey Fuller* $|0.684518|$ lebih kecil dibandingkan dengan nilai kritis MacKinnon pada setiap α 1% $|-3{,}502238|$, 5% $|-2{,}892879|$ dan 10% $|-2{,}583553|$ dan nilai probabilitas yang didapatkan lebih besar dari 0,05 ($0{,}9912 > 0{,}05$), maka dapat disimpulkan variabel penggunaan stasioner.

Karena pada variabel penggunaan tidak stasioner pada tingkat level, maka dilakukan *first difference* (differensiasi pertama), sehingga diperoleh hasil pengujian pada variabel penggunaan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* dengan *first difference* (differensiasi pertama) dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Penggunaan dengan First Difference

Null Hypothesis: D(PENGGUNAAN) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-11.91736	0.0001
Test critical values:	1% level	-3.502238	
	5% level	-2.892879	
	10% level	-2.583553	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Berdasarkan dari hasil Tabel 4.5 diatas diperoleh nilai absolut statistik *Augmentsed Dickey Fuller* $|-11{,}91736|$ lebih besar dibandingkan dengan nilai kritis MacKinnon pada setiap α 1% $|-3{,}502238|$, 5% $|-2{,}892879|$ dan 10% $|-2{,}583553|$ dan nilai probabilitas yang didapatkan lebih kecil dari 0,05 ($0{,}0001 < 0{,}05$), oleh karenanya dapat disimpulkan bahwa variabel penggunaan stasioner.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Variabel Produksi

Pada variabel produksi air dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* pada tingkat level diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Uji Stasioneritas Variabel Produksi Tingkat Level

Null Hypothesis: PRODUKSI has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		0.931286	0.9956
Test critical values:	1% level	-3.502238	
	5% level	-2.892879	
	10% level	-2.583553	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Berdasarrkan dari hasil Tabel 4.6 diatas diperoleh nilai absolut statistik *Augmented Dickey Fuller* $|0.931286|$ lebih kecil dibandingkan dengan nilai kritis MacKinnon pada setiap α 1% $|-3{,}502238|$, 5% $|-2{,}892879|$ dan 10% $|-2{,}583553|$ dan nilai probabilitas yang didapatkan lebih besar dari 0,05 (0,9956 $>$ 0,05), maka dapat disimpulkan bahwa variabel produksi tidak stasioner.

Karena pada variabel produksi tidak stasioner pada tingkat level, maka dilakukan *first difference* (differensiasi Pertama). Selanjutnya hasil pengujian pada variabel penggunaan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* dengan *first difference* (differensiasi pertama) dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.7 Hasl Uji Stasioner Variabel Produksi dengan First Difference

Null Hypothesis: D(PRODUKSI) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-10.82605	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.502238	
	5% level	-2.892879	
	10% level	-2.583553	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Berdasarkan dari hasil tabel 4.7 diatas diperoleh nilai absolut statistik *Augmented Dickey Fuller* $|-10{,}82605|$ lebih besar dibandingkan dengan nilai kritis MacKinnon pada setiap α 1% $|-3{,}502238|$, 5% $|-2{,}892879|$ dan 10% $|-2{,}583553|$ dan nilai probabilitas yang didapatkan lebih kecil dari 0,05 (0,0000 $< 0{,}05$), maka dapat disimpulkan bahwa variabel produksi stasioner.

C. Uji Penentuan Variabel Dependen dan Panjang Lag Optimal

Estimasi dengan VAR mensyaratkan data dalam kondisi stasioner. Oleh karena data setiap variabel sudah stasioner pada tingkat *first differene* maka estimasi diharapkan mampu menghasilkan keluaran model yang valid. Dengan demikian kesimpulan penelitian mampu menghasilkan tingkat validitas yang tinggi pula. Estimasi model VAR dimulai dengan menentukan berapa panjang lag yang tepat dalam model VAR. Penentuan panjang lag yang optimal merupakan hal yang penting dalam pemodelan VAR. Jika lag optimal yang dimasukkan terlalu pendek maka dikhawatirkan tidak dapat menjelaskan kedinamisan model secara menyeluruh. Namun, jika lag optimal yang dimasukkan terlalu panjang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

akan menghasilkan estimasi yang tidak efisien kerena berkurangnya *degree of freedom* terutama bagi model yang menggunakan sampel kecil. Oleh karena itu sangat perlu untuk mengetahui lag optimal sebelum melakukan estimasi VAR.

Pendekatan VAR sangat sensitif terhadap panjang lag data yang digunakan karena penentuan panjang lag dimanfaatkan untuk mengetahui lamanya periode keterpengaruhan suatu variabel terhadap variabel masa lalunya maupun terhadap variabel endogen lainnya. Dalam penelitian ini menentukan panjang *lag* (p) model menggunakan AIC (*Akaike Information Critrion*), FPE (*Final Prediction* Error), HQ (*Hannan-Quin Criterion*) dan SC (*Schwarz Information Criterion*) dengan nilai p didapatkan melalui pemilihan p yang minimum.

Tabel 4.8 Hasil Uji Penentuan Variabel Dependen

Vector Autoregression Estimates
Date: 05/19/19 Time: 14:11
Sample (adjusted): 2011M04 2018M12
Included observations: 93 after adjustments
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	D(KEHILANGAN)	D(PENGGUNAAN)	D(PRODUKSI)
D(KEHILANGAN(-1))	-0.535857	0.165667	-0.026229
	(0.12841)	(0.13894)	(0.21975)
	[-4.17291]	[1.19236]	[-0.11936]
D(KEHILANGAN(-2))	-0.372681	-0.014151	-0.153357
	(0.12729)	(0.13772)	(0.21782)
	[-2.92788]	[-0.10275]	[-0.70405]
D(PENGGUNAAN(-1))	0.302401	-0.572280	0.348071
	(0.17383)	(0.18809)	(0.29748)
	[1.73959]	[-3.04266]	[1.17008]
D(PENGGUNAAN(-2))	-0.199290	-0.460298	-0.090185
	(0.17669)	(0.19117)	(0.30236)
	[-1.12791]	[-2.40773]	[-0.29827]
D(PRODUKSI(-1))	-0.155426	-0.115020	-0.833354
	(0.11363)	(0.12295)	(0.19446)
	[-1.36777]	[-0.93550]	[-4.28552]
D(PRODUKSI(-2))	0.221147	0.089327	-0.137218

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

	(0.11588)	(0.12538)	(0.19830)
	[1.90844]	[0.71246]	[-0.69198]
C	1603.417	3193.102	5822.412
	(1146.79)	(1240.80)	(1962.45)
	[1.39818]	[2.57342]	[2.96691]
R-squared	0.347156	0.358450	0.362591
Adj. R-squared	0.301609	0.313691	0.318121
Sum sq. resids	9.77E+09	1.14E+10	2.86E+10
S.E. equation	10657.72	11531.41	18238.04
F-statistic	7.621901	8.008404	8.153549
Log likelihood	-990.8082	-998.1357	-1040.770
Akaike AIC	21.45824	21.61582	22.53269
Schwarz SC	21.64887	21.80645	22.72332
Mean dependent	1026.710	1689.441	3176.204
S.D. dependent	12753.08	13919.46	22086.37

Determinant resid covariance (dof adj.)	8.51E+23
Determinant resid covariance	6.73E+23
Log likelihood	-2947.140
Akaike information criterion	63.83098
Schwarz criterion	64.40286
Number of coefficients	21

Berdasarkan dari hasil Tabel 4.8 diatas diperoleh nilai R-square sebesar 0,347156 pada variabel kehilangan, 0,358450 pada variabel 0,358450 pada variabel penggunaan dan 0.362591 pada variabel produksi. Karena nilai R-square pada masing-masing variabel berbeda maka dapat ditentukan variabel dependen dengan melihat pada R-square terbesar, dimana R-square terbesar senilai 0.362591 yaitu pada variabel produksi. Setelah menentukan variabel dependen, langkah selanjutnya adalah menentukan lag yang optimal. Penentuan lag yang optimal sangat penting karena variabel independen yang digunakan tidak lain adalah lag dari variabel endogennya. Hasil uji penentuan lag yang optimal dapa dilihat pada Tabel 4.9 sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.9 Hasil Uji Penentuan Panjang Lag Optimal

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: D(KEHILANGAN) D(PENGGUNAAN) D(PRODUKSI)
Exogenous variables: C
Date: 05/21/19 Time: 16:56
Sample: 2011M01 2018M12
Included observations: 87

