

## INTEGRATING ESTIMATION OF INFLATION THRESHOLD AND NOWCASTING REGIONAL ECONOMIC GROWTH USING CLASSICAL, MACHINE LEARNING, AND ENSEMBLE METHOD

Taly Purwa\*<sup>1</sup> Ni Made Inna Dariwardani<sup>1,2</sup>Diyang Gita Cendekia<sup>3</sup><sup>1</sup>Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Bali, Indonesia<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Doktor Pariwisata, Fakultas Pariwisata, Universitas Udayana, Indonesia<sup>3</sup>Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia

### ABSTRACT

*In line with the global economic recovery, Indonesia's post-pandemic economic recovery is experiencing major challenge caused by uncertainty due to increasing inflationary pressure. Efforts to reduce inflationary fluctuations were carried out by the government in order to maintain optimal economic growth under the inflation targeting policy framework. Hence it is necessary to inspect the inflation threshold for economic growth in determining the inflation target. This study attempts to integrate inflation threshold estimation and nowcasting modelling of regional economic growth as an early warning system for achieving the government's economic growth target by utilizing several classical, machine learning, and ensemble models. Threshold estimation for the National level and East Java is applied to provincial groups obtained from clustering time series with dynamic time wrapping (DTW), author's justification, and the west-east region. In addition, estimates were also carried out in the period before Covid-19 as well as the entire period and the addition of predictor variables to test the sensitivity of the inflation threshold estimate. The results show that there was a non-linear relationship between inflation and economic growth with an inverted U shape. There are differences in the inflation threshold range due to provincial groupings, addition of control variables, both for the National level and for East Java. Evaluation of the inflation level in East Java and eight cities shows that in several periods, the inflation has exceeded Bank Indonesia's ITF target. Taking into account the estimated threshold range, it is recommended to set a more flexible inflation target at the regional economic level. Finally, the results of nowcasting with several specifications, such as the use of machine learning and weighted ensemble models based on accuracy, as well as out-sample predictions with one-step ahead can improve the accuracy and consistency of the model for both short-term and long-term.*

**Keywords:** Inflation Targeting Framework, Flash Estimate, Machine Learning, Non-Linear, Ensemble Method

### ABSTRAK

*Sejalan dengan pemulihan ekonomi global, pemulihan ekonomi Indonesia pasca pandemi mengalami tantangan besar yang salah satunya diakibatkan oleh ketidakpastian akibat meningkatnya tekanan inflasi. Upaya meredam gejolak inflasi dilakukan pemerintah guna menjaga pertumbuhan ekonomi tetap optimal dibawah kerangka kebijakan target inflasi. Dalam kerangka kebijakan ini diperlukan kajian terkait besaran nilai ambang batas (threshold) inflasi terhadap pertumbuhan ekonomi sebagai pertimbangan dalam penentuan target inflasi. Penelitian ini mencoba mengintegrasikan estimasi threshold inflasi dan pemodelan nowcasting atau estimasi cepat pertumbuhan ekonomi regional sebagai early warning system terhadap target pencapaian pertumbuhan*

### RIWAYAT ARTIKEL

Tanggal Masuk:  
20 Agustus 2023  
Tanggal Revisi:  
23 September 2023  
Tanggal Diterima:  
24 September 2023  
Tersedia Online:  
29 September 2023

\*Korespondensi:  
Taly Purwa

E-mail:  
taly@bps.go.id

ekonomi pemerintah dengan memanfaatkan beberapa model klasik, machine learning, dan ensemble. Estimasi threshold baik, single maupun double threshold, untuk level Nasional dan Provinsi Jawa Timur diterapkan dengan berbagai spesifikasi, yakni menurut kelompok provinsi hasil clustering time series dengan dynamic time wrapping (DTW), justifikasi penulis, dan wilayah barat-timur Indonesia. Selain itu estimasi juga dilakukan pada periode sebelum Covid-19 maupun keseluruhan periode serta penambahan variabel prediktor untuk menguji sensitivitas estimasi threshold inflasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan non-linier antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi dengan bentuk huruf U terbalik. Terdapat perbedaan rentang threshold inflasi akibat pengelompokan provinsi, penambahan variabel kontrol, baik untuk level Nasional maupun Jawa Timur. Evaluasi level inflasi Jawa Timur dan delapan kota menunjukkan bahwa pada beberapa periode inflasi Jawa Timur melampaui target ITF Bank Indonesia. Dengan mempertimbangkan rentang threshold hasil estimasi, maka disarankan untuk menetapkan target inflasi yang lebih fleksibel dalam tataran perekonomian regional. Terakhir, hasil nowcasting dengan beberapa spesifikasi seperti penggunaan model machine learning dan model ensemble tertimbang berdasarkan akurasi, serta prediksi out-sample dengan one-step ahead mampu meningkatkan performa akurasi dan konsistensi model untuk prediksi baik jangka pendek (satu triwulan kedepan) hingga jangka panjang (dua tahun kedepan).

