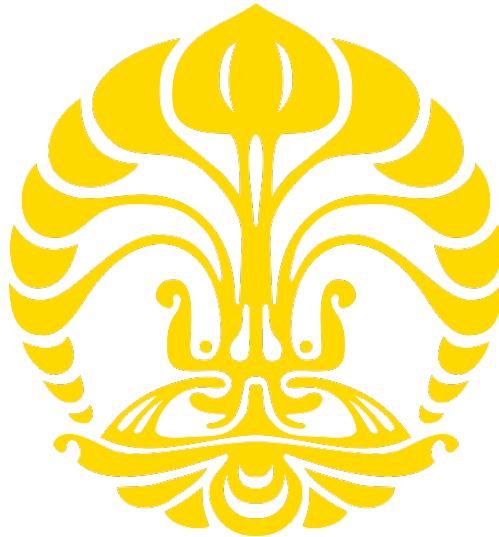


LAPORAN PROJEK AKHIR
MODEL KELAMBANAN (*LAG DISTRIBUTED*) MENGENAI
PERTUMBUHAN EKONOMI DI INDONESIA



Dibuat Oleh :
Kelompok 5

Jasmine Husna Sanditya	2006571034
Joan Bidadari Annandale	2006571085
Muhammad Jauhar Hakim	2006463982

Program Studi Statistika
Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Semester Genap 2022
Universitas Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan YME, karena atas limpahan rahmat dan karunianya, kami berhasil menyelesaikan laporan proyek akhir MODEL KELAMBANAN (LAG DISTRIBUTED) MENGENAI PERTUMBUHAN EKONOMI DI INDONESIA ini dengan baik. Laporan ini kami susun untuk melengkapi tugas akhir Ekonometri Program Studi Statistika Fakultas Ilmu Pengetahuan dan Alam Universitas Indonesia.

Terlebih dahulu, kami mengucapkan terima kasih kepada Ibu Mila Novita, S.Si, M.Si, selaku Dosen Ekonometri yang telah memberikan tugas ini sehingga dapat menambah pengetahuan dan wawasan sesuai dengan bidang studi yang kami tekuni ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan semua, terima kasih atas bantuannya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Namun, dalam penyusunan laporan ini kami menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat kami harapkan. Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi penyusun dan seluruh pihak pada umumnya.

Depok, 22 Desember 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	II
DAFTAR ISI.....	III
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Hipotesis Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Teori Pertumbuhan Ekonomi	4
2.1.1. Teori Pertumbuhan Ekonomi Neoklasik – Schumpeter	4
2.1.2. Teori Pertumbuhan Ekonomi Neoklasik – Solow & Swan	5
2.2. Produk Domestik Bruto	5
2.3. Suku Bunga Bank Indonesia (<i>BI Rate</i>).....	5
2.4. Jumlah Uang yang Beredar	6
2.5. Indeks Produksi Industri Mikro dan Kecil	6
2.6. Indeks Nilai Konstruksi yang Diselesaikan Perusahaan Konstruksi	7
2.7. Teori Ekonometrika Sebagai Alat Analisis	7
2.7.1. Model Kelambanan Geometrik	7
2.7.2. Adaptive Adjustment Model.....	8
2.7.3. Partial Adjustment Model.....	9
2.7.4. Model Polinomial Shirley Almon	10
2.7.5. Mean Lag dan Median Lag	12
2.7.6. Pemilihan Panjang Kelambanan dan Model Terbaik	12

2.8. Uji Asumsi Model	13
2.8.1. Multikolinearitas.....	13
2.8.2. Heteroskedastisitas.....	15
2.8.3. Autokorelasi	17
2.8.4. Normalitas	19
2.9. Uji Hipotesis.....	19
2.9.1. Uji F statistik.....	19
2.9.2. Uji t.....	20
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1. Jenis Model yang Digunakan untuk Analisis.....	21
3.2. Sumber Data dan Penjelasan Variabel.....	21
3.3. Langkah Kerja.....	22
3.4. Visualisasi Data	22
3.5. Model Analisis dengan <i>Partial Adjustment Model</i>	25
3.6. Model Analisis dengan Model Polinomial Shirley Almon	25
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Pendugaan Koefisien PAM	28
4.2. Perbandingan Partial Adjustment Model.....	31
4.3. Pemilihan Panjang Kelambanan untuk Model 3	32
4.4. Uji Asumsi Model Terbaik.....	34
4.5. Pemilihan Panjang Kelambanan untuk Model 4	43
4.6. Uji Asumsi Model Terbaik.....	45
4.7. Pendugaan Koefisien Model Polinomial Shirley Almon	48
4.8. Perbandingan Model Polinomial Shirley Almon.....	51
4.9. Uji Asumsi Model Terbaik.....	51
4.10. Interpretasi Model 31 PAM	53
4.11. Interpretasi Model 4 PAM.....	54
4.12. Interpretasi Model Polinomial 1	54
 BAB V KESIMPULAN	56
 DAFTAR PUSTAKA.....	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi diartikan sebagai perkembangan kegiatan dalam perekonomian yang menyebabkan barang dan jasa yang diproduksi dalam masyarakat bertambah dan kemakmuran masyarakat meningkat (Sukirno, 2011).

Salah satu indikator dari kemajuan suatu negara berkembang dalam pembangunan adalah pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi menunjukkan sejauh mana aktivitas perekonomian sebuah negara akan menghasilkan tambahan pendapatan bagi masyarakat pada suatu periode tertentu. Dengan pertumbuhan ekonomi, standar hidup manusia diharapkan meningkat seiring dengan masyarakat yang mengonsumsi jasa dan barang lebih banyak. Selain itu, pendapatan masyarakat sebagai pemilik faktor produksi diharapkan juga akan meningkat.

Indonesia termasuk negara berkembang, masih memiliki struktur perekonomian yang rentan terhadap guncangan kestabilan kegiatan perekonomian. Perekonomian selalu menjadi perhatian yang paling penting karena apabila perekonomian dalam kondisi tidak stabil maka akan timbul masalah-masalah ekonomi.

Masalah pertumbuhan ekonomi dapat dilihat sebagai masalah perekonomian dalam jangka panjang. Perkembangan pembangunan yang dialami dunia sangat terlihat jika dibandingkan dengan periode-periode sebelumnya, termasuk dalam perkembangan pertumbuhan ekonomi.

Salah satu indikator penting untuk mengetahui kondisi ekonomi di suatu negara dalam suatu periode tertentu adalah data Produk Domestik Bruto (PDB). PDB merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu negara tertentu, atau merupakan jumlah nilai barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi.

Beberapa hal yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di Indonesia adalah suku bunga Bank Indonesia (*BI Rate*), jumlah uang yang beredar, indeks produksi dan indeks konstruksi. Dalam penelitian ini akan dilihat pengaruh dari faktor-faktor tersebut dalam pertumbuhan ekonomi di Indonesia dan seberapa lama untuk faktor-faktor tersebut berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Suku bunga yang dikeluarkan Bank Indonesia (*BI Rate*) mengalami fluktuasi pada periode tahun 2010 hingga tahun 2022. Pada periode tersebut suku bunga Bank Indonesia mengalami penurunan pada tahun 2012, 2016, dan 2021. Seharusnya perubahan suku bunga Bank Indonesia memengaruhi pertumbuhan ekonomi di Indonesia namun pada kenyataannya Produk Domestik Bruto (PDB) mengalami kenaikan pada periode tersebut dengan sedikit fluktuasi.

Jumlah uang beredar, indeks produksi usaha mikro dan kecil, dan indeks nilai konstruksi yang diselesaikan perusahaan konstruksi selalu mengalami peningkatan pada periode tahun 2010 hingga tahun 2019. Pada tahun 2020 hingga tahun 2021 untuk indeks produksi dan indeks konstruksi mengalami penurunan. Produk Domestik Bruto (PDB) pada tahun 2020 juga mengalami penurunan namun kembali naik lagi setelah itu.

Berdasarkan perumusan masalah yang diuraikan, maka permasalahan untuk penelitian ini adalah :

1. Apakah suku bunga Bank Indonesia (*BI Rate*), jumlah uang yang beredar, indeks produksi dan indeks konstruksi mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia?
2. Apakah suku bunga Bank Indonesia (*BI Rate*), jumlah uang yang beredar, indeks produksi dan indeks konstruksi berpengaruh tidak secara instan namun memerlukan kelambanan terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia?
3. Jika suku bunga Bank Indonesia (*BI Rate*), jumlah uang yang beredar, indeks produksi dan indeks konstruksi berpengaruh tidak secara instan, berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk variabel tersebut berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian dari laporan ini berharap memiliki manfaat sebagai berikut kepada pembaca:

1. Menganalisis pengaruh Suku Bunga Bank Indonesia dan Jumlah Uang yang Beredar terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia.
2. Menganalisis pengaruh Indeks Produksi Industri Mikro dan Kecil terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

3. Menganalisis pengaruh Indeks Nilai Konstruksi yang Diselesaikan Perusahaan Konstruksi terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia.
4. Sebagai tambahan informasi bagi pemerintah dan Bank Indonesia dalam pembuatan perencanaan dan kebijakan mengenai suku bunga Bank Indonesia dan banyaknya uang yang beredar pada masyarakat, dan diharapkan sebagai bahan kajian peneliti-peneliti lain untuk menulis topik yang sama.

Selain itu, peneliti juga berharap dapat memberikan manfaat sebagai berikut kepada peneliti sendiri:

- a. Mampu mengetahui manfaat dari model kelambanan.
- b. Mampu memahami metode dan teknik dalam model kelambanan beserta penerapannya.

1.4. Pembatasan Masalah

Penelitian ini membatasi masalah hanya pada penerapan model kelambanan pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia dengan data yang diambil dari tahun 2010 sampai 2021.

1.5. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teori dan penelitian terdahulu serta rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan suatu hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Suku bunga Bank Indonesia (BI Rate) berpengaruh negatif dengan kelambanan tertentu pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia
2. Jumlah uang yang beredar di Indonesia berpengaruh positif dengan kelambanan tertentu pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia
3. Indeks produksi industri mikro dan kecil berpengaruh positif dengan kelambanan tertentu pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia
4. Indeks nilai konstruksi yang diselesaikan perusahaan konstruksi berpengaruh positif dengan kelambanan tertentu pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Pertumbuhan Ekonomi

Menurut Mankiw (2003) pertumbuhan ekonomi menunjukkan sejauh mana aktivitas perekonomian akan menghasilkan tambahan pendapatan masyarakat pada suatu periode tertentu. Selanjutnya ditambahkan oleh Mankiw (2003) indikator yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi adalah tingkat pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB).

Berikut ini beberapa teori pertumbuhan ekonomi yang menjelaskan faktor-faktor apa saja yang mendorong pertumbuhan ekonomi yaitu, sebagai berikut :

2.1.1. Teori Pertumbuhan Ekonomi Neoklasik – Schumpeter

Menurut Schumpeter, pertumbuhan ekonomi sangat ditentukan oleh kemampuan kewirausahaan (*entrepreneurship*). Teori ini menekankan pada inovasi yang dilakukan oleh para pengusaha, yang mana kemajuan teknologi sangat ditentukan oleh jiwa kewirausahaan masyarakat yang mampu melihat peluang untuk membuka usaha baru maupun memperluas usaha yang telah ada. Dengan pembukaan usaha baru dan perluasan usaha, tersedia lapangan kerja tambahan untuk menyerap angkatan kerja yang bertambah setiap tahunnya.

Teori Schumpeter tidak memandang aspek lainnya seperti pertumbuhan penduduk atau keterbatasan sumber daya yang dimiliki dari suatu negara. Schumpeter berpendapat bahwa faktor terpenting dalam perekonomian adalah inovasi yang merupakan kreativitas para wiraswasta atau pengusaha dan yang paling penting adalah kenaikan *output* yang disebabkan oleh perkembangan ekonomi.

Ketika terjadi inovasi dengan adanya pengenalan berbagai teknologi baru, pada akhirnya akan memberikan keuntungan lebih yang merupakan sumber dana penting bagi akumulasi kapital pada perusahaan-perusahaan yang menggunakan teknologi tersebut. Namun keuntungan ini lebih bersifat monopolistik karena hanya beberapa perusahaan yang menggunakan teknologi baru tersebut. Seiring berjalannya waktu, dengan adanya teknologi tersebut dalam jangka panjang akan menimbulkan proses imitasi dari pengusaha lain terhadap teknologi baru tersebut. Sehingga menurunkan keuntungan monopolistik dan pada akhirnya inovasi tersebut akan menyebar dengan sendirinya sesuai prosesnya.

2.1.2. Teori Pertumbuhan Ekonomi Neoklasik – Solow & Swan

Teori ini pertama kali dikembangkan oleh Robert M. Solow yang berasal dari Amerika Serikat pada tahun 1970 dan T. W. Swan dari Australia pada tahun 1956. Robert M. Solow berpendapat bahwa Pertumbuhan Ekonomi adalah rangkaian kegiatan yang bersumber pada empat faktor utama, yakni manusia, akumulasi modal, teknologi modern dan hasil (*output*). Teori Solow-Swan menggunakan faktor teknologi yang digunakan secara efisien oleh setiap negara dan terdapat imbal hasil yang selalu berkurang (*diminishing returns*) terhadap akumulasi modal dan jumlah tenaga kerja.

2.2. Produk Domestik Bruto

Produk Domestik Bruto pada dasarnya merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu negara alias jumlah nilai barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh keseluruhan unit ekonomi suatu negara. Oleh karena itu, PDB biasanya digunakan oleh para ahli ekonomi sebagai alat ukur pertumbuhan ekonomi suatu negara.

Selain itu, juga terdapat berbagai macam PDB pengeluaran yaitu berupa;

1. Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga
2. Pengeluaran Konsumsi Pemerintah
3. Pembentukan Modal Tetap Bruto
4. Inventori
5. Ekspor – Impor

2.3. Suku Bunga Bank Indonesia (BI Rate)

Menurut Bank Indonesia, BI Rate adalah kebijakan suku bunga sebagai representasi sikap kebijakan moneter atas dasar kesepakatan Bank Indonesia dan diketahui oleh masyarakat. Kebijakan BI Rate merupakan acuan lembaga keuangan atau masyarakat dalam melakukan aktivitas keuangan moneter. Beberapa fungsi dari BI Rate adalah mempengaruhi harga saham, mengendalikan inflasi, menjaga kecurangan yang dilakukan lembaga perbankan, menjaga daya konsumsi masyarakat, dan menjaga stabilitas perekonomian negara.

Bila perekonomian Indonesia sedang mengalami kesulitan maka Bank Indonesia dapat menggunakan kebijakan moneter mereka untuk menurunkan suku bunga. Hal ini berdampak positif kepada perekonomian negara dikarenakan bila suku bunga BI Rate turun maka suku bunga kredit juga akan turun sehingga akan meningkatkan permintaan kredit sebuah perusahaan maupun rumah tangga. Penurunan suku bunga BI Rate ini akan meningkatkan kecenderungannya aktivitas investasi dikarenakan penurunan suku bunga BI Rate menurunkan biaya modal perusahaan. Oleh karena itu, penurunan BI Rate akan meningkatkan aktivitas konsumsi dan investasi yang akan berpengaruh baik terhadap perekonomian negara.