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2814.184	NA	2.68e+24	64.76286	64.84789	64.79709
1	-2769.578	85.11077	1.18e+24	63.94432	64.28445*	64.08128
2	-2749.658	36.63421	9.22e+23	63.69329	64.28851	63.93297
3	-2732.678	30.05622	7.69e+23	63.50985	64.36016	63.85224*
4	-2721.614	18.82266*	7.36e+23*	63.46238*	64.56779	63.90750
5	-2718.675	4.796255	8.51e+23	63.60173	64.96223	64.14956
6	-2710.491	12.79302	8.75e+23	63.62049	65.23608	64.27104
7	-2702.881	11.37127	9.14e+23	63.65244	65.52313	64.40571
8	-2697.068	8.285238	1.00e+24	63.72571	65.85149	64.58169

* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

Penentuan panjang selang optimal atau panjang lag optimal dengan beberapa kriteria yang ada seperti *Final Prediction Error* (FPE), *Akaike Information Criterion* (AIC) and *Hannan-Quinn Criterion* (HQ) maka dalam menentukan panjang lag yang optimal terjadi jika nilai-nilai kriteria diatas mempunyai nilai absolut paling kecil. Dari hasil tabel diatas dapat ditentukan panjang lag optimal melalui nilai absolut paling kecil yang ditandai dengan banyaknya bintang pada periode tersebut. Pada lag 1 dan 3 banyaknya bintang hanya 1 dan pada lag 4 banyaknya bntang ada 3. Sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang lag yang optimal adalah 4.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

D. Uji Kointegrasi

Setelah melakukan penentuan panjang lag yang optimal, selanjutnya melakukan uji kointegrasi. Kointegrasi merupakan suatu hubungan jangka panjang antara variabel-variabel yang tidak stasioner. Dengan kata lain walaupun secara individual variabel-variabel tersebut tidak stasioner, namun kombinasi antar variabel tersebut dapat menjadi stasioner. Uji kointegrasi ini menggunakan metode *Johansen's Cointegration Test* dengan data stasioner pada tingkat difference pertama. Hasil uji kointegrasi pada masing-masing hubungan dapat dilihat pada Tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4.11 Hasil Uji Kointegrasi

Date: 07/09/19 Time: 07:09
Sample (adjusted): 2011M05 2018M12
Included observations: 92 after adjustments
Trend assumption: Linear deterministic trend
Series: D(KEHILANGAN) D(PENGGUNAAN) D(PRODUKSI)
Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.605453	178.2612	29.79707	0.0001
At most 1 *	0.488784	92.69977	15.49471	0.0000
At most 2 *	0.285836	30.97114	3.841466	0.0000

Trace test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.605453	85.56146	21.13162	0.0000
At most 1 *	0.488784	61.72863	14.26460	0.0000
At most 2 *	0.285836	30.97114	3.841466	0.0000

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Max-eigenvalue test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Berdasarkan hasil uji kointegrasi didapatkan nilai Trace Statistic pada ketiga barisnya lebih besar dibandingkan nilai kritis, pada baris pertama nilai trace statistic sebesar 178,2612 lebih besar dari nilai kritis 29,79707, pada baris kedua nilai trace statistic sebesar 92,69977 lebih besar dari nilai kritis 15,49471, pada baris ketiga nilai trace statistic sebesar 30,97114 lebih besar dari nilai kritis 3,841466 yang menunjukkan bahwa pada masing-masing data nilai time series terdapat 3 indikasi kointegrasi pada taraf kepercayaan 95% atau taraf signifikansi 0.05 yang artinya H_0 ditolak yang menyatakan tidak ada kointegrasi dan H_1 diterima yang menyatakan adanya kointegrasi.

Untuk melihat implikasi hubungan pada data produksi air yang ada, dilakukan juga uji *Maximum-Eigenvalue*. Sama dengan uji *Trace Statistic*, uji ini juga digunakan untuk melihat ada tidaknya kointegrasi yang terjadi diantara data produksi air.

Berdasarkan hasil uji kointegrasi didapatkan nilai *Maximum Eigenvalue* pada ketiga barisnya lebih besar dibandingkan nilai kritisnya. Pada baris pertama nilai *Maximum Eigenvalue* sebesar 85,56146 lebih besar dari nilai kritis 21,13162. Pada baris kedua nilai *Maximum Eigenvalue* sebesar 61,72863 lebih besar dari nilai kritis 14,264660. Pada baris ketiga nilai *Maximum Eigenvalue* sebesar 30,97114 lebih besar dari nilai kritis 3,841466 yang menunjukkan bahwa, pada masing-masing data nilai *time series* dari tahun 2011-2018 terdapat 3 indikasi kointegrasi pada taraf kepercayaan 95% atau taraf signifikansi 0.05 yang artinya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

H_0 ditolak yang menyatakan tidak ada kointegrasi dan H_1 diterima yang menyatakan adanya kointegrasi dan hubungan jangka panjang. Hal tersebut mengartikan bahwa jika ada kenaikan nilai produksi air, maka akan mempengaruhi ketersediaan air pula.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan Tabel 4.11 diatas dapat dilihat bahwa nilai *trace statistic* dan *maximum eigenvalue* lebih besar dibandingkan dengan nilai *critical value* dengan tingkat kepercayaan 95% atau tingkat signifikansi 5%. Hal tersebut berarti H_0 yang menyatakan bahwa tidak ada kointegrasi ditolak dan hipotesis alternative yang menyatakan bahwa ada kointegrasi diterima. Dengan demikian dari hasil uji kointegrasi mengindikasikan bahwa variabel produksi, pemakaian dan kehilangan memiliki hubungan stabilitas/keseimbangan dan kesamaan pergerakan dalam jangka panjang. Sementara dalam jangka pendek seluruh variabel saling menyesuaikan untuk mencapai keseimbangan jangka panjang.

Karena diidentifikasi pada sub bab sebelumnya bahwa semua data stasioner di tingkat *first* difference dan semua data juga terkointegrasi, maka analisis selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan model VECM.

E. Estimasi dan Evaluasi Model VECM

Model VECM sangat erat hubungannya dengan uji kointegrasi, dimana VECM merupakan pengembangan model VAR untuk runtun waktu yang tidak stasioner dan memiliki hubungan satu atau lebih hubungan kointegrasi antar variabel-variabel penelitian. Pada tahap ini akan dibahas hubungan akar karakteristik dan vektor karakteristik pada kasus VECM yang diturunkan dari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

VAR. Sehingga akan ditinjau persamaan sistem VAR yang terdiri dari 3 variabel yaitu variabel produksi (PDS), penggunaan (PGN) dan kehilangan (KLN) sebagai berikut.

$$PDS_t = \alpha_{10} + \beta_{11}PDS_{t-1} + \beta_{12}PGN_{t-1} + \beta_{13}KLN_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$PGN_t = \alpha_{20} + \beta_{21}PDS_{t-1} + \beta_{22}PGN_{t-1} + \beta_{23}KLN_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

$$KLN_t = \alpha_{30} + \beta_{31}PDS_{t-1} + \beta_{32}PGN_{t-1} + \beta_{33}KLN_{t-1} + \varepsilon_{3t}$$

Setiap persamaan diatas membentuk diferensiasi seperti halnya persamaan tunggal pada ECM sebagai berikut:

$$PDS_t - PDS_{t-1} = \alpha_{10} + \beta_{11}\Delta PDS_{t-1} - PDS_{t-1} + \beta_{12}PDS_{t-2} + \beta_{13}\Delta PGN_{t-1} + \beta_{14}xPGN_{t-2} + \beta_{15}\Delta KLN_{t-1} + \beta_{16}KLN_{t-2} + \varepsilon_{1t}$$

$$PGN_t - PGN_{t-1} = \alpha_{20} + \beta_{21}\Delta PDS_{t-1} - PGN_{t-1} + \beta_{22}PDS_{t-2} + \beta_{23}\Delta PGN_{t-1} + \beta_{24}PGN_{t-2} + \beta_{25}\Delta KLN_{t-1} + \beta_{26}KLN_{t-2} + \varepsilon_{2t}$$

$$KLN_t - KLN_{t-1} = \alpha_{30} + \beta_{31}\Delta PDS_{t-1} - KLN_{t-1} + \beta_{32}PDS_{t-2} + \beta_{33}\Delta PGN_{t-1} + \beta_{34}PGN_{t-2} + \beta_{35}\Delta KLN_{t-1} + \beta_{36}KLN_{t-2} + \varepsilon_{3t}$$