**Kata Kunci:** Target Inflasi, Estimasi Cepat, Pembelajaran Mesin, Non-Linier, Metode Ensemble

**JEL :** C53; E31; E46; O11.

## Pendahuluan

Pemulihan ekonomi global pasca pandemi Covid-19 dihadapkan pada beberapa tantangan besar. Dunia mengalami perlambatan laju pertumbuhan ekonomi dan ketidakpastian akibat tekanan inflasi yang tinggi, respons pengetatan kebijakan moneter, pengetatan kebijakan pengendalian Covid-19 di China (*Zero Covid Policy*), ditambah tekanan geopolitik yang meningkat akibat perang Rusia-Ukraina (Bank Indonesia, 2021). Tensi geopolitik Rusia-Ukraina tersebut berdampak pada krisis pangan dan keterbatasan energi sehingga mendorong kenaikan harga pangan dan energi dunia yang menyebabkan inflasi global meningkat. Nilai inflasi yang tinggi tercatat tidak hanya pada negara miskin dan berkembang, namun negara – negara maju seperti Amerika Serikat dan negara – negara Uni Eropa pun mengalami tekanan inflasi yang sama. Amerika Serikat bahkan tercatat mengalami inflasi 8,2 persen pada September 2022, sementara inflasi Eropa dan Inggris masing-masing tercatat 10,7 persen dan 10,4 persen pada Oktober 2022 (Bank Indonesia, 2021; International Monetary Fund (IMF), 2022).

Sejalan dengan tantangan pemulihan ekonomi global, pemulihan ekonomi Indonesia juga menghadapi tantangan serupa. Setelah mengalami inflasi sangat rendah dengan pertumbuhan ekonomi negatif pada masa *pandemic outbreak* (tahun 2020) yaitu inflasi setinggi 1,68 persen dan pertumbuhan ekonomi  $-2,07$  persen, pertumbuhan ekonomi Indonesia sudah kembali pada kisaran 5 persen (5,31%) pada tahun 2022 (setelah dua tahun masa pandemi). Meskipun kondisi tersebut merupakan kondisi yang serupa dengan kondisi sebelum pandemi, namun laju inflasi tercatat lebih tinggi dibanding kondisi pra pandemi yaitu setinggi 5,51 persen. Selain itu, saat tekanan inflasi meningkat, laju inflasi nasional tersebut tergolong masih terkendali jika dibandingkan tekanan inflasi yang dialami negara – negara Asia lainnya seperti Philipina (7,9%), Singapura (6,6%), Thailand (5,8 %), dan India (6,1%), namun lebih tinggi dibanding Tiongkok (1,8%) dan Malaysia (3,9%) (Bank Indonesia, 2023).

Pengendalian inflasi di Indonesia diarahkan untuk mencapai inflasi yang rendah dan stabil dalam kerangka kebijakan target inflasi (*Inflation Targeting Framework*) agar dapat menjaga pertumbuhan ekonomi nasional pada level yang optimal (Chowdhury & Ham, 2009). Dalam kerangka kebijakan ini, kebijakan moneter diarahkan kepada upaya pencapaian target inflasi yang telah ditetapkan, sehingga diharapkan dalam jangka panjang dapat mempertahankan inflasi pada level yang rendah dan stabil. Selain itu, pada tataran teknis,

basis pengendalian inflasi di Indonesia dilakukan pada level regional dengan membentuk Tim Pengendalian Inflasi Daerah (TPID). TPID yang beranggotakan *stakeholder* terkait dengan upaya pengendalian harga komoditas pada level regional, telah rutin mengadakan rapat koordinasi (setiap hari Senin) guna menentukan kebijakan peredaman gejolak harga komoditas secara regional.