2.4. Jumlah Uang yang Beredar

Menurut Bank Indonesia, Uang Beredar adalah kewajiban sistem moneter (Bank Sentral, Bank Umum Konvensional dan Syariah serta BPR Konvensional dan Syariah) terhadap sektor swasta domestik (tidak termasuk pemerintah pusat dan bukan penduduk). Uang beredar dapat juga didefinisikan dalam arti sempit (M1) dan arti luas (M2). M1 meliputi: uang kartal, giro rupiah (termasuk uang elektronik), dan tabungan rupiah yang ditarik sewaktu-waktu. Sementara M2 meliputi: M1, uang kuasi, dan surat berharga yang diterbitkan oleh sistem moneter yang dimiliki sektor swasta domestik dengan sisa jangka waktu sampai dengan satu tahun.

2.5. Indeks Produksi Industri Mikro dan Kecil

Perusahaan atau usaha industri adalah suatu unit (kesatuan) usaha yang melakukan kegiatan ekonomi, bertujuan menghasilkan barang atau jasa, terletak pada suatu bangunan atau lokasi tertentu, dan mempunyai catatan administrasi tersendiri mengenai produksi dan struktur biaya serta ada seorang atau lebih yang bertanggung jawab atas usaha tersebut. Industri Kecil adalah perusahaan industri yang tenaga kerjanya antara 5-19 orang. Industri Mikro adalah perusahaan industri yang tenaga kerjanya antara 1-4 orang. Indeks produksi bertujuan untuk menunjukan perubahan produksi dari industri berdasarkan produksi pada tahun 2010.

2.6. Indeks Nilai Konstruksi yang Diselesaikan Perusahaan Konstruksi

Data dari Indeks Nilai Konstruksi yang Diselesaikan Perusahaan Konstruksi ini diambil secara setiap triwulan selama periode 2005-2022. Indeks ini bertujuan untuk menunjukkan perubahan atau perkembangan dari kegiatan perusahaan sektor konstruksi melalui Survei Perusahaan Konstruksi Triwulan (SKTR). Survei ini meliputi faktor-faktor seperti jumlah pekerja tetap, hari orang pekerja harian, balas jasa dan upah, nilai pekerjaan konstruksi yang diselesaikan, kondisi bisnis, prospek bisnis dan masalah bisnis konstruksi dalam periode triwulan.

2.7. Teori Ekonometrika Sebagai Alat Analisis

2.7.1. Model Kelambanan Geometrik

Model *distributed lag* sulit diamati karena jumlah parameter tidak terbatas sehingga agar bisa diestimasi akan dilakukan pengurangan parameter. Pengurangan parameter estimasi harus mampu membuat asumsi tentang pola dari parameter estimasi β_i yang disebut *distributed lag weight*. Hal ini dilakukan agar pengurangan parameter tidak bias.

Salah satu model yang populer adalah model kelambanan geometrik di mana bobot kelambanannya positif dan menurun secara geometris, di mana:

$$\beta_i = \beta_0 \lambda^i$$

dengan λ = derajat penurunan, $0 < \lambda < 1$, $i = 1, 2, 3, \dots$.

Model distributed lag akan berubah menjadi:

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_0 \lambda X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \dots + \varepsilon_t \quad (2.7.1.1)$$

Penyelesaian secara matematis dari model kelambanan ini adalah dengan transformasi Koyck. Transformasi Koyck memberi kelambanan sebanyak satu periode untuk model di atas sehingga menjadi:

$$Y_{t-1} = \alpha + \beta_0 X_{t-1} + \beta_0 \lambda X_{t-2} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-3} + \dots + \varepsilon_{t-1} \quad (2.7.1.2)$$

Persamaan di atas lalu dikalikan λ sehingga diperoleh:

$$\lambda Y_{t-1} = \lambda \alpha + \beta_0 \lambda X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \beta_0 \lambda^3 X_{t-3} + \dots + \lambda \varepsilon_{t-1} \quad (2.7.1.3)$$

Persamaan tersebut akan dikurangi persamaan (2.7.1.1) sehingga menjadi:

$$Y_t = \alpha(1 - \lambda) + \beta_0 X_t + \lambda Y_{t-1} + v_t \quad (2.7.1.4)$$

Di mana $v_t = \varepsilon_t - \lambda \varepsilon_{t-1}$.

Model yang memasukkan kelambanan dari variabel dependen sebagai variabel penjelas disebut model autoregresif.

Sifat struktur kelambanan dan respons jangka panjang variabel dependen terhadap perubahan permanen dari variabel penjelas harus dijelaskan dalam model ini. Penjumlahan β merupakan respons jangka panjang yaitu:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \beta_i = \beta_0 \left(\frac{1}{1-\lambda} \right)$$

Dalam praktiknya untuk menjelaskan struktur kelambanan digunakan kelambanan median (*median lag*) dan kelambanan rata-rata (*mean lag*).

2.7.2. Adaptive Adjustment Model

Model kelambanan geometrik adalah model kelambanan yang dikembangkan melalui pendekatan matematis tanpa adanya dasar teori yang melatarbelakanginya. Misalkan didefinisikan model dalam kasus permintaan barang sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t^* + u_t, \quad (2.1)$$

Di mana,

Y_t = Permintaan barang pada suatu waktu

X_t^* = Nilai ekspektasi atau nilai antisipasi dari harga barang

Karena variabel X_t^* tidak dapat diobservasi maka akan digunakan model penyesuaian adaptif (adaptive adjustment model). Model penyesuaian adaptif mengasumsikan bahwa perubahan ekspektasi dari satu periode ke periode berikutnya merupakan penyesuaian antara perbedaan dari nilai observasi sekarang dengan ekspektasi periode sebelumnya, yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$X_t^* - X_{t-1}^* = \gamma(X_t - X_{t-1}^*), \quad 0 < \gamma \leq 1, \quad (2.2)$$

Atau

$$X_t^* = \gamma X_t + (1 - \gamma)X_{t-1}^*, \quad (2.3)$$

γ adalah koefisien ekspektasi. Substitusikan persamaan (2.3) ke persamaan (2.1) sehingga dapat diperoleh

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \gamma X_t + \beta_1 (1 - \gamma) X_{t-1}^* + \varepsilon_t, \quad (2.4)$$

Kurangkan persamaan (2.4) dengan persamaan di bawah ini yaitu persamaan (2.4) dengan kelambanan 1 periode yang dikalikan dengan $(1 - \gamma)$

$$(1 - \gamma)Y_{t-1} = (1 - \gamma)\beta_0 + (1 - \gamma)\beta_1 X_{t-1}^* + (1 - \gamma)\varepsilon_{t-1}$$

Sehingga diperoleh model penyesuaian adaptif yang berupa model autoregressive :

$$Y_t = \beta_0 \gamma + \beta_1 \gamma X_t + (1 - \gamma)Y_{t-1} + v_t$$

Di mana $v_t = \varepsilon_t - (1 - \gamma)\varepsilon_{t-1}$.

2.7.3. Partial Adjustment Model

Rasionalisasi Model Koyck adalah Partial Adjustment Model (PAM). Pertimbangan model akselerator fleksibel dari teori ekonomi mengasumsikan kemajuan yang optimal dalam jangka panjang. Koyck (1954) mengusulkan metode estimasi Model Lag Terdistribusi berdasarkan asumsi bahwa koefisien β menurun secara eksponensial dari waktu ke waktu (Ravines et al., 2003), yaitu:

$$\beta_k = \beta_0 \lambda^k, \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots \text{ dan } 0 < \lambda < 1$$

Di mana λ adalah laju peluruhan lag terdistribusi. Asumsi aturan Koyck (Nachrowi dan Usman, 2005) adalah:

- λ Bernilai non-negatif sehingga β selalu memiliki tanda yang sama.
- $\lambda < 1$ maka semakin kecil β_k bobotnya maka semakin jauh periodenya
- Aturan Koyck menjamin bahwa jumlah β adalah jumlah jangka panjang, yaitu:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \beta_k = \frac{\beta_0}{1 - \lambda}$$

Sebagai contoh misalkan diketahui bahwa model sederhana optimal persediaan sebagai berikut;

$$Y_t^* = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t$$

Di mana, Y_t^* = persediaan optimal dan x_t = tingkat penjualan maka terdapat permasalahan di mana nilai dari persediaan optimal tidak dapat diobservasi hanya dengan prediksi sehingga akan dilakukan Model PAM yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$Y_t - Y_{t-1} = \delta(Y_t^* - Y_{t-1})$$

atau dapat ditulis sebagai berikut

$$Y_t = \delta Y_t^* + (1 - \delta)Y_{t-1}$$

Di mana, $Y_t - Y_{t-1}$ = perubahan persediaan aktual

$Y_t^* - Y_{t-1}$ = perubahan persediaan yang diinginkan

δ = koefisien penyesuaian ($0 < \delta < 1$)

Persamaan di atas menyatakan bahwa perubahan persediaan aktual pada periode t sebesar δ dari perubahan persediaan yang diinginkan pada periode tersebut. Sehingga dengan melakukan substitusi dari model sederhana dengan model PAM maka didapatkan

$$Y_t = \delta\beta_0 + \delta\beta_1 x_t + (1 - \delta)Y_{t-1} + v_t$$

Di mana $v_t = \delta\varepsilon_t$

2.7.4. Model Polinomial Shirley Almon

Model yang secara umum mampu menggambarkan semua pola koefisien adalah model polinomial yang diperkenalkan oleh Shirley Almon. Dalam model polinomial, diasumsikan bahwa nilai koefisien β_i mengikuti pola distribusi polinomial i di mana i adalah panjang kelambanan.

Perhatikan model kelambanan:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=0}^k \beta_i X_{t-i} + u_t$$

Mengikuti teorema Weierstrass, Almon mengasumsikan bahwa terdapat β_i yang dapat diaproksimasi dengan model polynomial derajat i , panjang lag, yang sesuai. Secara umum, pola distribusi model polinomial adalah:

$$\beta_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 + \dots + \alpha_m i^m$$

dimana m adalah derajat dari model polinomial dan diasumsikan lebih kecil dari k dimana k adalah panjangnya kelambanan.

Diasumsikan model polinomial derajat kedua dapat diaproksimasi ke distribusi normal. Substitusi persamaan model kelambanan dan model polinomial derajat kedua:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=0}^k (\alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2) X_{t-i} + u_t$$

$$Y_t = \alpha + \alpha_0 \sum_{i=0}^k X_{t-i} + \alpha_1 \sum_{i=0}^k i X_{t-i} + \alpha_2 \sum_{i=0}^k i^2 X_{t-i} + u_t$$

Dan didefinisikan,

$$Z_{0t} = \sum_{i=0}^k X_{t-i}$$

$$Z_{1t} = \sum_{i=0}^k i X_{t-i}$$

$$Z_{2t} = \sum_{i=0}^k i^2 X_{t-i}$$

Maka persamaan sebelumnya dapat ditulis sebagai,

$$Y_t = \alpha + \alpha_0 Z_{0t} + \alpha_1 Z_{1t} + \alpha_2 Z_{2t} + u_t$$

2.7.5. Mean Lag dan Median Lag

Mean lag adalah rata-rata tertimbang dari semua kelambanan dengan faktor pembobot adalah β . Kelambanan rata-rata dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\frac{\sum_{i=0}^{\infty} i\beta_i}{\sum_{i=0}^{\infty} \beta_i} = \frac{1}{1 - \lambda}$$

Misalkan $\lambda = 0.5$, maka kelambanan rata-ratanya adalah 1. Artinya perubahan Y secara rata-rata hanya memerlukan waktu satu periode.

Median lag adalah waktu setengah yang dibutuhkan bagi perubahan Y karena perubahan permanen dari X. Kelambanan median c memenuhi :

$$\frac{\sum_{i=0}^c \beta_i}{\sum_{i=0}^{\infty} \beta_i} = 0.5$$

Sedemikian sehingga $c = -\frac{\log 2}{\log \lambda}$, misalkan $\lambda = 0.2$ maka kelambanan median adalah 0.4306 yang artinya perubahan setengah Y hanya memerlukan waktu kurang dari setengah periode.

2.7.6. Pemilihan Panjang Kelambanan dan Model Terbaik

Pemilihan panjang lag pada model kelambanan merupakan persoalan yang sangat penting. Meskipun secara teoritis, panjang lag dapat ditentukan akan tetapi secara praktek kasus ekonomi, teori-teori ini tidak menjawab secara pasti panjangnya lag. Berikut adalah beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menentukan panjang lag yang terbaik;

1. Koefisien Determinasi

$$\overline{R^2} = 1 - (1 - R^2) \frac{N - 1}{N - k}$$

Di mana,

R^2 = Koefisien determinasi

N = Jumlah observasi

k = Jumlah variabel penjelas

Besarnya nilai koefisien determinasi adalah antara 0 hingga 1 ($0 < R^2 < 1$).

Bila nilai koefisien mendekati 1, maka model tersebut menjadi lebih baik

dikarenakan dapat ditafsirkan bahwa hubungan antara variabel bebas dengan variabel tidak bebasnya menjadi semakin dekat. Dalam formula tersebut jika kita menambahkan variabel independen di dalam model maka koefisien determinasi dapat menurun maupun naik.

Oleh karena itu, metode penentuan panjangnya kelambanan dipilih jika nilai koefisien determinasi yang disesuaikan tidak lagi naik pada saat panjang lag ditambah.

2. Akaike Information Criterion (AIC) & Schwarz Criterion (SC)

$$AIC = \ln\left(\frac{RSS}{N}\right) + \frac{2k}{N}$$

$$SC = \ln\left(\frac{RSS}{N}\right) + \frac{k \ln N}{N}$$

Di mana,

RSS = Jumlah residual kuadrat (Residual sum of squares)

k = Jumlah variabel parameter estimasi

N = jumlah observasi

Menurut AIC dan SC, Panjang lag yang terbaik untuk suatu model kelambanan dapat dipilih dari AIC dan SC yang paling minimum dengan mengambil nilai absolutnya.

2.8. Uji Asumsi Model

2.8.1. Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah adanya korelasi atau hubungan kuat antara dua variabel bebas atau lebih dalam sebuah model. Ada beberapa cara untuk menguji multikolinearitas dalam model, yaitu:

1. Eigenvalues dan Conditional Indeks

Persamaan regresi diasumsikan terdapat multikolinearitas jika eigenvalues mendekati 0. Hubungan antara nilai eigen dan conditional index adalah

$$CI = \sqrt{\frac{\max \text{ eigenvalues}}{\min \text{ eigenvalues}}}$$

Suatu persamaan dapat dikatakan mengandung kolinearitas moderat jika nilai CI di antara 10 sampai 30. Jika $CI > 30$, dapat dinyatakan bahwa persamaan regresi mempunyai kolineritas yang kuat antar variabel bebasnya.