Selanjutnya, berdasarkan persamaan yang telah diuraikan diatas diatur kembali menjadi bentuk VECM sebagai berikut:

$$\Delta PDS_t = \alpha_{10} + \beta_{11}\Delta PDS_{t-1} + \beta_{13}\Delta PGN_{t-1} + \beta_{15}\Delta KLN_{t-1} - \partial_1(PDS_{t-1} - \beta_{12}PDS_{t-2} - \beta_{14}PGN_{t-2} - \beta_{16}KLN_{t-2}) + \varepsilon_{1t}$$

$$\Delta PGN_t = \alpha_{20} + \beta_{21}\Delta PDS_{t-1} + \beta_{23}\Delta PGN_{t-1} + \beta_{25}\Delta KLN_{t-1} - \partial_2(PGN_{t-1} - \beta_{22}PDS_{t-2} - \beta_{24}PGN_{t-2} - \beta_{26}KLN_{t-2}) + \varepsilon_{2t}$$

$$\Delta KLN_t = \alpha_{30} + \beta_{31}\Delta PDS_{t-1} + \beta_{33}\Delta PGN_{t-1} + \beta_{35}\Delta KLN_{t-1} - \partial_3(KLN_{t-1} - \beta_{32}PDS_{t-2} - \beta_{34}PGN_{t-2} - \beta_{36}KLN_{t-2}) + \varepsilon_{3t}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil uji stasioneritas dan uji kointegrasi data, maka estimasi model dilakukan menggunakan *Restricted Vector Autoregression (Restricted VAR)* atau *Vector Error Correction Model* (VECM). Dalam tahapan ini, hasil estimasil model VECM antar variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.12 sebagai berikut:

Tabel 4.12 Hasil Estimasi Model VECM

Vector Error Correction Estimates
Date: 06/20/19 Time: 12:56
Sample (adjusted): 2011M05 2018M12
Included observations: 92 after adjustments
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

Cointegrating Eq:	CointEq1
D(KEHILANGAN(-1))	1.000000
D(PENGGUNAAN(-1))	0.865830 (0.17854) [4.84956]
D(PRODUKSI(-1))	-1.024484 (0.11360) [-9.01826]
C	795.4767

Error Correction:	D(KEHILANGAN,2)	D(PENGGUNAAN,2)	D(PRODUKSI,2)
CointEq1	-1.119125 (0.27706) [-4.03936]	-0.252360 (0.32520) [-0.77601]	1.239176 (0.46552) [2.66190]
D(KEHILANGAN(-1),2)	-0.214593 (0.20541) [-1.04470]	0.231816 (0.24111) [0.96146]	-1.033501 (0.34514) [-2.99441]
D(KEHILANGAN(-2),2)	-0.239891 (0.12942) [-1.85364]	0.013762 (0.15191) [0.09060]	-0.758148 (0.21745) [-3.48650]
D(PENGGUNAAN(-1),2)	1.013519 (0.21984) [4.61021]	-0.661922 (0.25805) [-2.56511]	-0.336099 (0.36939) [-0.90987]
D(PENGGUNAAN(-2),2)	0.317068 (0.16473) [1.92473]	-0.398599 (0.19336) [-2.06142]	-0.261743 (0.27679) [-0.94562]

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

D(PRODUKSI(-1),2)	-1.010367	-0.374242	-0.366490
	(0.22079)	(0.25916)	(0.37099)
	[-4.57607]	[-1.44403]	[-0.98787]
D(PRODUKSI(-2),2)	-0.321591	-0.153195	-0.087414
	(0.13454)	(0.15792)	(0.22606)
	[-2.39030]	[-0.97007]	[-0.38668]
C	155.7162	110.9477	13.62201
	(1294.91)	(1519.94)	(2175.77)
	[0.12025]	[0.07299]	[0.00626]
R-squared	0.701354	0.657428	0.731177
Adj. R-squared	0.676466	0.628880	0.708775
Sum sq. resids	1.29E+10	1.78E+10	3.65E+10
S.E. equation	12414.43	14571.87	20859.40
F-statistic	28.18129	23.02909	32.63898
Log likelihood	-993.6062	-1008.348	-1041.349
Akaike AIC	21.77405	22.09452	22.81194
Schwarz SC	21.99333	22.31380	23.03122
Mean dependent	-147.2500	-318.8696	-515.9891
S.D. dependent	21825.64	23919.83	38653.35
Determinant resid covariance (dof adj.)		1.77E+24	
Determinant resid covariance		1.35E+24	
Log likelihood		-2947.388	
Akaike information criterion		64.66062	
Schwarz criterion		65.40071	
Number of coefficients		27	

Berdasarkan dari hasil Tabel 4.12 diatas hasil estimasi VECM antar variabel variabel penelitian baik melalui jangka pendek maupun jangka panjang dapat dilihat pada Tabel 4.13 sebagai berikut:

Tabel 4.13 Hasil Estimasi VECM Variabel Kehilangan pada Jangka Pendek

Variabel	Koefisien	T statistic
CointEq1	- 1,119125	- 4,03936
D(KEHILANGAN(-1))	- 0,214593	- 1,04470
D(KEHILANGAN(-2))	- 0,239891	- 1,85364
D(PENGGUNAAN(-1))	1,013519	4,61021
D(PENGGUNAAN(-2))	0,317068	1, 92473
D(PRODUKSI(-1))	- 1,010367	- 4,57607
D(PRODUKSI(-2))	- 0,321591	- 2,39030
C	155,7162	0,12025

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan Tabel 4.13 diperoleh persamaan VECM untuk variabel kehilangan sebagai berikut.

$$\Delta KLN_t = 155{,}7162 - \ 1{,}010367\ \Delta PDS_{t-1} + \ 1{,}013519\ \Delta PGN_{t-1} - 0{,}214593\ \Delta KLN_{t-1} - \partial_3(KLN_{t-1} + \ 0{,}321591\ PDS_{t-2} - 0{,}317068\ PGN_{t-2} + \ 0{,}239891 KLN_{t-2}) + \ \varepsilon_{3t}$$

Tabel 4.14 Hasil Estimasi VECM Variabel Penggunaan pada Jangka Pendek

Variabel	Koefisien	T statistic
CointEq1	- 0,252360	- 0,77601
D(KEHILANGAN(-1))	0,231816	0,96146
D(KEHILANGAN(-2))	0,013762	0,09060
D(PENGGUNAAN(-1))	- 0,661922	- 2,56511
D(PENGGUNAAN(-2))	- 0,398599	- 2,06142
D(PRODUKSI(-1))	- 0,374242	- 1,44403
D(PRODUKSI(-2))	- 0,153195	- 0,97007
C	110,9477	0,07299

Berdasarkan Tabel 4.14 diatas maka diperoleh persamaan VECM untuk variabel penggunaan sebagai berikut.

$$\Delta PGN_t = 110{,}9477 - \ 0{,}374242\ \Delta PDS_{t-1} - \ 0{,}398599\ \Delta PGN_{t-1} + 0{,}231816\ \Delta KLN_{t-1} - \partial_2(PGN_{t-1} + 0{,}153195\ PDS_{t-2} + 0{,}398599\ PGN_{t-2} - 0{,}013762\ KLN_{t-2}) + \varepsilon_{2t}$$

Tabel 4.15 Hasil Estimasi VECM Variabel Produksi Jangka Pendek

Variabel	Koefisien	T statistic
CointEq1	1,23917	2,66190
D(KEHILANGAN(-1))	- 1,033501	- 2,99441
D(KEHILANGAN(-2))	- 0,758148	- 3,48650
D(PENGGUNAAN(-1))	- 0,336099	- 0,90987
D(PENGGUNAAN(-2))	- 0,261743	- 0,94562
D(PRODUKSI(-1))	- 0,366490	- 0,98787

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

D(PRODUKSI(-2))	- 0,087414	- 0,38668
C	13,62201	0,00626

Berdasarkan Tabel 4.15 diatas maka diperoleh persamaan VECM untuk variabel kehilangan sebagai berikut.

$$\Delta PDS_t = 13{,}62201 - 0{,}366490\,\Delta PDS_{t-1} - 0{,}336099\,\Delta PGN_{t-1} - 1{,}033501\,\Delta KLN_{t-1} - \partial_1(PDS_{t-1} + 0{,}087414\,PDS_{t-2} + 0{,}261743\,PGN_{t-2} + 0{,}758148 KLN_{t-2}) + \varepsilon_{1t}$$

Tabel 4.16 Hasil Estimasi VECM Jangka Panjang

Variabel	Koefisien	T statistic
D(PENGGUNAAN(-1))	- 6,372539	- 6,06414
D(PRODUKSI(-2))	2,335108	3,93999
C	795.4767	

Berdasarkan data Tabel 4.16 diatas dapat dijelaskan bahwa dalam jangka panjang

a. Hanya variabel penggunaan dan produksi yang secara signifikan mempengaruhi kenaikan dan penurunan ketersediaan air. Variabel penggunaan mempengaruhi secara negatif -6,372539 dan variabel produksi mempengaruhi secara positif sebesar 2,335108.
b. Variabel penggunaan berpengaruh negatif dan signifikan pada lag pertama (1) pada taraf nyata 5% sebesar -6,372539. Artinya apabila terjadi kenaikan satu poin pada tahun sebelumnya, maka akan menurunkan variabel kehilangan sebesar -6,372539 persen pada tahun sekarang.
c. Variabel produksi berpengaruh positif dan signifikan pada lag kedua (2) pada taraf nyata lima persen sebesar 2,335108. Artinya apabila terjadi kenaikan satu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

poin pada 2 tahun sebelumnya, maka akan menaikkan variabel kehilangan sebesar 2,335108 persen pada tahun sekarang.

Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Akurasi Model

Forecast Evaluation
Date: 07/10/19 Time: 18:20
Sample: 2011M01 2020M12
Included observations: 120

Variable	Inc. obs.	RMSE	MAE	MAPE	Theil
KEHILANGAN	96	17881.58	14675.95	9.301421	0.056402
PENGGUNAAN	96	26481.56	22132.92	12.32308	0.075647
PRODUKSI	96	45783.52	39214.38	10.80978	0.063645

RMSE: Root Mean Square Error
MAE: Mean Absolute Error
MAPE: Mean Absolute Percentage Error
Theil: Theil inequality coefficient

Berdasarkan Tabel 4.17 diperoleh hasil nilai MAPE untuk variabel kehilangan sebesar 9.301421 atau 9,3%, pada variabel penggunaan diperoleh hasil nilai sebesar 12.32308 atau 12,3% dan pada variabel produksi diperoleh hasil nilai sebesar 10.80978 atau 10,8%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang telah didaapatkan memiliki kinerja yang bagus karena hasil yang diperoleh masih berada diantara kisaran 10% sampai dengan 20%.

F. Uji Stabilitas VECM

Sebelum masuk pada tahapan analisis yang lebih jauh, hasil estimasi sistem persamaan VECM yang telah terbentuk perlu diuji stabilitasnya. Melalui VECM *stability condition check* yang berupa *roots of characteristic polynomial* terhadap seluruh variabel yang digunakan dikalikan jumlah lag dari masing-masing VECM. stabilitas VECM perlu di uji karena jika hasil estimasi stabilitas VECM tidak stabil maka analisis IRF dan FEVD menjadi tidak valid. Berdasarkan hasil

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pengujian tersebut, suatu sistem VECM dikatakan stabil jika seluruh akar atau *roots* nya memiliki modulus lebih kecil dari satu.

Tabel 4.18 Hasil Uji Stabilitas VECM

Roots of Characteristic Polynomial
Endogenous variables: D(KEHILANGAN) D(PENGGUNAAN) D(PRODUKSI)
Exogenous variables: C
Lag specification: 1 8
Date: 05/21/19 Time: 16:56

Root	Modulus
0.061977 + 0.906230i	0.908347
0.061977 - 0.906230i	0.908347
-0.897969	0.897969
0.755210 + 0.454838i	0.881600
0.755210 - 0.454838i	0.881600
-0.796742 - 0.377329i	0.881575
-0.796742 + 0.377329i	0.881575
-0.521281 - 0.701743i	0.874173
-0.521281 + 0.701743i	0.874173
-0.694901 - 0.513764i	0.864199
-0.694901 + 0.513764i	0.864199
0.131710 - 0.845326i	0.855525
0.131710 + 0.845326i	0.855525
-0.303748 + 0.781069i	0.838053
-0.303748 - 0.781069i	0.838053
0.406217 - 0.675799i	0.788490
0.406217 + 0.675799i	0.788490
0.562157 + 0.463782i	0.728776
0.562157 - 0.463782i	0.728776
-0.662897 + 0.252964i	0.709523
-0.662897 - 0.252964i	0.709523
0.623815	0.623815
0.089658 + 0.485129i	0.493345
0.089658 - 0.485129i	0.493345

No root lies outside the unit circle.
VAR satisfies the stability condition.

Berdasarkan uji stabilitas VAR yang ditunjukkan pada Tabel 4.18 bahwa stabilitas model dapat dilihat dari nilai modulus pada tabel AR roots nya. Jika seluruh nilai AR rootsnya dibawah satu maka model tersebut stabil. Pada tabel diatas berdasarkan uji stabilitas VAR yang ditunjukkan pada tabel Roots of Characteristic Polynomial dapat dilihat bahwa estimasi stabilitas VAR akan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

digunakan untuk analisis IRF dan FEVD telah stabil karena seluruh nilai modulus yang kurang dari 1 sehingga sampai lag ke 8 model masih stabil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa estimasi stabilitas VAR yang akan digunakan untuk analisis IRF dan FEVD telah stabil karena kisaran modulus kurang dari 1.

G. Uji Kausalitas Granger

Pada tahap ini dilakukan Uji kausalitas Granger (*Granger Causality Test*) untuk melihat apakah masing-masing variabel memiliki hubungan timbal balik atau tidak. Dengan kata lain, apakah satu variabel memiliki hubungan sebab akibat dengan variabel lainnya secara signifikan, karena setiap variabel dalam penelitian mempunyai kesempatan untuk menjadi variabel endogen maupun eksogen. Uji kausalitas pada penelitian ini menggunakan VAR Pairwise Granger Causality Test dan menggunakan taraf nyata 5% dengan hipotesis penelitian

H_0 = Tidak memiliki hubungan kausalitas

H_1 = memiliki hubungan kausalitas

Uji Kriteria

H_0 diterima, jika nilai probabilitas $> \alpha\ (o,05)$

H_1 diterima, jika nilai probabilitas $< \alpha\ (o,05)$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.19 Hasil Uji Kausalitas Granger

Pairwise Granger Causality Tests
Date: 05/30/19 Time: 20:55
Sample: 2011M01 2018M12
Lags: 4

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
PENGGUNAAN does not Granger Cause KEHILANGAN	92	1.42956	0.2314
KEHILANGAN does not Granger Cause PENGGUNAAN		0.41751	0.7956
PRODUKSI does not Granger Cause KEHILANGAN	92	3.67032	0.0084
KEHILANGAN does not Granger Cause PRODUKSI		2.42888	0.0541
PRODUKSI does not Granger Cause PENGGUNAAN	92	1.95147	0.1096
PENGGUNAAN does not Granger Cause PRODUKSI		0.90861	0.4629

Berdasarkan hasil Tabel 4.19 diatas uji Kausalitas Granger menunjukkan bahwa semua variabel tidak memiliki hubungan kausalitas kecuali variabel produksi memiliki hubungan kausalitas dengan variabel kehilangan namun tidak untuk sebaliknya. Hasil setiap kriteria dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Variabel penggunaan secara statistik tidak signifikan mempengaruhi variabel kehilangan dan begitupun sebaliknya variabel kehilangan secara statistik tidak signifikan mempengaruhi variable penggunaan yang dibuktikan dengan hasil nilai probabilitas masing-masing lebih besar dari 0,05 yaitu 0,2314 dan 0,7956. Sehingga hipotesis H_0 diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi hubungan kausalitas antara variabel penggunaan dan kehilangan.
b. Variabel produksi secara statistik signifikan mempengaruhi variabel kehilangan yang dibuktikan dengan hasil nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 yaitu 0,0084 ($0{,}0084 < 0{,}05$). Sehingga hipotesis H_0 ditolak. Oleh karenanya, dapat disimpulkan bahwa terjadi hubungan kausalitas antara variabel produksi terhadap kehilangan. Namun sebaliknya untuk variabel kehilangan secara