2. Variance Inflation Factor (VIF) dan Tolerance

Rumus dari VIF adalah

$$VIF_j = \frac{1}{(1-R_j^2)}, j = 1, 2, 3, \dots, p$$

dimana R_j^2 adalah koefisien determinasi dari persamaan regresi.

Jika nilai $VIF > 5$, maka dianggap ada kolinearitas.

Hubungan VIF dengan Tolerance adalah

$$TOL_j = \frac{1}{VIF_j} = 1 - R_j^2$$

Di mana variabel bebas dinyatakan tidak mempunyai multikolinieritas jika TOL mendekati 1. Beberapa cara untuk mengatasi multikolinearitas adalah dengan mengeluarkan variabel tertentu, mentransformasikan variabel, melihat informasi yang ada, dan mencari data tambahan.

2.8.2. Heteroskedastisitas

Asumsi klasik selanjutnya yang perlu dipenuhi oleh suatu model regresi adalah asumsi homoskedastisitas. Uji heteroskedastisitas digunakan untuk menguji adanya ketidaksamaan varians dari residual untuk semua pengamatan pada model regresi. Dengan adanya heteroskedastisitas pada model estimator tidak lagi mempunyai variansi yang minimum yang juga akan menyebabkan dugaan koefisien tidak lagi BLUE (*Best Linier Unbiased Estimator*).

Dampak heteroskedastisitas pada suatu model regresi linier:

- (i) Lebih besarnya variansi dari taksiran
- (ii) Besarnya variansi ini akan berpengaruh pada uji t dan uji F yang mengakibatkan hipotesis kurang akurat
- (iii) Standard error taksiran juga akan lebih besar yang menyebabkan interval kepercayaan menjadi sangat besar
- (iv) Akibat dari dampak di atas maka kesimpulan yang diambil dari persamaan regresi yang dibuat dapat menyesatkan

Ada beberapa cara untuk mendeteksi apakah terdapat heteroskedastisitas pada model, yaitu sebagai berikut :

1. Metode grafik

Prinsip metode ini adalah untuk memeriksa pola residual (u_i^2) terhadap taksiran dari Y_i . Bila variansinya tidak konstan maka plot antara error dengan taksiran Y_i akan membentuk suatu pola. Perlu diperhatikan metode grafik sangatlah bersifat subjektif sehingga disarankan untuk menambah metode lain sebagai pendukung.

2. Uji Park

Uji Park memanfaatkan bentuk regresi untuk melihat adanya heteroskedastisitas. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut

➔ Buatlah persamaan regresi seperti berikut :

$$\ln(u_i^2) = \alpha + \beta \ln(X_i) + v_i$$

➔ Lakukanlah uji t, bila β secara statistik signifikan maka ada heteroskedastisitas dalam data

➔ Untuk regresi berganda ganti variabel X dengan \hat{Y}_i

3. Uji Glejser

Sejalan dengan uji Park yang menyatakan bahwa variabel gangguan nilainya tergantung dari variabel independent, bedanya Glejser menyarankan untuk melakukan regresi nilai absolut residual dengan variabel independent.

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_1 X_i + v_i$$

4. Uji Breusch-Pagan-Godfrey\

Prinsip yang dipakai adalah mencoba mengukur varian u_i^2 akibat perubahan nilai-nilai variabel bebasnya. Pada uji ini diasumsikan bahwa σ^2 , merupakan fungsi linier dari variabel nonstokastik Z , di mana Z adalah sebagian atau seluruh variabel X .

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

➔ Buat Hipotesis

H_0 : Varians u_i homoskedastis

H_1 : Lainnya

➔ Estimasi model regresi dan cari residual

➔ Cari $\tilde{\sigma}^2 = \frac{\sum \hat{u}_i^2}{N}$

➔ Hitung p_i dengan formula

$$p_i = \frac{\hat{u}_i^2}{\tilde{\sigma}^2}$$

➔ Regresikan p_i dengan Z (sering digunakan X)

➔ Hitung Sum Square Regression (SSR) dan cari $\Theta = \frac{1}{2} SSR$

➔ Bandingkan Θ dengan tabel Chi Square derajat bebas $m - 1$ di mana m adalah banyaknya parameter yang digunakan

➔ Jika Θ lebih besar dari nilai tabel, maka tolak hipotesis yang menyatakan homoskedastisitas

5. Uji White

Untuk regresi dengan 1 variabel langkah-langkah nya adalah sebagai berikut :

➔ Buat Hipotesis

H_0 : Varian u_i homoskedastis

H_1 : Lainnya

➔ Estimasi model regresi dan cari u_i^2

➔ Buat persamaan

$$u_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{i1} + \alpha_2 X_{1i}^2 + v_i$$

➔ nR^2 yang didapat berdistribusi Chi square dengan derajat bebas banyaknya variabel bebas

➔ Jika nilai hitung lebih besar dari nilai tabel berarti diputuskan terdapat heteroskedastisitas.

2.8.3. Autokorelasi

Autokorelasi terjadi jika terdapat korelasi antar variabel itu sendiri pada pengamatan yang berbeda waktu atau individu. Ada beberapa cara untuk menguji autokorelasi dalam model, yaitu:

1. Metode grafik

Autokorelasi dapat dilihat pola dalam grafik. Dengan membuat plot antara residual dengan variabel bebas X atau waktu. Selain itu dapat dibuat plot antara residual pada waktu ke-t dengan residual pada waktu ke-t-1.

2. Uji Durbin-Watson

Uji ini dilakukan untuk menguji autokorelasi pada nilai residual.

Langkah-langkah:

1) Tentukan hipotesis

$H_0: \rho = 0$

$H_1: \rho \neq 0$

2) Statistik uji Durbin-Watson

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2}$$

3) Kesimpulan

- Jika $DW = 2$, maka ρ hasilnya 0 (tidak ada korelasi)
- Jika $DW = 0$, maka ρ hasilnya 1 (korelasi positif)
- Jika $DW = 4$, maka ρ hasilnya -1 (korelasi negatif)

Selain itu nilai DW dapat dibandingkan dengan batas atas (dU) dan batas bawah (dL) tabel DW. Aturan untuk membandingkannya sebagai berikut:

- Jika $DW < dL$ maka terdapat korelasi positif
- Jika $dL \leq DW \leq dU$ maka tidak dapat diambil kesimpulan
- Jika $dU < DW < 4 - dU$ maka tidak ada korelasi
- Jika $4 - dU \leq DW \leq 4 - dL$ maka tidak dapat diambil kesimpulan
- Jika $DW > 4 - dL$ maka terdapat korelasi negatif

3. Uji Lagrange Multiplier (Metode Breusch-Godfrey)

Misalkan model residual mengikuti model AR(p). Prosedur dari uji ini sebagai berikut:

- 1) Estimasi persamaan regresi dengan metode OLS untuk mendapatkan residual
- 2) Lakukan regresi antara residual dengan variabel independen X dan lag dari residual, kemudian dapatkan nilai R^2
- 3) Jika sampel besar, $(n - p)R^2 \sim \lambda^2(df: p)$

Beberapa cara untuk mengatasi autokorelasi adalah dengan melakukan metode first difference, estimasi ρ berdasarkan Durbin-Watson/residual, analisis dengan metode time series, generalized difference, dan evaluasi model.

2.8.4. Normalitas

Terdapat beberapa cara untuk menguji normalitas dari suatu model. Cara pertama adalah dengan melihat histogram residual suatu model. Apabila histogram residual menyerupai distribusi normal maka dapat disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal. Selain itu, pengecekan normalitas residual OLS juga dapat dilakukan dengan Uji Jarque-Bera. Uji Jarque-Bera ini memiliki kelebihan yaitu kemampuan memeriksa normalitas pada sampel besar dimana uji lain seperti Shapiro Wilk tidak dapat melakukan ini. Uji statistik ini menggunakan skewness dan kurtosis. Statistik uji JB mengikuti distribusi $\chi^2(2)$ sehingga H_0 ditolak apabila $JB > \chi^2(2)$. Apabila H_0 ditolak maka dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal dan sebaliknya apabila H_0 diterima.

Berikut adalah statistik uji dari Uji Jarque-Bera

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

Di mana,

S = Koefisien skewness

K = Koefisien kurtosis

2.9. Uji Hipotesis

2.9.1. Uji F statistik

Uji F biasanya digunakan untuk memeriksa apakah semua variabel bebas (independent) yang ada di dalam model mempunyai pengaruh secara bersamaan terhadap variabel terikat (dependen). Berikut ini adalah langkah-langkah dalam uji F statistik pada tingkat $\alpha = 95\%$ dengan derajat kebebasan $df_1 = k - 1$ dan $df_2 = n - k$.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq \beta_k, \text{ untuk setidaknya } 1 \leq j \neq k$$

Untuk menguji hipotesis ini digunakan F statistik dengan kriteria pengambilan keputusan membandingkan nilai F hitung dengan nilai F tabel.

- ➔ Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak
- ➔ Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka H_0 tidak ditolak

2.9.2. Uji t

Uji t merupakan uji parsial untuk pengujian hipotesis signifikan koefisien regresi secara sendiri-sendiri dengan derajat bebas $df = n - k$. Hipotesis yang dirumuskan adalah :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Untuk menguji hipotesis ini digunakan pada t statistic dengan kriteria pengambilan keputusannya adalah :

- ➔ Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak
- ➔ Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 tidak ditolak

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Model yang Digunakan untuk Analisis

Pada penelitian ini model yang digunakan untuk analisis adalah Partial Adjustment Model serta Model Polinomial Shirley Almon. Alasan peneliti menggunakan Partial Adjustment Model untuk penelitian ini adalah bahwa model ini memiliki keunggulan sebagai berikut yaitu; (1) galat dari model penyesuaian parsial tidak berhubungan langsung dengan galat sebelumnya karena diasumsikan galat (δ) tidak berkorelasi diri, (2) koefisien penyesuaian parsial variabel dependen Y_{t-1} mempunyai arti ekonomi yang jelas dan (3) dengan menggunakan nilai koefisien penyesuaian parsial, elastisitas respon dapat dihitung.

Model Polinomial Shirley Almon dipilih dikarenakan memiliki keunggulan mengasumsikan bahwa pengaruh variabel bebas terhadap variabel tak bebas mengikuti pola siklikal (bergelombang) serta lebih banyak digunakan pada pendugaan model regresi distributed lag karena dianggap lebih tepat dikarenakan memungkinkan pendugaan langsung.

3.2. Sumber Data dan Penjelasan Variabel

Data set diambil dari Badan Pusat Statistik dengan variabel sebagai berikut:

1. PDB = Produk Domestik Bruto, alat ukur pertumbuhan ekonomi suatu negara (Milyar Rupiah)
2. BI Rate = Kebijakan suku bunga Bank Indonesia yang bisa mempengaruhi pertumbuhan ekonomi (Persentase)
3. Uang Beredar = Jumlah uang yang beredar di negara (Milyar Rupiah)
4. Indeks Produksi = Nilai yang menunjukkan perubahan produksi dari industri (Persentase berdasarkan tahun 2016)
5. Indeks Konstruksi = Nilai yang menunjukkan perubahan atau perkembangan dari kegiatan perusahaan sektor konstruksi (Persentase berdasarkan tahun 2010)

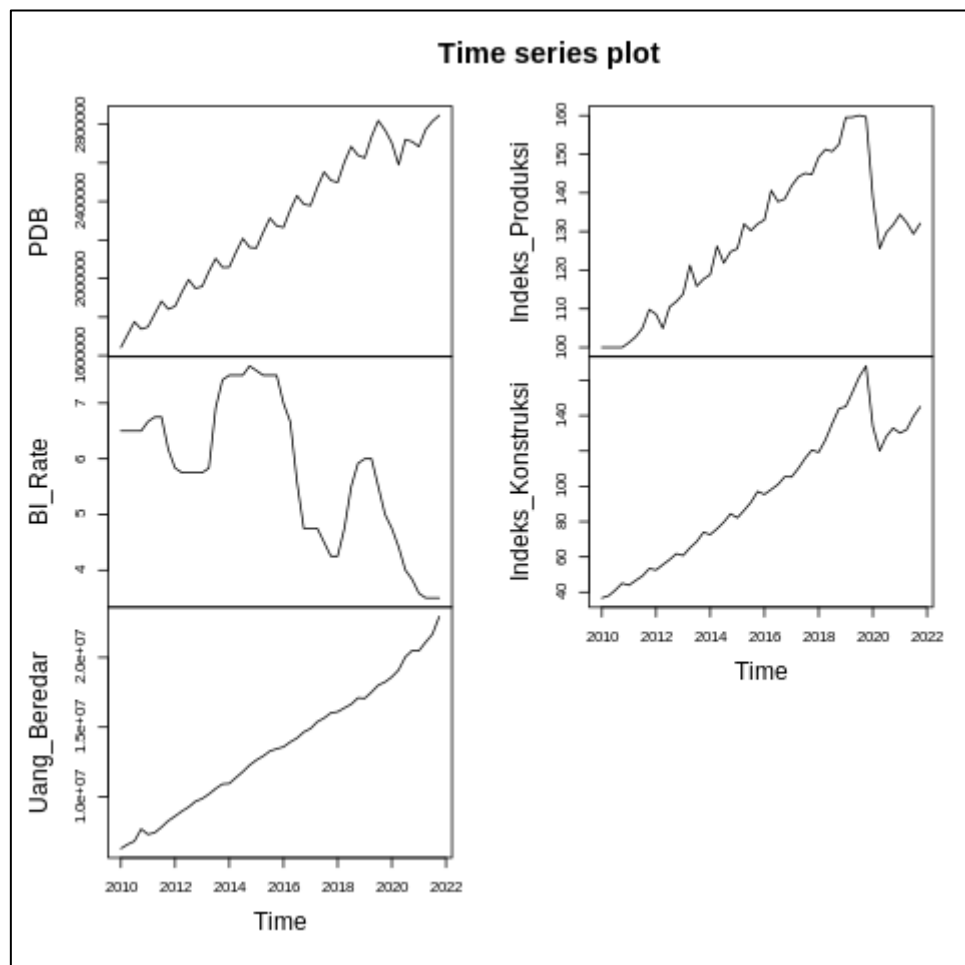
3.3. Langkah Kerja

Berikut ini adalah langkah kerja untuk melakukan analisis regresi model distribusi kelambanan yaitu sebagai berikut :