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

statistik tidak signifikan mempengaruhi variabel produksi yang dibuktikan dengan hasil nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 yaitu 0,0541 (0,0541 > 0,05). Sehingga hipotesis H_0 diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi hubungan kausalitas antara variabel produksi dan kehilangan. Variabel produksi memiliki hubungan kausalitas terhadap variabel kehilangan, artinya ketika pihak PDAM Lamongan melakukan kesalahan dengan banyaknya kehilangan terhadap air, pihak PDAM tentunya juga akan melihat terhadap tingkat produksi air, karena besarnya jumlah kehilangan akan air tentunya juga akan menentukan besarnya produksi air yang harus dipenuhi oleh pihak PDAM Lamongan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terjadi hubungan kausalitas satu arah antara variabel produksi dan variabel kehilangan yaitu hanya variabel produksi yang secara statistik signifikan mempengaruhi variabel kehilangan dan tidak terjadi sebaliknya.

c. Variabel produksi secara statistik tidak signifikan mempengaruhi variabel penggunaan dan begitupun sebaliknya variabel penggunaan secara statistik tidak signifikan mempengaruhi variable produksi yang dibuktikan dengan hasil nilai probabilitas masing-masing lebih besar dari 0,05 yaitu 0,1096 dan 0,4629 (0,1096 > 0,05) dan (0,4629> 0,05). Sehingga hipotesis H_0 diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi hubungan kausalitas antara variabel penggunaan dan kehilangan.

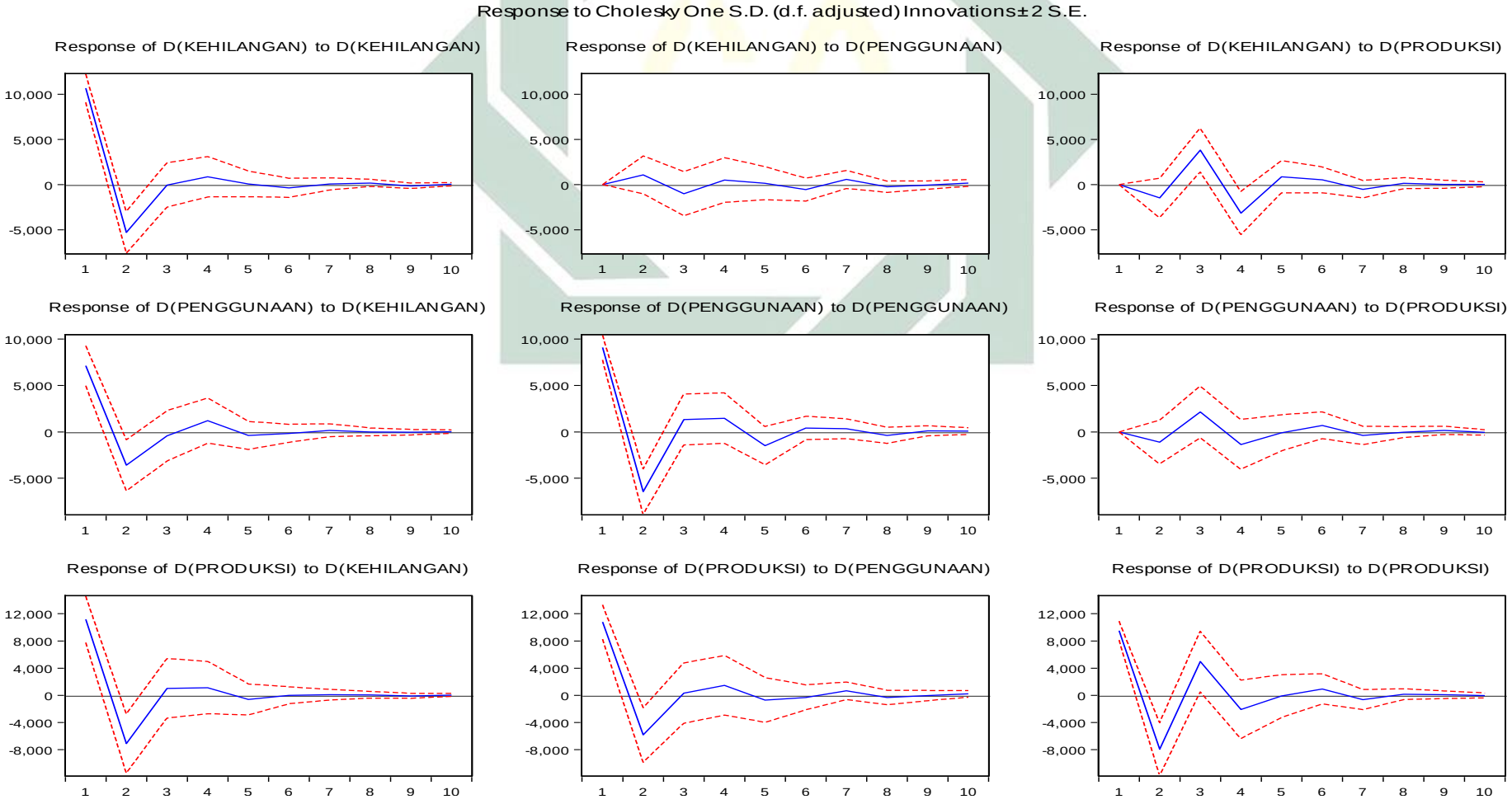
H. Analisis IRF (*Impuls Response Function)*

Analisis *Impuls Response Function* ini digunakan untuk menggambarkan *shock* variabel satu terhadap variabel lain pada rentang periode tertentu, sehingga dapat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dilihat lamanya waktu yang dibutuhkan variabel dependen dalam merespon *shock* variabel independennya. Artinya bahwa uji *Impuls Response Function* difungsikan untuk mengetahui banyaknya jumlah yang dibutuhkan produksi dalam merespon *shock* atau perubahan yang terjadi pada variabel kehilangan maupun variabel penggunaan. Adapun hasil IRF (*Impuls Response Function*) yang disajikan dengan grafik dapat dilihat sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.4 Grafik Analisis IRF (*Impulse Response Function*)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan Gambar 4.4 diatas dapat dilihat bahwa terdapat 9 grafik hasil *Impuls Response Function*, namun hanya 6 grafik yang digunakan dalam analisis *Impuls Response Function* karena ketiga sisanya hanya menjelaskan respon suatu variabel akibat *shock* atau guncangan dari variabel itu sendiri.

Selain analisis dengan menggunakan grafik seperti pada gambar 4.4 diatas, analisis *Impuls Response Function* juga dapat dilihat melalui nilai *Impuls Response Function* setiap periode maupun secara komulatif. Hasil nilai *Impuls Response Functionuntuk* setiap periode selama 10 periode dapat dilihat pada Tabel 4.20 sebagai berikut:

Tabel 4.20 Hasil Analisis IRF Variabel Kehilangan

	Response of D(KEHILANGAN):		
Period	D(KEHILANGAN)	D(PENGGUNAAN)	D(PRODUKSI)
1	12414.43	0.000000	0.000000
2	-1832.711	2219.785	1198.730
3	4465.819	-576.4152	4856.112
4	4930.821	1813.141	-1107.075
5	2751.529	326.7465	942.1068
6	5335.613	-171.0066	2029.628
7	2416.463	2316.898	1672.741
8	4119.114	-377.2791	1352.325
9	4279.213	940.0630	737.0293
10	3629.970	1014.064	1598.390

Berdasarkan Tabel 4.20 hasil analisis *Impuls Response* diatas dapat dilihat bahwa:

a. Respon yang ditunjukkan oleh variabel kehilangan pada variabel penggunaan awal periode tidak memberikan *shock* atau guncangan karena nilai standarisasinya adalah nol. Selanjutnya respon variabel kehilangan pada variabel penggunaan menunjukkan respon yang fluktuatif (merespon secara positif dan negatif) yang cenderung menurun. Sehingga penurunan variabel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kehilangan memberikan dampak penurunan pula terhadap variabel penggunaan.

b. Respon yang ditunjukkan oleh variabel kehilangan pada variabel produksi awal periode tidak memberikan *shock* atau guncangan karena nilai standarisasinya adalah nol. Selanjutnya menunjukkan respon positif pada periode kedua dan ketiga, namun pada periode keempat menunjukkan respon negatif dan periode-periode berikutnya menunjukkan respon positif sampai pada periode berikutnya yang cenderung naik. Sehingga kenaikan pada variabel kehilangan memberikan dampak kenaikan pula terhadap variabel produksi.