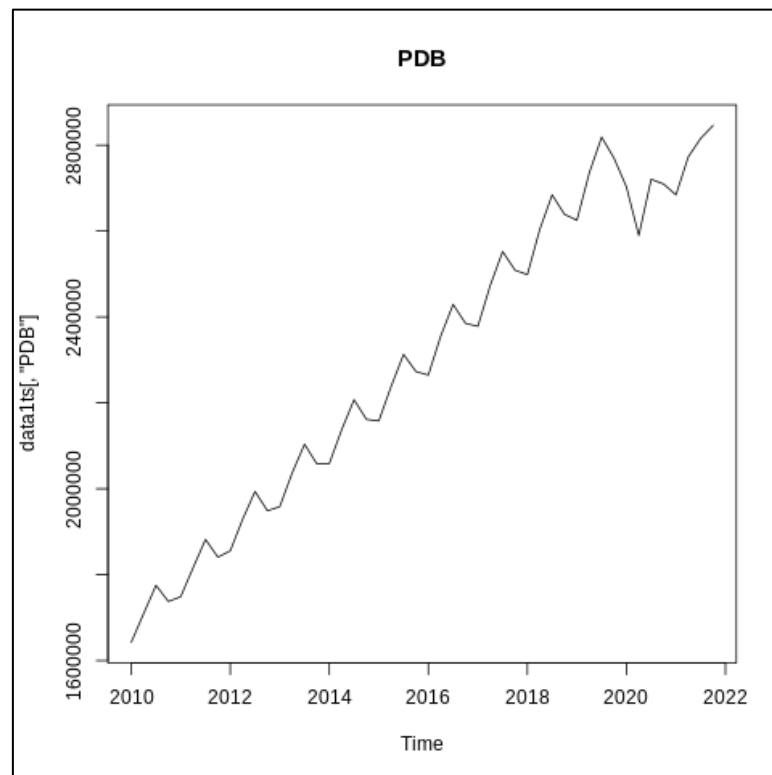
- 1) Definisikan tujuan penelitian
- 2) Melihat data dan visualisasi dari data
- 3) Merumuskan hipotesis penelitian
- 4) Merumuskan model untuk menguji hipotesis penelitian
- 5) Pemilihan model terbaik
- 6) Uji asumsi yang dimiliki oleh model
- 7) Interpretasikan hasil model terbaik

3.4. Visualisasi Data

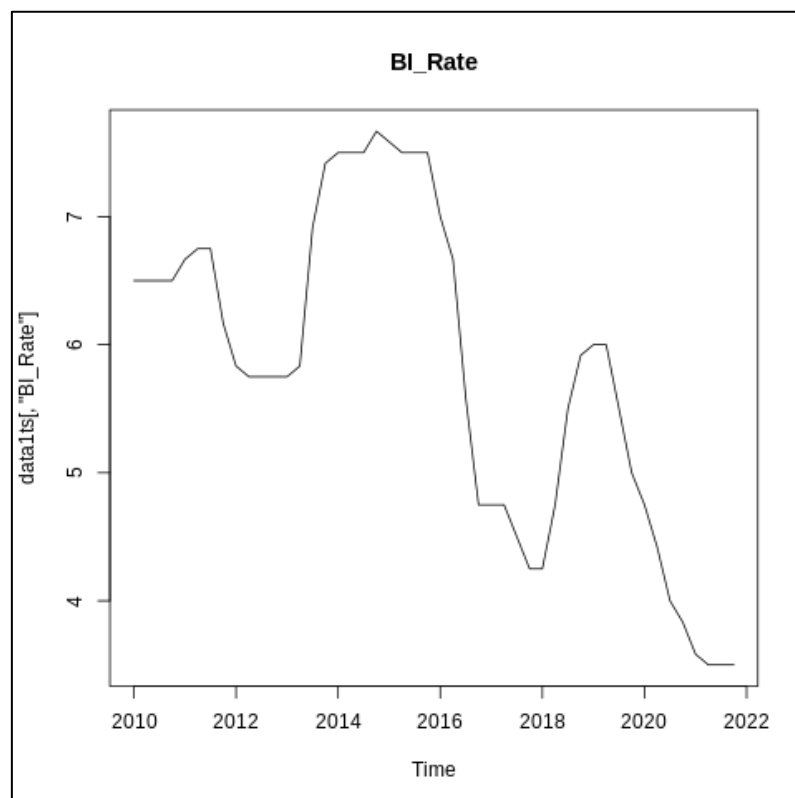
Berikut adalah keseluruhan dari visualisasi data setiap data yang digunakan untuk penelitian pemodelan ini.



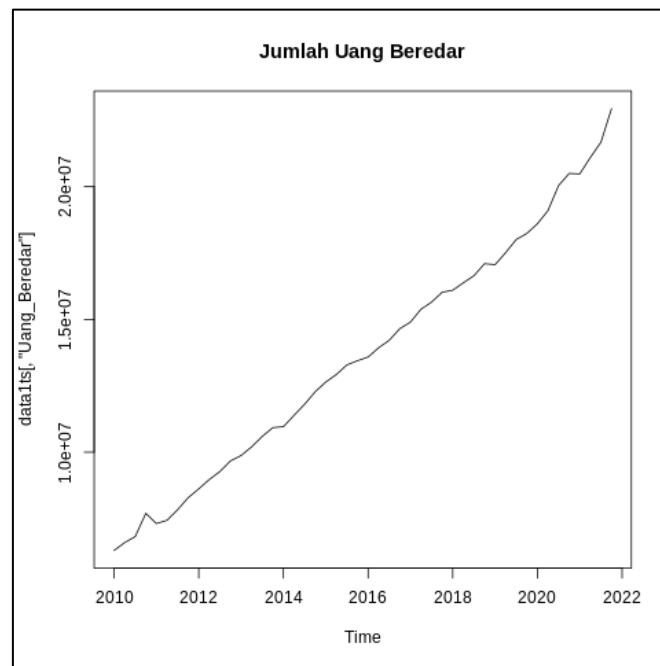
Berikut adalah visualisasi data Produk Domestik Bruto:



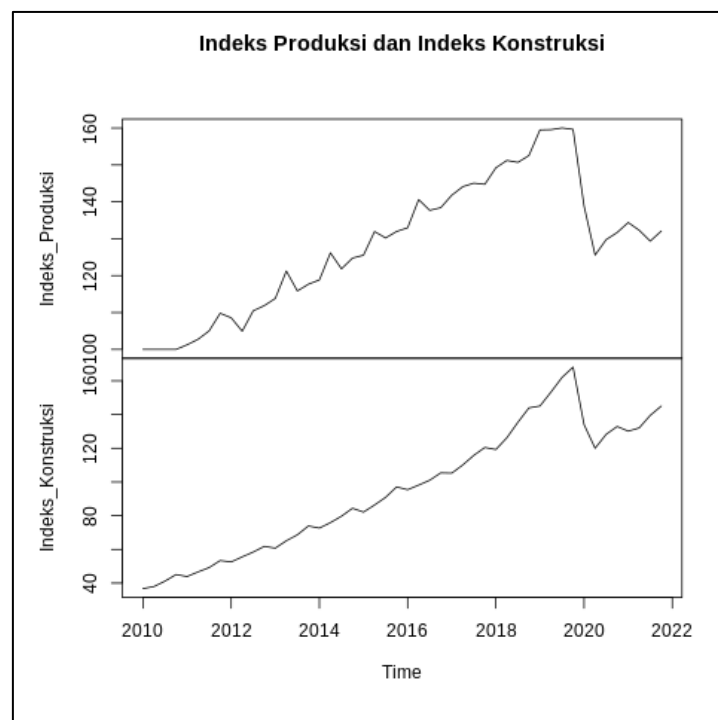
Berikut adalah visualisasi data suku bunga Bank Indonesia (BI Rate):



Berikut adalah visualisasi data Jumlah Uang Beredar:



Berikut adalah visualisasi data Indeks Produksi Industri Mikro dan Kecil serta visualisasi data Indeks Nilai Konstruksi yang Diselesaikan Perusahaan Konstruksi:



3.5. Model Analisis dengan *Partial Adjustment Model*

Hubungan antara PDB, uang beredar, indeks produksi, dan indeks konstruksi adalah sebagai berikut:

$$PDB_t = \beta_0 + \beta_1 UangBeredar_t + \beta_2 Indeksproduksi_t + \beta_3 Indekskonstruksi_t + \varepsilon_t \quad (3.5.1)$$

$$PDB_t = \delta PDB_t + (1 - \delta)PDB_{t-1} \quad (3.5.2)$$

Kedua persamaan di atas disubstitusikan sehingga di dapat:

$$PDB_t = \delta(\beta_0 + \beta_1 UangBeredar_t + \beta_2 Indeksproduksi_t + \beta_3 Indekskonstruksi_t + \varepsilon_t) + (1 - \delta)PDB_{t-1}$$

$$PDB = \delta\beta_0 + \delta\beta_1 UangBeredar_t + \delta\beta_2 Indeksproduksi_t + \delta\beta_3 Indekskonstruksi_t + \delta\varepsilon_t + (1 - \delta)PDB_{t-1} \quad (3.5.3)$$

$$PDB_t = \alpha_0 + \alpha_1 UangBeredar_t + \alpha_2 Indeksproduksi_t + \alpha_3 Indekskonstruksi_t + \alpha_4 PDB_{t-1} + \mu_t \quad (3.5.4)$$

Persamaan (3.5.4) akan digunakan untuk mengobservasi faktor yang mempengaruhi PDB

3.6. Model Analisis dengan Model Polinomial Shirley Almon

Kami akan melakukan analisis variabel suku bunga Bank Indonesia dengan menggunakan Model Polinomial Shirley Almon dikarenakan grafik suku bunga Bank Indonesia yang terlihat memiliki fungsi polinomial. Diketahui bahwa model distribusi kelambanan dengan kelambanan yang terbatas k adalah sebagai berikut :

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=0}^k \beta_i X_{t-i} + u_t$$

1) Misalkan pola β_i dengan derajat dua, maka

$$\beta_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2$$

Dengan panjang maksimum lag k maka perhitungan berdasarkan metode Almon akan menghasilkan persamaan berikut :

$$Y_t = \alpha + \alpha_0 \sum_{i=0}^k X_{t-i} + \alpha_1 \sum_{i=0}^k i X_{t-i} + \alpha_2 \sum_{i=0}^k i^2 X_{t-i} + U_t$$

Sehingga dengan faktor penimbang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_t = \alpha + \alpha_0 Z_{0t} + \alpha_1 Z_{1t} + \alpha_2 Z_{2t} + U_t$$

Dengan $Z_{0t} = \sum_{i=0}^k X_{t-i}$, $Z_{1t} = \sum_{i=0}^k i X_{t-i}$, $Z_{2t} = \sum_{i=0}^k i^2 X_{t-i}$. Untuk memperoleh $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ caranya adalah:

$$\begin{aligned}\beta_0 &= \alpha_0, \beta_1 = \alpha_0 + 2\alpha_1 + 4\alpha_2, \beta_3 = \alpha_0 + 3\alpha_1 + 9\alpha_2 \\ \beta_k &= \alpha_0 + k\alpha_1 + k^2\alpha_2\end{aligned}$$

Sehingga dalam pengaplikasiannya akan dihasilkan model sebagai berikut :

$$\log(PDB) = \alpha + \alpha_0 Z_{0t} + \alpha_1 Z_{1t} + \alpha_2 Z_{2t} + U_t$$

Dengan,

$$Z_{0t} = \sum_{i=0}^k BI_{Rate_{t-i}}, Z_{1t} = \sum_{i=0}^k i BI_{Rate_{t-i}}, Z_{2t} = \sum_{i=0}^k i^2 BI_{Rate_{t-i}}$$

Dengan panjang kelambanan 4 akan menghasilkan persamaan akhir sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\log(PDB) &= \alpha + \beta_0(BI\ RATE_t) + \beta_1(BI\ RATE_{t-1}) + \beta_2(BI\ RATE_{t-2}) \\ &\quad + \beta_3(BI\ RATE_{t-3}) + \beta_4(BI\ RATE_{t-4})\end{aligned}$$

2) Misalkan pola β_i dengan derajat tiga, maka

$$\beta_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 + \alpha_3 i^3$$

Dengan panjang maksimum lag k maka perhitungan berdasarkan metode Almon akan menghasilkan persamaan berikut :

$$Y_t = \alpha + \alpha_0 \sum_{i=0}^k X_{t-i} + \alpha_1 \sum_{i=0}^k i X_{t-i} + \alpha_2 \sum_{i=0}^k i^2 X_{t-i} + \alpha_3 \sum_{i=0}^k i^3 X_{t-i} + U_t$$

Sehingga dengan faktor penimbang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_t = \alpha + \alpha_0 Z_{0t} + \alpha_1 Z_{1t} + \alpha_2 Z_{2t} + \alpha_3 Z_{3t} + U_t$$

Dengan $Z_{0t} = \sum_{i=0}^k X_{t-i}$, $Z_{1t} = \sum_{i=0}^k i X_{t-i}$, $Z_{2t} = \sum_{i=0}^k i^2 X_{t-i}$, $Z_{3t} = \sum_{i=0}^k i^3 X_{t-i}$.

Untuk memperoleh $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ caranya adalah:

$$\beta_0 = \alpha_0$$

$$\beta_1 = \alpha_0 + 2\alpha_1 + 4\alpha_2 + 8\alpha_3$$

$$\beta_3 = \alpha_0 + 3\alpha_1 + 9\alpha_2 + 27\alpha_3$$

$$\beta_k = \alpha_0 + k\alpha_1 + k^2\alpha_2 + k^3\alpha_3$$

Sehingga dalam pengaplikasiannya akan dihasilkan model sebagai berikut :

$$\log(PDB) = \alpha + \alpha_0 Z_{0t} + \alpha_1 Z_{1t} + \alpha_2 Z_{2t} + \alpha_3 Z_{3t} + U_t$$

Dengan,

$$Z_{0t} = \sum_{i=0}^k BI_{Rate_{t-i}}, Z_{1t} = \sum_{i=0}^k i BI_{Rate_{t-i}},$$

$$Z_{2t} = \sum_{i=0}^k i^2 BI_{Rate_{t-i}}, Z_{3t} = \sum_{i=0}^k i^3 BI_{Rate_{t-i}}$$

Dengan panjang kelambanan 4 akan menghasilkan persamaan akhir sebagai berikut :

$$\log(PDB) = \alpha + \beta_0(BI\ RATE_t) + \beta_1(BI\ RATE_{t-1}) + \beta_2(BI\ RATE_{t-2})$$

$$+ \beta_3(BI\ RATE_{t-3}) + \beta_4(BI\ RATE_{t-4})$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pendugaan Koefisien PAM

Akan dilakukan percobaan beberapa model-model untuk menemukan model yang terbaik,

1. Model 1

$$PDB_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \alpha_4 x_4 + \alpha_5 PDB_{t-1} + \mu_t$$

Di mana,

Y = pdb

x1 = bi_rate

x2 = uang_beredar

x3 = indeks_produksi

x4 = indeks_konstruksi

Dependent Variable: PDB				
Method: Least Squares				
Date: 12/25/22 Time: 22:09				
Sample (adjusted): 2 48				
Included observations: 47 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1113456.	188713.0	5.900261	0.0000
BI_RATE	-1731.140	6645.792	-0.260487	0.7958
UANG_BEREDAR	0.046274	0.007467	6.197143	0.0000
INDEKS_PRODUKSI	2820.800	1020.231	2.764863	0.0085
INDEKS_KONSTRUKSI	3305.144	1095.638	3.016638	0.0044
PDB(-1)	-0.051227	0.133276	-0.384368	0.7027
R-squared	0.989163	Mean dependent var		2308614.
Adjusted R-squared	0.987841	S.D. dependent var		352378.5
S.E. of regression	38855.44	Akaike info criterion		24.09183
Sum squared resid	6.19E+10	Schwarz criterion		24.32802
Log likelihood	-560.1579	Hannan-Quinn criter.		24.18071
F-statistic	748.4637	Durbin-Watson stat		2.173624
Prob(F-statistic)	0.000000			