Tabel 4.21 Hasil Analisis IRF Variabel Penggunaan

Period	Response of D(PENGGUNAAN): D(KEHILANGAN)	D(PENGGUNAAN)	D(PRODUKSI)
1	8011.112	12172.16	0.000000
2	-956.9806	29.98942	-1018.637
3	2574.165	5755.553	2447.505
4	4584.498	6739.006	-863.7276
5	146.7971	2695.520	-412.4801
6	4457.444	5612.732	1060.845
7	1946.717	5526.813	-284.2786
8	1880.735	3846.988	525.1397
9	3695.002	5436.021	0.024195
10	1885.551	4938.773	-7.332222

Berdasarkan tabel analisis *Impuls Response* diatas dapat dilihat bahwa:

a. Respon yang ditunjukkan oleh variabel produksi terhadap variabel penggunaan awal periode sampai periode-periode berikutnya menunjukkan respon positif yang cenderung naik. Respon positif menunjukkan peningkatan variabel produksi yang memberikan dampak kenaikan pula terhadap variabel penggunaan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Respon yang ditunjukkan oleh variabel penggunaan pada variabel produksi awal periode tidak memberikan *shock* atau guncangan karena nilai standarisasinya adalah nol. Selanjutnya respon variabel penggunaan pada variabel produksi menunjukkan respon yang sangat fluktuatif (merespon secara positif dan negatif) yang cenderung turun. Sehingga respon negatif menunjukkan penurunan variabel penggunaan yang memberikan dampak penurunan pula terhadap variabel produksi.

Tabel 4.22 Hasil Analisis IRF Variabel Penggunaan

	Response of D(PRODUKSI):		
Period	D(KEHILANGAN)	D(PENGGUNAAN)	D(PRODUKSI)
1	14346.04	12320.57	8803.914
2	-668.1136	1132.693	-5599.350
3	7360.514	4101.692	5514.183
4	10134.49	6706.072	-1243.632
5	-276.6489	4276.939	3137.586
6	10079.86	3633.002	1982.481
7	4486.371	6998.487	-131.5259
8	5791.982	2808.951	2289.800
9	6704.399	5629.464	1601.219
10	4962.831	5399.322	1365.942
Cholesky Ordering: D(KEHILANGAN) D(PENGGUNAAN) D(PRODUKSI)			

Berdasarkan tabel analisis *Impuls Response* diatas dapat dilihat bahwa:

a. Respon variabel produksi akibat adanya *shock* atau guncangan pada variabel kehilangan sempat menunjukkan respon yang negatif pada periode kedua dan kelima. Namun pada periode-periode berikutnya menunjukkan respon positif yang cenderung naik. Sehingga peningkatan variabel produksi memberikan dampak kenaikan pula terhadap variabel kehilangan.

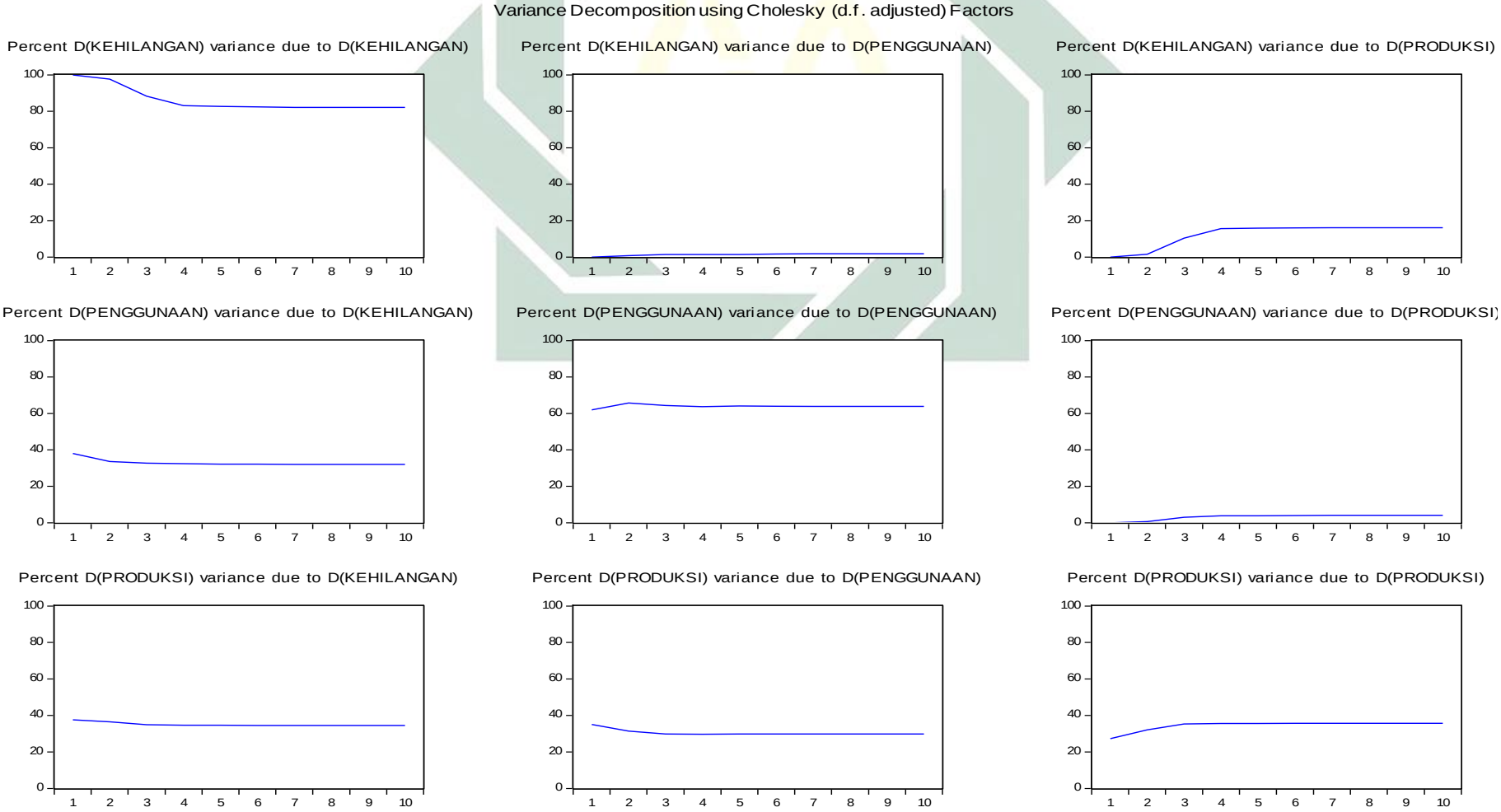
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Respon yang ditunjukkan oleh variabel produksi terhadap variabel penggunaan awal periode sampai periode-periode berikutnya menunjukkan respon positif yang cenderung naik. Respon positif menunjukkan peningkatan variabel produksi yang memberikan dampak kenaikan pula terhadap variabel penggunaan.

I. Analisis VDC (*Variance Decomposition)*

Variance Decomposition bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang seberapa kuat komposisi dari peranan variabel tertentu terhadap variabel lainnya. Adapun hasil Analisis VDC (*Variance Decomposition)* yang disajikan dengan grafik dapat dilihat sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.5 Grafik Analisis VDC (*Variance Decomposition)*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain analisis dengan menggunakan grafik seperti pada Gambar 4.5 diatas, analisis *Variance Decomposition* juga dapat dilihat melalui nilai *Variance Decomposition* setiap periode maupun secara komulatif. Hasil nilai *Variance Decomposition* untuk setiap periode selama 10 periode dapat dilihat pada Tabel 4.18 sebagai berikut:

Tabel 4.23 Hasil Analisis VDC (*Variance Decomposition)* Variabel Kehilangan

Variance Decomposition of D(KEHILANGAN):				
Period	S.E.	D(KEHILANGAN)	D(PENGGUNAAN)	D(PRODUKSI)
1	12414.43	100.0000	0.000000	0.000000
2	12800.05	96.11551	3.007450	0.877040
3	14411.76	85.42194	2.532367	12.04570
4	15379.37	85.29053	3.613648	11.09582
5	15655.36	85.39889	3.530922	11.07019
6	16664.56	85.61994	3.126737	11.25333
7	17079.61	83.51098	4.816790	11.67223
8	17625.30	83.88169	4.568964	11.54935
9	18176.63	84.41276	4.563476	11.02377
10	18631.95	84.13311	4.639379	11.22751
Rata-rata		87.378535	3.4399733	9.181494