2. Model 2

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 \log(x_2) + \alpha_3 x_3 + \alpha_4 x_4 + \alpha_5 \log(PDB_{t-1}) + \mu_t$$

Di mana,

Y = pdb

x1 = bi_rate

x2 = uang_beredar

x3 = indeks_produksi

x4 = indeks_konstruksi

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/25/22 Time: 22:22				
Sample (adjusted): 2 48				
Included observations: 47 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.05301	1.543760	7.159794	0.0000
X1	-0.002177	0.002848	-0.764328	0.4490
LOG(X2)	0.301697	0.049718	6.068196	0.0000
X3	0.000731	0.000393	1.860459	0.0700
X4	0.001556	0.000408	3.814556	0.0005
LOG(Y(-1))	-0.108552	0.152014	-0.714092	0.4792
R-squared	0.988874	Mean dependent var	14.64039	
Adjusted R-squared	0.987517	S.D. dependent var	0.156347	
S.E. of regression	0.017468	Akaike info criterion	-5.138105	
Sum squared resid	0.012511	Schwarz criterion	-4.901916	
Log likelihood	126.7455	Hannan-Quinn criter.	-5.049225	
F-statistic	728.7941	Durbin-Watson stat	2.188979	
Prob(F-statistic)	0.000000			

3. Model 3

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(x_2) + \alpha_2 x_3 + \alpha_3 x_4 + \alpha_4 \log(PDB_{t-1}) + \mu_t$$

Di mana,

Y = pdb

x2 = uang_beredar

x3 = indeks_produksi

x4 = indeks_konstruksi

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/25/22 Time: 22:25				
Sample (adjusted): 2 48				
Included observations: 47 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.98157	1.533282	7.162133	0.0000
LOG(X2)	0.305035	0.049280	6.189887	0.0000
X3	0.000607	0.000356	1.704671	0.0956
X4	0.001622	0.000397	4.086702	0.0002
LOG(Y(-1))	-0.107609	0.151254	-0.711445	0.4807
R-squared	0.988715	Mean dependent var	14.64039	
Adjusted R-squared	0.987640	S.D. dependent var	0.156347	
S.E. of regression	0.017382	Akaike info criterion	-5.166510	
Sum squared resid	0.012689	Schwarz criterion	-4.969686	
Log likelihood	126.4130	Hannan-Quinn criter.	-5.092444	
F-statistic	919.9542	Durbin-Watson stat	2.141363	
Prob(F-statistic)	0.000000			

4. Model 4

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(x_2) + \alpha_2 x_3 + \alpha_3 \log(PDB_{t-1}) + \mu_t$$

Di mana,

Y = pdb

x2 = uang_beredar

x3 = indeks_produksi

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/25/22 Time: 22:28				
Sample (adjusted): 2 48				
Included observations: 47 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.091272	1.120083	5.438233	0.0000
LOG(X2)	0.260883	0.056177	4.643931	0.0000
X3	0.001347	0.000358	3.762851	0.0005
LOG(Y(-1))	0.280353	0.137581	2.037732	0.0478
R-squared	0.984228	Mean dependent var	14.64039	
Adjusted R-squared	0.983127	S.D. dependent var	0.156347	
S.E. of regression	0.020309	Akaike info criterion	-4.874274	
Sum squared resid	0.017735	Schwarz criterion	-4.716814	
Log likelihood	118.5454	Hannan-Quinn criter.	-4.815021	
F-statistic	894.4403	Durbin-Watson stat	1.826278	
Prob(F-statistic)	0.000000			

4.2. Perbandingan Partial Adjustment Model

Dari ke-empat model yang dimiliki pada ujungnya diambil bahwa model yang terbaik adalah model ke-3 atau dapat secara rumus ditulis sebagai:

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(x_2) + \alpha_2 x_3 + \alpha_3 x_4 + \alpha_4 \log(PDB_{t-1}) + \mu_t$$

Di mana,

Y = pdb

x2 = uang_beredar

x3 = indeks_produksi

x4 = indeks_konstruksi

Alasan ini dikarenakan nilai AIC serta SC merupakan paling rendah dari semua model yang telah dibuat yaitu masing-masing -5.166510 dan -4.969686.

Tetapi dikarenakan x4 tidak signifikan maka untuk khusus lag-1 model terbaik adalah

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(x_2) + \alpha_2 x_3 + \alpha_3 \log(PDB_{t-1}) + \mu_t$$

	df	AIC
model33\$model	6	-248.4540
model31\$model	6	-243.2088
model3\$model	6	-240.8260
model32\$model	6	-232.1046
model34\$model	6	-223.6142
	df	BIC
model33\$model	6	-237.7489
model31\$model	6	-232.2370
model3\$model	6	-229.7251
model32\$model	6	-221.2646
model34\$model	6	-213.0470

4.3. Pemilihan Panjang Kelambanan untuk Model 3

1. Model 3 dengan lag 2 (Model 31)

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(x_2) + \alpha_2 x_3 + \alpha_3 x_4 + \alpha_4 \log(PDB_{t-2}) + \mu_t$$

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/25/22 Time: 22:39				
Sample (adjusted): 3 48				
Included observations: 46 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12.53074	0.936887	13.37486	0.0000
LOG(X2)	0.377161	0.040940	9.212474	0.0000
X3	0.000743	0.000334	2.225133	0.0316
X4	0.001729	0.000305	5.669965	0.0000
LOG(Y(-2))	-0.296432	0.097799	-3.031040	0.0042
R-squared	0.989905	Mean dependent var		14.64667
Adjusted R-squared	0.988920	S.D. dependent var		0.151963
S.E. of regression	0.015996	Akaike info criterion		-5.330626
Sum squared resid	0.010491	Schwarz criterion		-5.131861
Log likelihood	127.6044	Hannan-Quinn criter.		-5.256168
F-statistic	1005.066	Durbin-Watson stat		2.114501
Prob(F-statistic)	0.000000			

2. Model 3 dengan lag 3 (Model 32)

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(x_2) + \alpha_2 x_3 + \alpha_3 x_4 + \alpha_4 \log(PDB_{t-3}) + \mu_t$$

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/25/22 Time: 22:42				
Sample (adjusted): 4 48				
Included observations: 45 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.711891	0.871631	9.994928	0.0000
LOG(X2)	0.238396	0.044500	5.357245	0.0000
X3	0.000632	0.000362	1.747249	0.0883
X4	0.001240	0.000324	3.824530	0.0004
LOG(Y(-3))	0.124632	0.094148	1.323787	0.1931
R-squared	0.988048	Mean dependent var	14.65239	
Adjusted R-squared	0.986853	S.D. dependent var	0.148592	
S.E. of regression	0.017038	Akaike info criterion	-5.202324	
Sum squared resid	0.011611	Schwarz criterion	-5.001583	
Log likelihood	122.0523	Hannan-Quinn criter.	-5.127490	
F-statistic	826.6696	Durbin-Watson stat	1.954812	
Prob(F-statistic)	0.000000			

3. Model 3 dengan lag 4 (Model 33)

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(x_2) + \alpha_2 x_3 + \alpha_3 x_4 + \alpha_4 \log(PDB_{t-4}) + \mu_t$$

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/25/22 Time: 22:43				
Sample (adjusted): 5 48				
Included observations: 44 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.354279	0.816115	7.786014	0.000
LOG(X2)	0.125634	0.037600	3.341302	0.001
X3	0.000734	0.000289	2.538641	0.015
X4	0.000870	0.000280	3.107253	0.003
LOG(Y(-4))	0.414457	0.086917	4.768426	0.000
R-squared	0.992212	Mean dependent var	14.6588	
Adjusted R-squared	0.991413	S.D. dependent var	0.14376	
S.E. of regression	0.013322	Akaike info criterion	-5.69213	
Sum squared resid	0.006922	Schwarz criterion	-5.48938	
Log likelihood	130.2270	Hannan-Quinn criter.	-5.61694	
F-statistic	1242.185	Durbin-Watson stat	1.70743	
Prob(F-statistic)	0.000000			

4. Model 3 dengan lag 5 (Model 34)

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(x_2) + \alpha_2 x_3 + \alpha_3 x_4 + \alpha_4 \log(PDB_{t-5}) + \mu_t$$

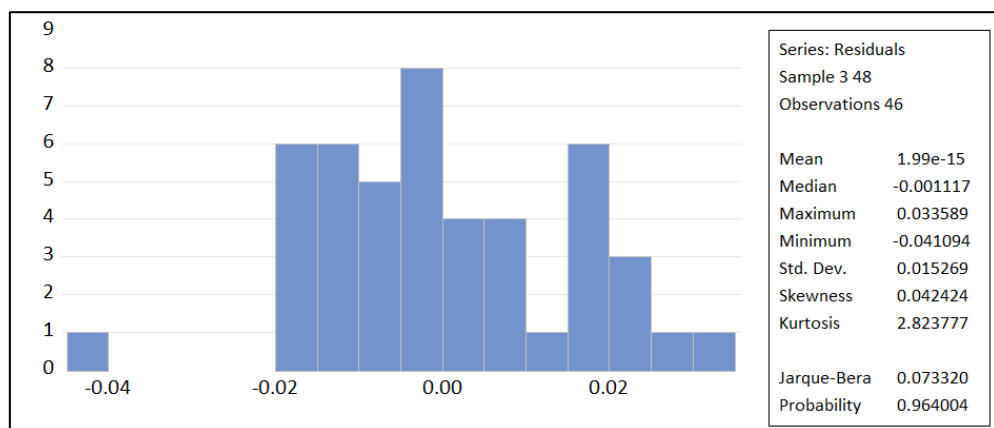
Dependent Variable: LOG(Y) Method: Least Squares Date: 12/25/22 Time: 22:44 Sample (adjusted): 6 48 Included observations: 43 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.87249	1.106079	9.829754	0.0000
LOG(X2)	0.304475	0.051510	5.911024	0.0000
X3	0.000387	0.000380	1.019705	0.3143
X4	0.001676	0.000377	4.444186	0.0001
LOG(Y(-5))	-0.098193	0.119686	-0.820425	0.4171
R-squared	0.986968	Mean dependent var	14.66547	
Adjusted R-squared	0.985597	S.D. dependent var	0.138527	
S.E. of regression	0.016625	Akaike info criterion	-5.246841	
Sum squared resid	0.010503	Schwarz criterion	-5.042050	
Log likelihood	117.8071	Hannan-Quinn criter.	-5.171320	
F-statistic	719.4921	Durbin-Watson stat	2.058250	
Prob(F-statistic)	0.000000			

4.4. Uji Asumsi Model Terbaik

Akan dilakukan uji normalitas, heteroskedastisitas, autokorelasi, dan multikolinieritas untuk menguji model tersebut.

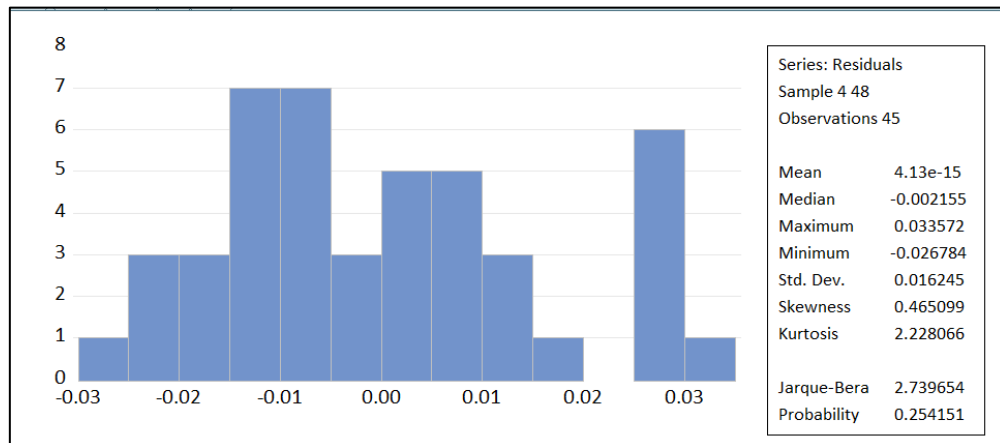
- Uji normalitas

Model 3 dengan lag 2



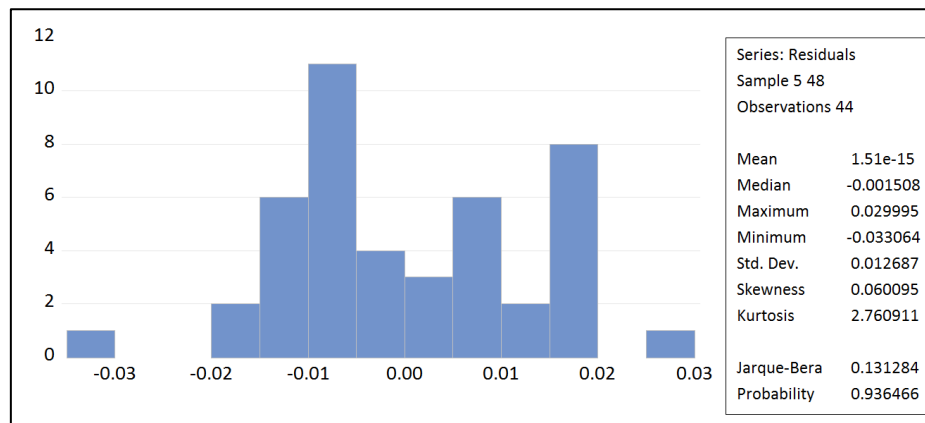
Residual berdistribusi normal karena p-value > 0.05 sehingga H0 diterima

Model 3 dengan lag 3



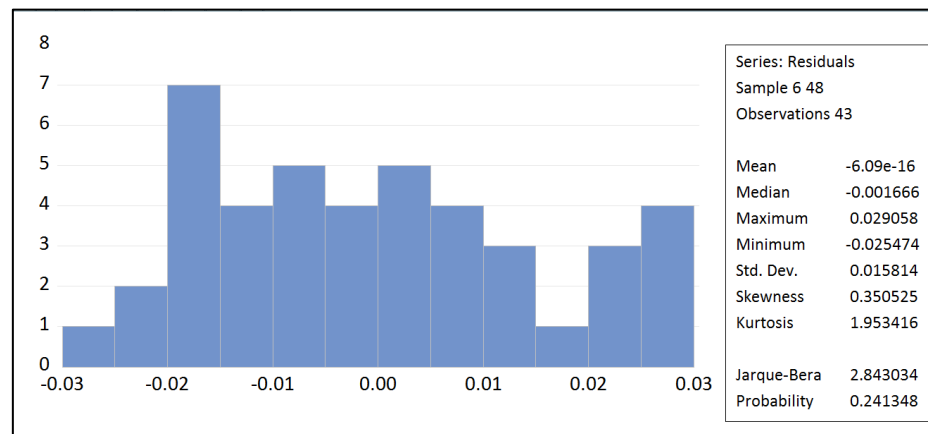
Residual berdistribusi normal karena p-value > 0.05 sehingga H0 diterima