Berdasarkan dari Tabel 4.18 diatas dapat dilihat analisis *variance decomposition* dari variabel kehilangan pada tabel diatas menunjukkan bahwa variabel yang diperkirakan akan memiliki kontribusi paling besar terhadap variabel kehilangan pada periode 10 tahun yang akan datang adalah variabel kehilangan itu sendiri yang dibuktikan dengan hasil nilai rata-rata kontribusi setiap tahun sebesar 87,38% yang diikuti oleh kontribusi variabel produksi dengan hasil nilai rata-rata sebesar 9,18% dan kontribusi variabel penggunaan dengan hasil nilai rata-rata sebesar 3,44%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.24 Hasil Analisis VDC (*Variance Decomposition)* Variabel Penggunaan

Variance Decomposition of D(PENGGUNAAN):

Period	S.E.	D(KEHILANGAN)	D(PENGGUNAAN)	D(PRODUKSI)
1	14571.87	30.22421	69.77579	0.000000
2	14638.78	30.37593	69.13987	0.484205
3	16125.66	27.58073	69.71661	2.702657
4	18089.07	28.34154	69.28267	2.375788
5	18294.05	27.71645	69.90987	2.373686
6	19676.61	29.09014	68.56736	2.342506
7	20532.54	27.61428	70.21528	2.170444
8	20980.89	27.25024	70.60844	2.141321
9	21986.38	27.63916	70.41090	1.949943
10	22613.00	26.82387	71.33275	1.843383
Rata-rata		28.265655	69.895954	

Berdasarkan dari tabel diatas dapat dilihat analisis *variance decomposition* dari variabel penggunaan pada tabel diatas menunjukkan bahwa variabel yang diperkirakan akan memiliki kontribusi paling besar terhadap variabel penggunaan pada periode 10 tahun yang akan datang adalah variabel penggunaan itu sendiri yang dibuktikan dengan hasil nilai rata-rata kontribusi setiap tahun sebesar 69,27% yang diikuti oleh kontribusi variabel kehilangan dengan hasil nilai rata-rata sebesar 28,27% dan kontribusi variabel produksi dengan hasil nilai rata-rata sebesar 1,84%

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.25 Hasil Analisis VDC (*Variance Decomposition)* Variabel Produksi

Variance Decomposition of D(PRODUKSI):

Period	S.E.	D(KEHILANGAN)	D(PENGGUNAAN)	D(PRODUKSI)
1	20859.40	47.29997	34.88657	17.81346
2	21637.85	44.05316	32.69557	23.25127
3	23866.37	45.72170	29.82834	24.44995
4	26811.00	50.51828	29.89231	19.58941
5	27332.08	48.62063	31.21200	20.16737
6	29424.06	53.68835	28.45608	17.85557
7	30576.12	51.87170	31.59106	16.53724
8	31330.17	52.82253	30.89253	16.28494
9	32569.66	53.11586	31.57343	15.31072
10	33413.04	52.67442	32.61090	14.71468

Cholesky Ordering: D(KEHILANGAN) D(PENGGUNAAN) D(PRODUKSI)

Berdasarkan dari tabel diatas dapat dilihat analisis variance decomposition dari variabel produksi pada tabel diatas menunjukkan bahwa variabel yang diperkirakan akan memiliki kontribusi paling besar terhadap variabel produksi pada periode 10 tahun yang akan datang adalah variabel kehilangan yang dibuktikan dengan hasil nilai rata-rata kontribusi setiap tahun sebesar 50,04% yang diikuti oleh kontribusi variabel penggunaan dengan hasil nilai rata-rata sebesar 31,36% dan kontribusi variabel produksi dengan hasil nilai rata-rata sebesar 18,60%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Prediksi

Berikut ini adalah hasil prediksi ketersediaan air yang meliputi variabel produksi, penggunaan dan kehilangan untuk tahun 2019 dengan menggunakan model VECM dan menggunakan software e-views

Tabel 4.26 Hasil Prediksi

Bulan/Tahun	Produksi	Penggunaan	Kehilangan
Januari/2019	513901.6677	257553.0213	213536.5
Februari/2019	516993.9701	259207.3621	214636.4
Maret/2019	520086.2724	260861.7028	215736.2
April/2019	523178.5748	262516.0435	216836.1
Mei/2019	526270.8772	264170.3842	217936
Juni/2019	529363.1795	265824.7249	219035.8
Juli/2019	532455.4819	267479.0656	220135.7
Agustus/2019	535547.7842	269133.4063	221235.6
September/2019	538640.0866	270787.7471	222335.4
Oktober/2019	541732.389	272442.0878	223435.3
November/2019	544824.6913	274096.4285	224535.1
Desember/2019	547916.9937	275750.7692	225635

Berdasarkan hasil Tabel 4.26 diatas dapat dilihat bahwa untuk hasil prediksi ketersediaan air di Perusahaan Daerah Air Miinum Kabupaten Lamongan yang meliputi produksi air, penggunaan air dan kehilangan air untuk 12 bulan kedepan selalu mengalami peningkatan (trend naik).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan analisis prediksi menggunakan model VECM, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan spesifikasi model VECM yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka diperoleh model VECM untuk 3 variabel sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta PDS_t = {} & \alpha_{10} - 0{,}366490\,\Delta PDS_{t-1} - 0{,}336099\,\Delta PGN_{t-1} \\ & - 1{,}033501\,\Delta KLN_{t-1} - \partial_1(PDS_{t-1} + 0{,}087414\,PDS_{t-2} \\ & + 0{,}261743\,PGN_{t-2} + 0{,}758148 KLN_{t-2}) + \varepsilon_{1t}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta PGN_t = {} & \alpha_{20} - 0{,}374242\,\Delta PDS_{t-1} - 0{,}398599\,\Delta PGN_{t-1} \\ & + 0{,}231816\,\Delta KLN_{t-1} - \partial_2(PGN_{t-1} + 0{,}153195\,PDS_{t-2} \\ & + 0{,}398599\,PGN_{t-2} - 0{,}013762\,KLN_{t-2}) + \varepsilon_{2t}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta KLN_t = {} & 155{,}7162 - 1{,}010367\,\Delta PDS_{t-1} + 1{,}013519\,\Delta PGN_{t-1} - \\ & 0{,}214593\,\Delta KLN_{t-1} - \partial_3(KLN_{t-1} + 0{,}321591\,PDS_{t-2} - \\ & 0{,}317068\,PGN_{t-2} + 0{,}239891 KLN_{t-2}) + \varepsilon_{3t}\end{aligned}$$

2. Berdasarkan analisis VECM, diperoleh hasil analisis kecocokan model melalui evaluasi keakurasian model diperoleh hasil nilai MAPE untuk variabel kehilangan sebesar 9.301421 atau 9,3%, pada variabel penggunaan diperoleh hasil nilai sebesar 12.32308 atau 12,3% dan pada variabel produksi diperoleh hasil nilai sebesar 10.80978 atau 10,8%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang telah didapatkan memiliki

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kinerja yang bagus karena hasil yang diperoleh masih berada diantara kisaran 10% sampai dengan 20%

3. Hasil prediksi yang diperoleh dengan menggunakan model VECM menghasilkan nilai prediksi untuk 12 bulan kedepan sebagai berikut.

Bulan/Tahun	Produksi	Penggunaan	Kehilangan
Januari/2019	513901.6677	257553.0213	213536.5
Februari/2019	516993.9701	259207.3621	214636.4
Maret/2019	520086.2724	260861.7028	215736.2
April/2019	523178.5748	262516.0435	216836.1
Mei/2019	526270.8772	264170.3842	217936
Juni/2019	529363.1795	265824.7249	219035.8
Juli/2019	532455.4819	267479.0656	220135.7
Agustus/2019	535547.7842	269133.4063	221235.6
September/2019	538640.0866	270787.7471	222335.4
Oktober/2019	541732.389	272442.0878	223435.3
November/2019	544824.6913	274096.4285	224535.1
Desember/2019	547916.9937	275750.7692	225635

b. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, sebagai bahan pertimbangan diharapkan

1. Menambah variabel penelitian yang lebih banyak lagi seperti banyaknya jumah pelanggan yang dimiliki PDAM Lamongan, dengan adanya tambahan variabel tersebut tentunya mampu memberikan hasil penelitian yang lebih baik lagi.
2. Membuat suatu deteksi dini dan juga mencari titik mana saja yang berpotensi adanya kebocoran pada pipa sehingga mampu mengantisipasi adanya kehilangan air yang terlalu banyak.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, R. A., Rusgiono, A., & Tarno. (2016). Analisis Integrasi Pasar Bawang Merah Menggunakan Metode Vector Error Correction Model (VECM). *Jurnal Gaussian, Volume 5, Nomor 4*, 811-820.