Model 3 dengan lag 4



Residual berdistribusi normal karena p-value > 0.05 sehingga H0 diterima

Model 3 dengan lag 5



Residual berdistribusi normal karena p-value > 0.05 sehingga H0 diterima

- Uji heteroskedastisitas

Model 3 dengan lag 2

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Square				
Null hypothesis: Homoskedasticity				
F-statistic	1.619484	Prob. F(4,41)	0.1877	
Obs*R-squared	6.276285	Prob. Chi-Square(4)	0.1794	
Scaled explained SS	4.546702	Prob. Chi-Square(4)	0.3370	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 10:44				
Sample: 3 48				
Included observations: 46				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.013039	0.017756	0.734316	0.4669
LOG(X2)	-0.000644	0.000776	-0.830173	0.4112
X3	-1.20E-05	6.33E-06	-1.899212	0.0646
X4	9.62E-06	5.78E-06	1.664263	0.1037
LOG(Y(-2))	-0.000112	0.001853	-0.060312	0.9522
R-squared	0.136441	Mean dependent var	0.000228	
Adjusted R-squared	0.052191	S.D. dependent var	0.000311	
S.E. of regression	0.000303	Akaike info criterion	-13.26230	
Sum squared resid	3.77E-06	Schwarz criterion	-13.06354	
Log likelihood	310.0330	Hannan-Quinn criter.	-13.18785	
F-statistic	1.619484	Durbin-Watson stat	2.283974	
Prob(F-statistic)	0.187686			

Model tidak memiliki masalah heteroskedastisitas karena p-value > 0.05 sehingga H0 diterima

Model 3 dengan lag 3

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
Null hypothesis: Homoskedasticity				
F-statistic	1.124563	Prob. F(4,40)	0.3586	
Obs*R-squared	4.548971	Prob. Chi-Square(4)	0.3368	
Scaled explained SS	2.206987	Prob. Chi-Square(4)	0.6978	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 10:34				
Sample: 4 48				
Included observations: 45				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.016354	0.014711	1.111674	0.2729
LOG(X2)	6.59E-05	0.000751	0.087798	0.9305
X3	7.80E-07	6.11E-06	0.127618	0.8991
X4	2.02E-06	5.47E-06	0.368970	0.7141
LOG(Y(-3))	-0.001196	0.001589	-0.752495	0.4562
R-squared	0.101088	Mean dependent var	0.000258	
Adjusted R-squared	0.011197	S.D. dependent var	0.000289	
S.E. of regression	0.000288	Akaike info criterion	-13.36588	
Sum squared resid	3.31E-06	Schwarz criterion	-13.16514	
Log likelihood	305.7322	Hannan-Quinn criter.	-13.29104	
F-statistic	1.124563	Durbin-Watson stat	3.041785	
Prob(F-statistic)	0.358593			
0.3585930290232398				

Model tidak memiliki masalah heteroskedastisitas karena p-value > 0.05 sehingga H0 diterima

Model 3 dengan lag 4

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
Null hypothesis: Homoskedasticity				
F-statistic	6.430907	Prob. F(4,39)	0.0004	
Obs*R-squared	17.48727	Prob. Chi-Square(4)	0.0016	
Scaled explained SS	12.09632	Prob. Chi-Square(4)	0.0166	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 11:00				
Sample: 5 48				
Included observations: 44				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.021085	0.010544	-1.999723	0.0529
LOG(X2)	-9.83E-05	0.000486	-0.202427	0.8406
X3	-1.07E-05	3.73E-06	-2.872728	0.0066
X4	-5.24E-07	3.62E-06	-0.144798	0.8856
LOG(Y(-4))	0.001664	0.001123	1.481476	0.1465
R-squared	0.397438	Mean dependent var	0.000157	
Adjusted R-squared	0.335637	S.D. dependent var	0.000211	
S.E. of regression	0.000172	Akaike info criterion	-14.39016	
Sum squared resid	1.16E-06	Schwarz criterion	-14.18741	
Log likelihood	321.5834	Hannan-Quinn criter.	-14.31497	
F-statistic	6.430907	Durbin-Watson stat	2.859670	
Prob(F-statistic)	0.000449			

Model memiliki masalah heteroskedastisitas karena p-value < 0.05 sehingga H0 ditolak

Model 3 dengan lag 5

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
Null hypothesis: Homoskedasticity				
F-statistic	1.171387	Prob. F(4,38)	0.3388	
Obs*R-squared	4.720064	Prob. Chi-Square(4)	0.3172	
Scaled explained SS	1.757238	Prob. Chi-Square(4)	0.7803	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 11:08				
Sample: 6 48				
Included observations: 43				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.007666	0.015926	-0.481352	0.6330
LOG(X2)	-0.000970	0.000742	-1.307411	0.1989
X3	3.39E-06	5.47E-06	0.621011	0.5383
X4	-1.86E-06	5.43E-06	-0.342284	0.7340
LOG(Y(-5))	0.001615	0.001723	0.937140	0.3546
R-squared	0.109769	Mean dependent var	0.000244	
Adjusted R-squared	0.016060	S.D. dependent var	0.000241	
S.E. of regression	0.000239	Akaike info criterion	-13.72810	
Sum squared resid	2.18E-06	Schwarz criterion	-13.52330	
Log likelihood	300.1540	Hannan-Quinn criter.	-13.65257	
F-statistic	1.171387	Durbin-Watson stat	2.993532	
Prob(F-statistic)	0.338761			

Model tidak memiliki masalah heteroskedastisitas karena $p\text{-value} > 0.05$ sehingga H_0 ditolak

- Uji autokorelasi

Model 3 dengan lag 2

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
Null hypothesis: No serial correlation at up to 1 lag				
F-statistic	0.331157	Prob. F(1,40)	0.5682	
Obs*R-squared	0.377703	Prob. Chi-Square(1)	0.5388	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 22:00				
Sample: 2010Q3 2021Q4				
Included observations: 46				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.138867	0.974960	0.142433	0.8875
LOG(X2)	0.003803	0.041804	0.090962	0.9280
X3	-3.19E-05	0.000341	-0.093641	0.9259
X4	4.14E-05	0.000316	0.130964	0.8965
LOG(Y(-2))	-0.013753	0.101461	-0.135547	0.8929
RESID(-1)	-0.096066	0.166937	-0.575462	0.5682
R-squared	0.008211	Mean dependent var	1.99E-15	
Adjusted R-squared	-0.115763	S.D. dependent var	0.015269	
S.E. of regression	0.016128	Akaike info criterion	-5.295393	
Sum squared resid	0.010405	Schwarz criterion	-5.056874	
Log likelihood	127.7940	Hannan-Quinn criter.	-5.206042	
F-statistic	0.066231	Durbin-Watson stat	1.986956	
Prob(F-statistic)	0.996778			

Dari uji tersebut H_0 diterima sehingga tidak terdapat isu otokorelasi.

Model 3 dengan lag 3

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
Null hypothesis: No serial correlation at up to 3 lags				
F-statistic	4.036271	Prob. F(3,38)	0.0138	
Obs*R-squared	11.11592	Prob. Chi-Square(3)	0.0111	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 10:54				
Sample: 3 48				
Included observations: 46				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.132637	0.960445	-1.179283	0.2456
LOG(X2)	-0.041103	0.040273	-1.020625	0.3139
X3	-0.000101	0.000308	-0.327492	0.7451
X4	-0.000103	0.000286	-0.358020	0.7223
LOG(Y(-2))	0.125141	0.101129	1.237433	0.2235
RESID(-1)	-0.197820	0.157871	-1.253045	0.2178
RESID(-2)	-0.486286	0.160589	-3.028149	0.0044
RESID(-3)	-0.317346	0.154618	-2.052450	0.0471
R-squared	0.241650	Mean dependent var	1.99E-15	
Adjusted R-squared	0.101954	S.D. dependent var	0.015269	
S.E. of regression	0.014469	Akaike info criterion	-5.476802	
Sum squared resid	0.007956	Schwarz criterion	-5.158778	
Log likelihood	133.9665	Hannan-Quinn criter.	-5.357668	
F-statistic	1.729830	Durbin-Watson stat	1.807301	
Prob(F-statistic)	0.131208			

Dari uji tersebut H0 ditolak sehingga terdapat isu otokorelasi.

Model 3 dengan lag 4

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
Null hypothesis: No serial correlation at up to 4 lags				
F-statistic	6.830538	Prob. F(4,37)	0.0003	
Obs*R-squared	19.53944	Prob. Chi-Square(4)	0.0006	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 10:55				
Sample: 3 48				
Included observations: 46				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.015492	0.885885	-2.275116	0.0288
LOG(X2)	-0.065986	0.036278	-1.818912	0.0770
X3	1.19E-06	0.000274	0.004360	0.9965
X4	-0.000330	0.000261	-1.261822	0.2149
LOG(Y(-2))	0.214016	0.092940	2.302730	0.0270
RESID(-1)	0.002214	0.151040	0.014655	0.9884
RESID(-2)	-0.339205	0.148077	-2.290736	0.0278
RESID(-3)	-0.218443	0.139479	-1.566133	0.1258
RESID(-4)	0.520928	0.151785	3.432008	0.0015
R-squared	0.424771	Mean dependent var	1.99E-15	
Adjusted R-squared	0.300397	S.D. dependent var	0.015269	
S.E. of regression	0.012771	Akaike info criterion	-5.709699	
Sum squared resid	0.006035	Schwarz criterion	-5.351922	
Log likelihood	140.3231	Hannan-Quinn criter.	-5.575674	
F-statistic	3.415269	Durbin-Watson stat	2.139785	
Prob(F-statistic)	0.004900			

Dari uji tersebut H0 ditolak sehingga terdapat isu otokorelasi.

Model 3 dengan lag 5

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test				
Null hypothesis: No serial correlation at up to 5 lags				
F-statistic	5.390924	Prob. F(5,36)	0.0008	
Obs*R-squared	19.69534	Prob. Chi-Square(5)	0.0014	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 10:56				
Sample: 3 48				
Included observations: 46				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.820121	0.990325	-1.837902	0.0743
LOG(X2)	-0.063484	0.037067	-1.712679	0.0954
X3	-3.76E-05	0.000289	-0.130091	0.8972
X4	-0.000259	0.000305	-0.848652	0.4017
LOG(Y(-2))	0.197725	0.100346	1.970433	0.0565
RESID(-1)	0.021321	0.158177	0.134791	0.8935
RESID(-2)	-0.354712	0.153395	-2.312403	0.0266
RESID(-3)	-0.238074	0.147253	-1.616773	0.1147
RESID(-4)	0.496613	0.162204	3.061651	0.0041
RESID(-5)	-0.087230	0.188849	-0.461902	0.6469
R-squared	0.428160	Mean dependent var	1.99E-15	
Adjusted R-squared	0.285199	S.D. dependent var	0.015269	
S.E. of regression	0.012909	Akaike info criterion	-5.672130	
Sum squared resid	0.005999	Schwarz criterion	-5.274599	
Log likelihood	140.4590	Hannan-Quinn criter.	-5.523213	
F-statistic	2.994958	Durbin-Watson stat	2.218464	
Prob(F-statistic)	0.009071			

Dari uji tersebut H0 diterima sehingga tidak terdapat isu otokorelasi.

- Uji multikolinearitas

Model 3 dengan lag 2

Variance Inflation Factors			
Date: 12/26/22 Time: 10:48			
Sample: 1 48			
Included observations: 46			
Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	0.877758	157799.7	NA
LOG(X2)	0.001676	81068.40	32.92182
X3	1.11E-07	341.8548	5.918230
X4	9.30E-08	182.2733	21.40211
LOG(Y(-2))	0.009565	367767.1	42.12244

Dari nilai-nilai VIF yang melebihi 10 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa masalah multikolinearitas.

Model 3 dengan lag 3

Variance Inflation Factors Date: 12/26/22 Time: 10:40 Sample: 1 48 Included observations: 45			
Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	0.759741	117774.2	NA
LOG(X2)	0.001980	82734.46	31.21227
X3	1.31E-07	349.7897	5.732347
X4	1.05E-07	180.8975	20.11597
LOG(Y(-3))	0.008864	293696.4	33.01152

Dari nilai-nilai VIF yang melebihi 10 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa masalah multikolinearitas.

Model 3 dengan lag 4

Variance Inflation Factors Date: 12/26/22 Time: 11:03 Sample: 1 48 Included observations: 44			
Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	0.666043	165123.1	NA
LOG(X2)	0.001414	94610.42	33.91458
X3	8.35E-08	359.9621	5.538682
X4	7.85E-08	220.1006	23.24294
LOG(Y(-4))	0.007555	400092.9	44.54941

Dari nilai-nilai VIF yang melebihi 10 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa masalah multikolinearitas.

Model 3 dengan lag 5

Variance Inflation Factors			
Date: 12/26/22 Time: 11:09			
Sample: 1 48			
Included observations: 43			
Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	1.223412	190328.3	NA
LOG(X2)	0.002653	111612.0	37.06761
X3	1.44E-07	393.5397	5.670877
X4	1.42E-07	255.2162	25.36442
LOG(Y(-5))	0.014325	475759.3	52.17495

Dari nilai-nilai VIF yang melebihi 10 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa masalah multikolinearitas.

Sebelumnya, kita harus memerhatikan bahwa model 33 (Model 3 dengan lag 4) tidak memenuhi asumsi homoskedastisitas sehingga tidak dapat kita pilih sebagai model terbaik meskipun memiliki nilai AIC dan SC yang cukup rendah. Model terbaik yang akan kita pilih adalah model yang memenuhi asumsi OLS sehingga tidak memiliki masalah normalitas, heteroskedastisitas, autokorelasi, dan multikolinearitas. Tetapi peneliti menemui sebuah masalah dimana semua model tidak dapat memenuhi asumsi multikolinearitas.

Perhatikan bahwa mencari dataset yang tidak memiliki masalah multikolinearitas sama sekali sangat sulit untuk dipenuhi dan juga terdapat variabel $\log(Y(-2))$ yang dapat meningkatkan penilaian multikolinearitas oleh program karena memiliki nilai yang memang kurang lebih sama dengan variabel Y. Selain itu, penghapusan variabel-variabel agar dapat memenuhi asumsi tidak terjadi multikolinearitas dapat menyebabkan bias variabel yang dihilangkan (OVB) dikarenakan peneliti memiliki bahwa semua variabel dalam model tersebut sudah terbukti signifikan serta nilai SE yang cukup rendah sehingga peneliti memutuskan untuk membiarkan multikolinearitas yang terjadi. Oleh karena itu, model terbaik yang dipilih adalah model 31 (Model 3 dengan lag 2) dikarenakan memenuhi mayoritas asumsi OLS serta memiliki nilai AIC dan SC terendah yaitu nilai masing-masing adalah -5.330626 dan -5.131861 .

4.5. Pemilihan Panjang Kelambanan untuk Model 4

1. Model 4 dengan lag 2

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log x_2 + \alpha_2 x_3 + \alpha_4 \log(PDB_{t-2}) + \mu_t$$

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 05:54				
Sample (adjusted): 2010Q3 2021Q4				
Included observations: 46 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.255385	0.973421	9.508102	0.0000
LOG(X2)	0.424525	0.052893	8.026177	0.0000
X3	0.001929	0.000343	5.617328	0.0000
LOG(Y(-2))	-0.124476	0.122703	-1.014444	0.3162
R-squared	0.981989	Mean dependent var	14.64667	
Adjusted R-squared	0.980702	S.D. dependent var	0.151963	
S.E. of regression	0.021110	Akaike info criterion	-4.795185	
Sum squared resid	0.018717	Schwarz criterion	-4.636173	
Log likelihood	114.2893	Hannan-Quinn criter.	-4.735618	
F-statistic	763.2917	Durbin-Watson stat	1.398167	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Sehingga didapat:

$$\hat{\alpha}_0 = 9.255385, \hat{\alpha}_1 = 0.424525, \hat{\alpha}_2 = 0.001929, \hat{\alpha}_4 = -0.124476$$

$$\log(\widehat{PDB}_t) = 9.255385 + 0.424525 \log x_2 + 0.001929 x_3 - 0.124476 \log(PDB_{t-2})$$

2. Model 4 dengan lag 3

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log x_2 + \alpha_2 x_3 + \alpha_4 \log(PDB_{t-3}) + \mu_t$$

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 05:56				
Sample (adjusted): 2010Q4 2021Q4				
Included observations: 45 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.768549	0.817464	8.279934	0.0000
LOG(X2)	0.295225	0.048417	6.097537	0.0000
X3	0.001574	0.000306	5.135551	0.0000
LOG(Y(-3))	0.193804	0.106649	1.817211	0.0765
R-squared	0.983677	Mean dependent var	14.65239	
Adjusted R-squared	0.982483	S.D. dependent var	0.148592	
S.E. of regression	0.019666	Akaike info criterion	-4.935119	
Sum squared resid	0.015858	Schwarz criterion	-4.774526	
Log likelihood	115.0402	Hannan-Quinn criter.	-4.875251	
F-statistic	823.6100	Durbin-Watson stat	1.624438	
Prob(F-statistic)	0.000000			

$$\hat{a}_0 = 6.768549, \hat{a}_1 = 0.295225, \hat{a}_2 = 0.001574, \hat{a}_4 = 0.193804$$

$$\log(\widehat{PDB}_t) = 6.768549 + 0.295225 \log x_2 + 0.001574 x_3 + 0.193804 \log(PDB_{t-3})$$

3. Model 4 dengan lag 4

$$\log(PDB_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \log x_2 + \alpha_2 x_3 + \alpha_4 \log(PDB_{t-4}) + \mu_t$$

Dependent Variable: LOG(Y)				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 05:57				
Sample (adjusted): 2011Q1 2021Q4				
Included observations: 44 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.531084	0.625606	7.242709	0.0000
LOG(X2)	0.133900	0.041365	3.237005	0.0024
X3	0.001379	0.000222	6.221495	0.0000
LOG(Y(-4))	0.530130	0.086623	6.119977	0.0000
R-squared	0.990284	Mean dependent var	14.65885	
Adjusted R-squared	0.989555	S.D. dependent var	0.143767	
S.E. of regression	0.014693	Akaike info criterion	-5.516397	
Sum squared resid	0.008635	Schwarz criterion	-5.354198	
Log likelihood	125.3607	Hannan-Quinn criter.	-5.456246	
F-statistic	1358.978	Durbin-Watson stat	1.303394	
Prob(F-statistic)	0.000000			

$$\hat{a}_0 = 4.531084, \hat{a}_1 = 0.133900, \hat{a}_2 = 0.001379, \hat{a}_4 = 0.530130$$

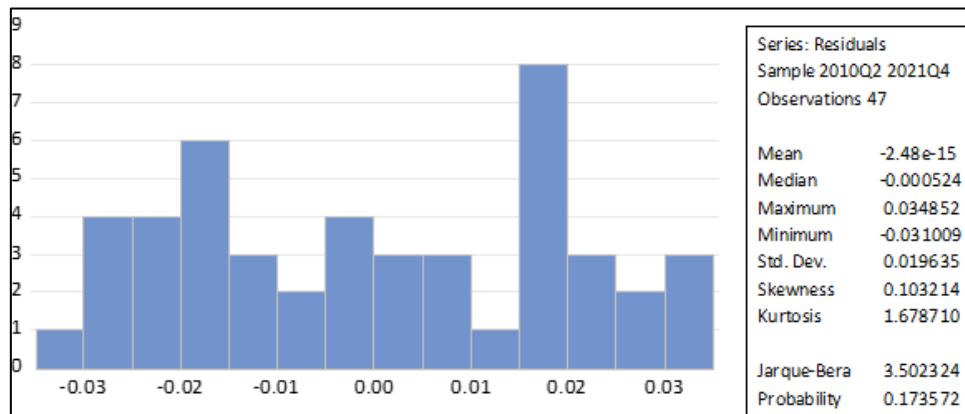
$$\log(\widehat{PDB}_t) = 4.531084 + 0.133900 \log x_2 + 0.001379 x_3 + 0.530130 \log(PDB_{t-4})$$

4.6. Uji Asumsi Model Terbaik

	df	AIC
model43\$model	5	-240.7215
model4\$model	5	-227.0909
model42\$model	5	-220.0803
model41\$model	5	-218.5785
	df	BIC
model43\$model	5	-231.8005
model4\$model	5	-217.8401
model42\$model	5	-211.0470
model41\$model	5	-209.4353

Karena nilai AIC dan SC yang cukup rendah, maka dipilih model 4 dengan lag 1. Akan dilakukan uji normalitas, heteroskedastisitas, autokorelasi, dan multikolinieritas untuk menguji model tersebut.

- Uji normalitas



Didapat nilai *p-value* sebesar 0.173572. Karena nilai tersebut lebih besar dari 0.05, maka H_0 tidak ditolak. Dapat disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal.

- Uji heteroskedastisitas

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
Null hypothesis: Homoskedasticity				
F-statistic	2.198355	Prob. F(3,43)	0.1020	
Obs*R-squared	6.249978	Prob. Chi-Square(3)	0.1001	
Scaled explained SS	1.775308	Prob. Chi-Square(3)	0.6203	
Test Equation:				
Dependent Variable: RE SID^2				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 09:59				
Sample: 2010Q2 2021Q4				
Included observations: 47				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.019496	0.016691	-1.168102	0.2492
LOG(X2)	-0.001486	0.000837	-1.774601	0.0830
X3	-4.30E-06	5.33E-06	-0.805771	0.4248
LOG(Y(-1))	0.003060	0.002050	1.492693	0.1428
R-squared	0.132978	Mean dependent var	0.000377	
Adjusted R-squared	0.072488	S.D. dependent var	0.000314	
S.E. of regression	0.000303	Akaike info criterion	-13.28689	
Sum squared resid	3.94E-06	Schwarz criterion	-13.12943	
Log likelihood	316.2419	Hannan-Quinn criter.	-13.22764	
F-statistic	2.198355	Durbin-Watson stat	2.202316	
Prob(F-statistic)	0.102028			

Karena H_0 tidak ditolak maka dapat disimpulkan bahwa model diasumsikan homoskedastisitas,

- Uji autokorelasi

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
Null hypothesis: No serial correlation at up to 1 lag				
F-statistic	0.670178	Prob. F(1,42)	0.4176	
Obs*R-squared	0.738183	Prob. Chi-Square(1)	0.3902	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 10:22				
Sample: 2010Q2 2021Q4				
Included observations: 47				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.166819	1.815429	0.642724	0.5239
LOG(X2)	0.054724	0.087457	0.625719	0.5349
X3	0.000250	0.000471	0.530223	0.5987
LOG(Y(-1))	-0.143253	0.222926	-0.642606	0.5240
RESID(-1)	0.203462	0.248536	0.818644	0.4176
R-squared	0.015706	Mean dependent var	-2.48E-15	
Adjusted R-squared	-0.078036	S.D. dependent var	0.019635	
S.E. of regression	0.020387	Akaike info criterion	-4.847551	
Sum squared resid	0.017456	Schwarz criterion	-4.650727	
Log likelihood	118.9175	Hannan-Quinn criter.	-4.773485	
F-statistic	0.167545	Durbin-Watson stat	1.891827	
Prob(F-statistic)	0.953710			

Karena H_0 tidak ditolak maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi pada model.

- Uji multikolinearitas

Variance Inflation Factors Date: 12/26/22 Time: 10:14 Sample: 2010Q1 2021Q4 Included observations: 47			
Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	1.254586	142967.0	NA
LOG(X2)	0.003156	96583.18	42.10271
X3	1.28E-07	246.8298	4.483760
LOG(Y(-1))	0.018929	461652.0	54.02909

Karena nilai VIF > 10, maka terdapat multikolinearitas di model ini.

4.7. Pendugaan Koefisien Model Polinomial Shirley Almon

Akan dilakukan pendugaan koefisien untuk variabel suku bunga Bank Indonesia (*BI Rate*) :

1. Model 1 (Koefisien β_i mengikuti polinomial derajat 2 dan Panjang kelambanan 4 periode)

$$\log(PDB) = \alpha + \alpha_0 Z_{0t} + \alpha_1 Z_{1t} + \alpha_2 Z_{2t} + U_t$$

Dengan,

$$Z_{0t} = \sum_{i=0}^k BI_Rate_{t-i}, Z_{1t} = \sum_{i=0}^k i BI_Rate_{t-i}, Z_{2t} = \sum_{i=0}^k i^2 BI_Rate_{t-i}$$

Estimates and t-tests for beta coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	P(> t)
beta.0	-0.08050	0.0312	-2.580	0.0137
beta.1	0.00696	0.0149	0.468	0.6430
beta.2	0.03830	0.0276	1.390	0.1720
beta.3	0.01370	0.0145	0.939	0.3540
beta.4	-0.06710	0.0332	-2.020	0.0499

Call:

"Y ~ (Intercept) + X.t"

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.21914	-0.05256	0.01919	0.08449	0.13749

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	15.17599	0.09523	159.356	<2e-16 ***
z.t0	-0.08050	0.03121	-2.579	0.0137 *
z.t1	0.11549	0.05705	2.025	0.0496 *
z.t2	-0.02804	0.01429	-1.962	0.0567 .

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1096 on 40 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4598, Adjusted R-squared:  0.4193
F-statistic: 11.35 on 3 and 40 DF, p-value: 1.601e-05

```

Sehingga didapatkan

$$\hat{\alpha} = 15.17599, \hat{\alpha}_0 = -0.0805, \hat{\alpha}_1 = 0.11549, \hat{\alpha}_2 = -0.2804$$

$$\hat{\beta}_0 = -0.0805, \hat{\beta}_1 = 0.00696, \hat{\beta}_2 = 0.0383, \hat{\beta}_3 = 0.0137, \hat{\beta}_4 = -0.0671$$

$$\begin{aligned} \log(\widehat{PDB}) = & 15.17599 - 0.0805(BI\ RATE_t) + 0.00696(BI\ RATE_{t-1}) \\ & + 0.0383(BI\ RATE_{t-2}) + 0.0137(BI\ RATE_{t-3}) - 0.0671(BI\ RATE_{t-4}) \end{aligned}$$

- Model 2 (Koefisien β_i mengikuti polinomial derajat 3 dan Panjang kelambanan 4 periode)

$$\log(PDB) = \alpha + \alpha_0 Z_{0t} + \alpha_1 Z_{1t} + \alpha_2 Z_{2t} + \alpha_3 Z_{3t} + U_t$$

Dengan,

$$\begin{aligned} Z_{0t} &= \sum_{i=0}^k BI_{Rate_{t-i}}, Z_{1t} = \sum_{i=0}^k i BI_{Rate_{t-i}}, \\ Z_{2t} &= \sum_{i=0}^k i^2 BI_{Rate_{t-i}}, Z_{3t} = \sum_{i=0}^k i^3 BI_{Rate_{t-i}} \end{aligned}$$

Estimates and t-tests for beta coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	P(> t)
beta.0	-0.08660	0.0492	-1.7600	0.0862
beta.1	0.01760	0.0675	0.2600	0.7960
beta.2	0.03830	0.0279	1.3700	0.1780
beta.3	0.00301	0.0677	0.0445	0.9650
beta.4	-0.06070	0.0519	-1.1700	0.2490

```

Call:
lm("Y ~ (Intercept) + X.t")

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.21791 -0.05276  0.02305  0.08392  0.13923

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 15.174777   0.096706 156.916  <2e-16 ***
z.t0        -0.086577   0.049213  -1.759   0.0864 .
z.t1         0.154995   0.251935   0.615   0.5420
z.t2        -0.055442   0.170745  -0.325   0.7471
z.t3         0.004577   0.028413   0.161   0.8729
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1109 on 39 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4602, Adjusted R-squared:  0.4048
F-statistic: 8.312 on 4 and 39 DF, p-value: 5.991e-05

```

Sehingga didapatkan

$$\hat{\alpha} = 15.174777, \hat{\alpha}_0 = -0.086577, \hat{\alpha}_1 = 0.154995, \hat{\alpha}_2 = -0.055442, \hat{\alpha}_3 = 0.004577$$

$$\hat{\beta}_0 = -0.0866, \hat{\beta}_1 = 0.0176, \hat{\beta}_2 = 0.0383, \hat{\beta}_3 = 0.0301, \hat{\beta}_4 = -0.0607$$

$$\begin{aligned} \log(\widehat{PDB}) = & 15.17477 - 0.0866(BI\ RATE_t) + 0.0176(BI\ RATE_{t-1}) \\ & + 0.0383(BI\ RATE_{t-2}) + 0.0301(BI\ RATE_{t-3}) - 0.0607(BI\ RATE_{t-4}) \end{aligned}$$

4.8. Perbandingan Model Polinomial Shirley Almon

Akan dipilih dengan AIC dan SC terkecil serta dengan R Square terbesar.