Andrian, Y., & Ningsih, E. (2014). Prediksi Curah Hujan di Kota Medan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network. *Seminar Nasional Informatika*.

Anthara, A. (2011). Analisis Sistem Antrian Gerbang Tol Pasteur Bandung di PT Jassa Marga . *Majalah Ilmiah UNIKOM*.

Arifin, A. (2014). Model Transformasi untuk Masalah Pendistribusian Air Minum. *Teknomatika*.

Arman. (2015). Penjadwalan Distribusi Air PDAM Tirta Anoa Kota Kendari Menggunakan Model Antrian dengan Sistem Pelayanan Tunggal. *Jurnal Eksis* .

Aulele, S. N. (2014). Analisis Sistem Antrian pad Bank Mandiri Cabang Ambon. *Matematika*, 47.

Aviva, D. (2010). Analisa Optimasi Dermaga Pelabuhan Samarinda dengan Pendekatan Model Antrian untuk Mengantisipasi Kenaikan permintaan. *Jurnal Eksis*.

Basuki, A. T., & Prawoto, N. (2016). *Analisis Regresi Dalam Penelitian Ekonomi & Bisnis (Dilengkapi Aplikasi SPSS & EVIEWS).* Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Damanhuri. (1989). Pendekatan Sistem dalam Pengendalian dan Pengperasian Sistem Jaringan Distribusi Air Minum. *Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITB.*

Djauhari. (1997). *Statistika Matematika.* Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITB.

Dr. Kasmir, S. M., & Jakfar, S. M. (2012). *Studi Kelayakan Bisnis.* Jakarta: Kencana.

Ekananda, M. (2014). *Analisis Data Time Series "Untuk Penelitian Ekonomi, Manajemen, dan Akuntansi"*. Jakarta: Mitra Wacana Media.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ekananda, M. (2016). *Analisis Ekonometrika Time Series.* Jaakarta: Mitra Wacana Media.

Ekananda, M. (2018). *Analisis Ekonometrika untuk Keuangan.* Jakarta: Salemba Empat.

Ekananda, M. (2018). *Analisis Ekonometrika untuk Keuangan untuk Penelitian Bisnis dan Keuangan.* Jakarta: Salemba Empat.

Eva. (2015). Sistem Pemilihan Mobil dengan Metode Simple Multy Attribute Ratting (Smart). *Jurnal Momentum*.

faradhika Arwindy, F. B. (2014). Analisis dan Simulasi Sistem Antrian pada Bank ABC. *Saintia Matematika*, 148.

Faradhila, A., Kusanandar, D., & Debataraja, N. N. (2018). Model Vector Autoregressive (VAR) dalam Meramal Produksi Kelapa Sawit PTPN XIII. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster), Volume 07, No 2*, 77-84.

Fikriah, D., Cahyandari, R., & Awalludin, A. S. (2017). Pendekatan VAR-GARCH pada Pemodelan Keterkaitan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Kurs Dollar Amerika, dan Harga Emas Dunia. *Jurnal Logika*, No. 2 Hal 137 - 145.

Ginting, P. (2013). Analisis Sistem Antrian Gerbang Tol Pasteur Bandung Di PT Jasa Marga (Persero)TBKdan Optimalisasi Layanan Teller.

Hamidah, U. (2015). Pengaturan Hukum Pengelolaan Sumber Daya Air Di Kota Bandar Lampung. *Cita Hukum, Vol.3 No.2*, 313-326.

Hardani, P. R., Hoyyi, A., & Sudarno. (2016). Peramalan Laju Inflasi, SUku Bunga Indonesia dan Indeks Harga Saham Gabungan Menggunakan Metode Vektor Autoregressive (VAR). *Jurnal Gausssian, Volume 6, Nomor 1*, 101-110.

Harmoni, A. (2005). Dampak Sosial Ekonomi Perubahan Iklim. *Jurnal Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*.

Heizer, J., & Render, B. (2009). Manajemen Operasi . Jakarta: Salemba 4.

Hukom, E., & Lily Montarcih Limantara, U. U. (2012). Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Optimasi Ketersediaan Air di Irigasi Way Mital Propinsi Maluku. *Jurnal Teknik Pengairan, Volume 3, Nomor 1*, 24-32.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jauhari, D., Himawan, A., & Dewi, C. (2016). Prediksi Distribusi Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Di PDAM Kota Malang. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK), Vol. 3, No. 2*, 83-87.

Juanda, & Junaidi. (2012). *Ekonometrika Deret Waktu.* Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.

Kakiay, T. J. (2004). Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata.

Kamala. (1999). *Environmental Engineering : Water Supply sanitary Engineering and Pollution.* Jakarta: McGraw Hill publishing Company Ltd.

Levinet, R. (2002). *Pengambilan Keputusan Secara Kuantitatif.* Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Made Dwi U. (2016). Implementasi Backpropagation Neural Network dalam Prakiraan Cuaca di Daerah Bali Selatan. *E-Jurnal Matematika*.

Melia, N. N. (2013). Kajian Geografis Usaha Tani di Kabupaten Lamongan. *Journal Pendidikan Geografis FIS Unesa*.

Mulyono. (1999). *Operasi Research.* Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Ni'mah, E. N., & Yulianto, S. (2017). Peramalan Laju Inflasi dan Nilai Tukar Rupiah terhadap Dolar Amerika dengan Menggunakan Model Vector Autoregressive (VAR) dan Vector Error Corection Model (VECM). *URECOL*.

Noviyanti, E., & Setiawan, R. P. (2014). Penyediaan Air Bersih Pada Kawasan Rawan Air Bersih Di Pesisir Utara Lamongan. *Tata Loka, Volume 16 Nomor 2*, 116-132.

Pani, D. A., & Ratnawati. (2014). Penerapan Model VectorAutoregressive (VAR) untuk Peramalan Curah HujanKota Pekanbaru. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, Vol 11, No 2,* 151-159.

Prasetiawan, & Tedddy. (2015). Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Ketersediaan Air Baku PDAM Kabupaten Lebak. *Aspirasi Vol 6 No 1*, 77-92.

Prasetiawan, T. (2015). Pengaruh Perubahan Iklim TerhadapKetersediaan Air Baku PDAM Kabupaten Lebak. *Aspirasi Volume 6 Nomor 1*, 77-91.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ranangga, T. G., Sumarjaya, I. W., & Srinadi, I. G. (2018). Metode Vector Autoregressive (VAR) dalam Peramalan Jumlah Wisatawan Mancanegara ke Bali. *E-Jurnal Matematika Vol. 7 (2) ISSN:2303-1751*, 157-164.

Sarjono, H., & Zulkifli, I. (2013). Prediksi Jumlah Tamu Menginap di Hotel Karlita International, Tegal Jawa Tengah. *Binus Business Vol 4*, 661-675.

Satria, I., Yasin, H., & Suparti. (2015). Proyeksi Produk Domestik Bruto(PDB)dan Foreign DirectInvestment (FDI) menggunakan Vector Autoregressive (VAR). *Jurnal Gaaussian, Volume4, Nomor 4*, 895-905.

Soekartawi. (2005). Teori dan Aplikasinya. *Agribisnis Raja Grafindo Persada*.

Sugiarto, E. (2015). Analisis Efektivitas PDAM Terhadap Peningkatan PAD Kabupaten Lamongan. *Jurnal EKBIS, Vol. XIV, No.2* , 668-676.

Tarliah T, A. D. (1999). *Operation Research, Model-model Pengambilan Keputusan.* Bandung: Sinar Baru Algesindo.

Tramizi. (2005). Optimasi Usaha Tani dalam Pemanfaatan Air Irigasi Embung Leubuk Aceh Besar . *Teknik Pertanian* .

Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika.* Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Windasari, W. (2018). Pendekatan Analisis Vector Auto Regression (VAR) dalam Hubungan Harga Saham Sektor Infrastruktur dan Manufaktur. *AdMathEdu*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id