```
[1] "R Square Adjuster Model 1"
[1] 0.419321
[1] "R Square Adjusted Mode 2"
[1] 0.4048277

              df      AIC
model.poly11$model  5 -63.92478
model.poly12$model  6 -61.95404

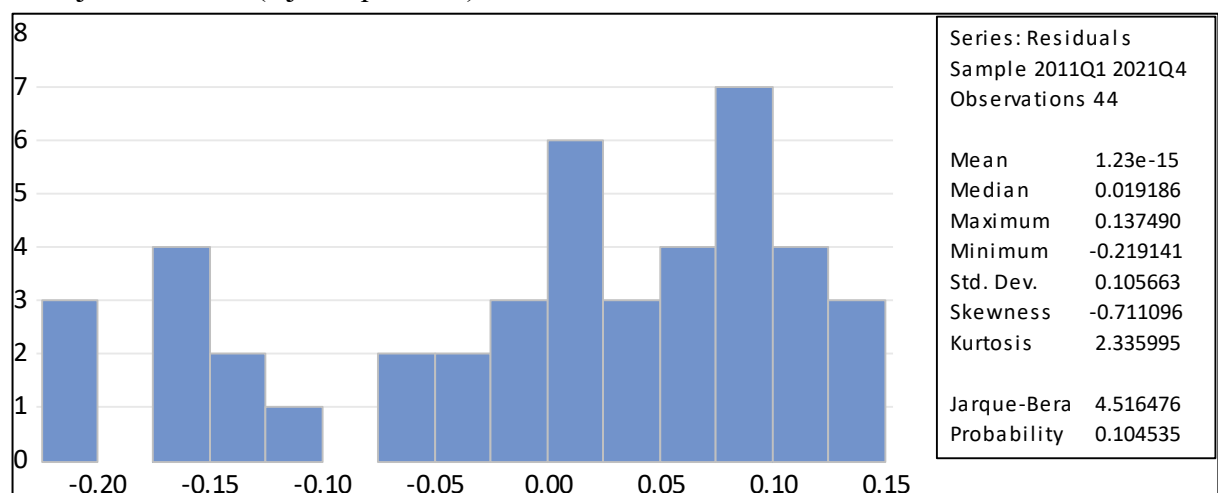
              df      BIC
model.poly11$model  5 -55.00383
model.poly12$model  6 -51.24890
```

Dari hasil di atas didapatkan model 1 merupakan model yang terbaik karena memiliki R square adjusted tertinggi dengan AIC dan SC (BIC) yang paling kecil.

4.9. Uji Asumsi Model Terbaik

Karena variabel independent nya berisi variabel kelambanan dari BI Rate sehingga akan dilakukan pengujian asumsi untuk normalitas dan autokorelasi saja.

- Uji Normalitas (Uji Jarque Bera)



Hipotesis nol dari uji normalitas Jarque Bera adalah residualnya berdistribusi normal, karena $p - value = 0.1045$ dan lebih besar dari 0.05 , sehingga dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$, yang artinya H_0 tidak ditolak, sehingga terbukti bahwa residual berdistribusi normal.

- Uji Auto Korelasi

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test: Null hypothesis: No serial correlation at up to 3 lags				
F-statistic	51.17514	Prob. F(3,37)	0.0000	
Obs*R-squared	35.45521	Prob. Chi-Square(3)	0.0000	
Test Equation: Dependent Variable: RESID Method: Least Squares Date: 12/26/22 Time: 08:42 Sample: 2011Q1 2021Q4 Included observations: 44 Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.037651	0.044611	-0.843968	0.4041
X1	0.040494	0.017087	2.369822	0.0231
X2	-0.062084	0.030142	-2.059715	0.0465
X3	0.014184	0.007441	1.906233	0.0644
RESID(-1)	0.898541	0.151529	5.929847	0.0000
RESID(-2)	-0.377382	0.210524	-1.792588	0.0812
RESID(-3)	0.459341	0.152764	3.006874	0.0047
R-squared	0.805800	Mean dependent var	1.23E-15	
Adjusted R-squared	0.774308	S.D. dependent var	0.105663	
S.E. of regression	0.050197	Akaike info criterion	-3.000794	
Sum squared resid	0.093232	Schwarz criterion	-2.716946	
Log likelihood	73.01748	Hannan-Quinn criter.	-2.895530	
F-statistic	25.58757	Durbin-Watson stat	1.276092	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Didapatkan hasilnya adalah hipotesis nol yang ditolak, yang artinya bahwa terdapat autokorelasi yang terjadi pada model 1.

- Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
Null hypothesis: Homoskedasticity				
F-statistic	1.814280	Prob. F(3,40)	0.1601	
Obs*R-squared	5.270026	Prob. Chi-Square(3)	0.1531	
Scaled explained SS	2.909391	Prob. Chi-Square(3)	0.4058	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 12/26/22 Time: 08:46				
Sample: 2011Q1 2021Q4				
Included observations: 44				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.009752	0.010788	-0.904022	0.3714
X1	-0.000585	0.003536	-0.165405	0.8695
X2	0.002547	0.006462	0.394094	0.6956
X3	-0.000634	0.001619	-0.391614	0.6974
R-squared	0.119773	Mean dependent var	0.010911	
Adjusted R-squared	0.053756	S.D. dependent var	0.012757	
S.E. of regression	0.012410	Akaike info criterion	-5.854176	
Sum squared resid	0.006160	Schwarz criterion	-5.691977	
Log likelihood	132.7919	Hannan-Quinn criter.	-5.794024	
F-statistic	1.814280	Durbin-Watson stat	0.510774	
Prob(F-statistic)	0.160073			

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, dikarenakan variabelnya sama namun hanya berbeda kelambanan yang berarti asumsi homoskedastisitas dapat dipenuhi seperti yang ada pada output uji heteroskedastisitas di atas yaitu didapatkan H_0 yang tidak ditolak.

- Uji Multikolinearitas

Untuk uji multikolinearitas, pasti terjadi multikolinearitas dikarenakan adanya variabel yang sama (dengan berbeda kelambanan).

Variance Inflation Factors Date: 12/26/22 Time: 08:48 Sample: 2011Q1 2021Q4 Included observations: 44			
Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	0.009069	33.24875	NA
X1	0.000974	3181.610	116.0783
X2	0.003254	43419.76	1507.445
X3	0.000204	24694.03	844.6355

Didapatkan hasil VIF yang lebih 5 untuk tiap variabel yang menandakan terjadinya multikolinearitas.

4.10. Interpretasi Model 31 PAM

Persamaan yang didapat adalah:

$$\log(\widehat{PDB}_t) = 12.53074 + 0.377161 \log x_2 + 0.000743 x_3 + 0.001729 x_4 - 0.296432 \log(PDB_{t-2})$$

Dari hasil perhitungan melalui Eviews, didapatkan hasil uji hipotesis F dengan kesimpulan bahwa variabel-variabel bebasnya berpengaruh secara signifikan kepada log dari produk domestik bruto sehingga juga berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi.

Variabel log uang beredar, indeks produksi, dan indeks konstruksi memiliki koefisien positif yang berarti variabel-variabel tersebut memiliki pengaruh positif terhadap produk domestik bruto. Sementara itu koefisien variabel PDB pada kelambanan periode ke-2 (6 bulan sebelumnya) berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan ekonomi.

Dengan $\lambda = -0.296432$, didapatkan mean lag sebesar 1.421326723 yang berarti perubahan $\log(Y)$ secara rata-rata hanya memerlukan waktu 1.421326723 periode. Sementara didapat hasil median lag sebesar 0.7713478223 yang artinya perubahan setengah $\log(Y)$ hanya memerlukan waktu sekitar 0.7713478223 periode.

Namun model perlu diperhatikan lagi karena memiliki multikolinearitas.

4.11. Interpretasi Model 4 PAM

Persamaan yang didapat adalah:

$$\log(\widehat{PDB}_t) = 6.091272 + 0.260883 \log x_2 + 0.001347 x_3 + 0.280353 \log(PDB_{t-1})$$

Dari hasil perhitungan melalui *Eviews*, didapatkan hasil uji hipotesis F dengan kesimpulan bahwa variabel-variabel bebasnya berpengaruh secara signifikan kepada \log dari produk domestik bruto sehingga juga berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi.

Variabel \log uang beredar dan indeks produksi memiliki koefisien positif sehingga dapat disimpulkan variabel tersebut memiliki pengaruh positif terhadap produk domestik bruto. Selain itu, koefisien variabel PDB pada kelambanan periode ke-1 juga berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi.

Dengan $\lambda = 0.280353$, didapat mean lag sebesar 1.38957016 yang berarti perubahan $\log(Y)$ secara rata-rata hanya memerlukan waktu 1.38957016 periode. Sementara didapat hasil median lag sebesar 0.54505311 yang artinya perubahan setengah $\log(Y)$ hanya memerlukan waktu sekitar 0.54505311 periode.

Coefficient value dari model ini adalah $1-0.2804=0.7196$, yang berarti perbedaan antara pertumbuhan ekonomi yang diharapkan dan yang sebenarnya dapat disesuaikan sebesar 71.96%. Namun model perlu diperhatikan lagi karena memiliki multikolinearitas.

4.12. Interpretasi Model Polinomial 1

Persamaan taksiran yang didapat adalah :

$$\begin{aligned} \log(\widehat{PDB}) = & 15.17599 - 0.0805(BI\ RATE_t) + 0.00696(BI\ RATE_{t-1}) \\ & + 0.0383(BI\ RATE_{t-2}) + 0.0137(BI\ RATE_{t-3}) - 0.0671(BI\ RATE_{t-4}) \end{aligned}$$

Dari output R di atas didapatkan dengan uji hipotesis F statistik secara bersama-sama variabel bebasnya (independen) berpengaruh secara signifikan kepada log dari produk domestik bruto ataupun terhadap pertumbuhan ekonominya.

Koefisien variabel yang signifikan adalah koefisien variabel BI RATE pada periode saat ini dan pada saat kelambanan periode ke 4 dan karena koefisiennya negatif yang artinya suku bunga Bank Indonesia berpengaruh negatif pada pertumbuhan ekonomi karena ketika suku bunga naik menyebabkan turunnya Produk Domestik Bruto ketika yang lainnya konstan. Kelambanan periode ke 4 artinya variabel suku bunga Bank Indonesia pada tahun sebelumnya (12 bulan di karenkan 1 periode sebesar 3 bulan).

Untuk variabel BI RATE dengan kelambanan periode 1 hingga periode 3 yang artinya pada 3 hingga 9 bulan yang lalu koefisien variabelnya positif yang artinya ketika masih dalam tahun yang sama memiliki pengaruh positif pada suku bunga Bank Indonesia. Tetapi yang perlu diperhatikan adalah variabel tersebut tidak signifikan pada $\alpha = 0.05$.

Dengan hasil di atas diharapkan pemerintah dan Bank Indonesia memikirkan konsekuensi untuk satu tahun kedepan mengenai kebijakan baru yang akan keluar mengenai suku bunga karena dampak yang dirasakan terjadi saat itu juga dan setelah satu tahun kebijakan suku bunga tersebut dilaksanakan.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model terbaik dari Partial Adjustment Model adalah

$$\log(\widehat{PDB}_t) = 12.53074 + 0.377161 \log x_2 + 0.000743 x_3 + 0.001729 x_4 \\ - 0.296432 \log(PDB_{t-2})$$

$$\log(\widehat{PDB}_t) = 6.091272 + 0.260883 \log x_2 + 0.001347 x_3 + 0.280353 \log(PDB_{t-1})$$

2. Dari Partial Adjustment Model dapat disimpulkan bahwa

- a. Jumlah uang yang beredar di Indonesia berpengaruh positif dengan kelambanan tertentu pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia
- b. Indeks produksi industri mikro dan kecil berpengaruh positif dengan kelambanan tertentu pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia
- c. Indeks nilai konstruksi yang diselesaikan perusahaan konstruksi berpengaruh positif dengan kelambanan tertentu pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia

3. Model terbaik dari Model Polinomial Shirley Almon adalah

$$\log(\widehat{PDB}) = -0.0805 + 0.00696(BI\ RATE_{t-1}) + 0.0383(BI\ RATE_{t-2}) \\ + 0.0137(BI\ RATE_{t-3}) - 0.0671(BI\ RATE_{t-4})$$

4. Dari model Polinomial Shirley Almon dapat disimpulkan sebagai berikut;
 - a. Suku bunga Bank Indonesia berpengaruh negatif pada pertumbuhan ekonomi karena ketika suku bunga naik menyebabkan turunnya Produk Domestik Bruto ketika yang lainnya konstan pada periode saat ini dan periode lag 4 (1 tahun).
 - b. Variabel BI RATE dengan kelambanan periode 1 hingga periode 3 yang artinya pada 3 hingga 9 bulan yang lalu memiliki pengaruh positif pada suku bunga Bank Indonesia. Tetapi yang perlu diperhatikan adalah variabel tersebut tidak signifikan.
 - c. Dengan hasil di atas diharapkan pemerintah dan Bank Indonesia memikirkan konsekuensi untuk satu tahun kedepan mengenai kebijakan baru yang akan keluar mengenai suku bunga karena dampak yang dirasakan baru ada setelah satu tahun kebijakan suku bunga tersebut dilaksanakan.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis dapat memberikan saran bahwa meskipun hasil dari model yang dipilih terasa sudah cukup memuaskan, ini tidak mengurangi kemungkinan bahwa penulis dapat saja memilih model berdasarkan kesubjektifan sehingga untuk peneliti selanjutnya dianjurkan untuk menggunakan model lain melalui metode lain. Selain itu, dikarenakan terdapat masalah multikolinearitas di dalam model peneliti menganjurkan peneliti berikutnya untuk mencoba cara lain untuk mengatasi multikolinearitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2022). *PENGERTIAN PENDAPATAN NASIONAL*.
[https://www.bps.go.id/subject/11/produk-domestik-bruto--lapangan-usaha-.html#:~:text=PDB%20adalah%20jumlah%20nilai%20tambah,tertentu%20\(biasanya%20satu%20tahun\)](https://www.bps.go.id/subject/11/produk-domestik-bruto--lapangan-usaha-.html#:~:text=PDB%20adalah%20jumlah%20nilai%20tambah,tertentu%20(biasanya%20satu%20tahun))
- STATISTIK SEKTORAL PROVINSI DKI JAKARTA. (2019). *NILAI INDEKS KONSTRUKSI DKI JAKARTA TRIWULAN I-2019* <https://statistik.jakarta.go.id/nilai-indeks-konstruksi-dki-jakarta-triwulan-i-2019/>
- OBC NISP. (2021). *BI Rate adalah*. <https://www.ocbcnisp.com/id/article/2021/07/27/bi-rate-adalah>
- Bank Indonesia. (2021). *Statistik Metadata*.
https://www.bi.go.id/id/statistik/metadata/seki/Documents/3_Uang_Beredar_dan_Faktor_Faktor_yang_Mempengaruhinya_Indo.pdf
- Gujarati, D. N. (2009). *Basic Econometrics*. Tata McGraw-Hill Education.
- Mankiw, N. Gregory. (2003). *Teori Makro Ekonomi, Edisi ke-5*. Erlangga. Jakarta.
- F. Virgantari, and W. Rahayu. (2021). “*PENDUGAAN PARAMETER MODEL DISTRIBUTED LAG POLA POLINOMIAL MENGGUNAKAN METODE ALMON*”, BAREKENG: J. Il. Mat. & Ter., vol. 15, no. 04, pp. 761-772.
- Anggraeni Hellen. (2014). *INVESTASI DAN PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2001-2011*. (Tesis Magister, Universitas Lampung)
- PPT Ekonometrika selama perkuliahan