Penetapan *Inflation Targeting Framework (ITF)* berimplikasi pada dibutuhkannya kajian terkait besaran target inflasi yang ditetapkan sebagai jangkar kebijakan moneter. Dalam penentuan target inflasi, pertimbangan utama yang harus diperhatikan adalah pertumbuhan ekonomi sehingga penting untuk mengkaji inflasi dan pertumbuhan ekonomi secara historis (Chowdhury & Ham, 2009). Penelitian yang dilakukan oleh Mardiana & Ismail (2016) menunjukkan bahwa pada beberapa periode, nilai inflasi aktual seringkali meleset dari ITF. Dengan demikian diperlukan kajian terkait seberapa besar ambang batas (*threshold*) inflasi yang memberi pengaruh optimal terhadap pertumbuhan ekonomi.

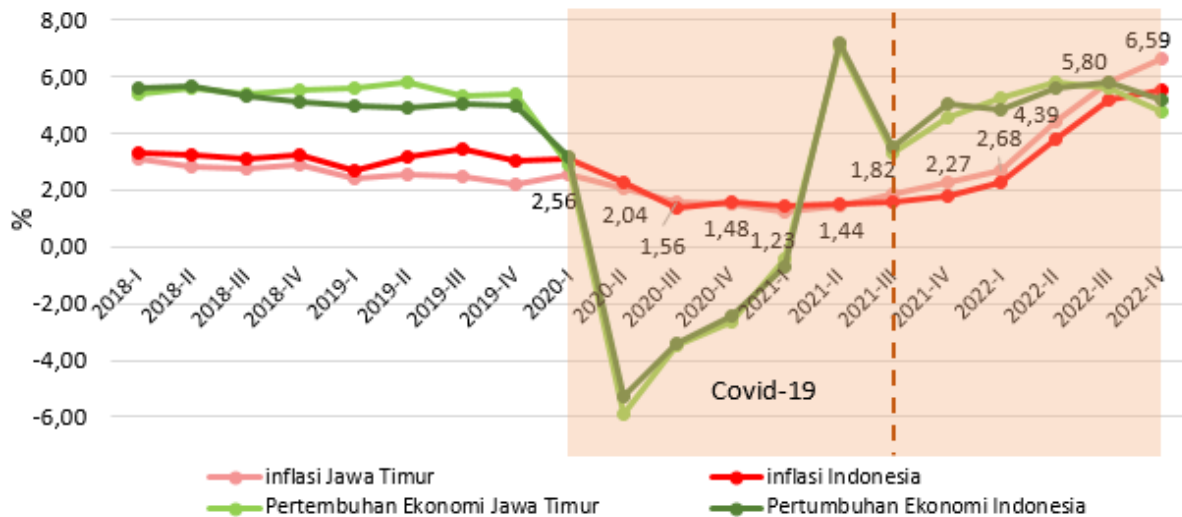
Kajian terkait nilai *threshold* inflasi di Indonesia yang berkembang saat ini umumnya mengkaji besaran *threshold* inflasi yang menggunakan data pada level nasional (Chowdhury & Ham, 2009; Chowdhury & Siregar, 2004; Manurung & Yuniasih, 2022; Murjani, 2019). Namun demikian, mengingat fokus pengendalian inflasi di Indonesia juga berfokus pada pengendalian inflasi secara regional, maka kajian besaran *threshold* inflasi dengan observasi nilai inflasi maupun pertumbuhan ekonomi regional juga perlu dilakukan. Selain berpeluang menambah jumlah observasi (melalui pembentukan data panel) pada pembentukan modelnya, nilai *threshold* inflasi yang didapat juga digunakan untuk mengkaji bagaimana kinerja inflasi dan pertumbuhan ekonomi secara regional.

Sampai saat ini, kajian terkait *threshold* inflasi yang menggunakan data pada level regional masih cukup terbatas di Indonesia yang diantaranya dilakukan oleh Winarno (2014) dan Kusumatriksna dkk. (2019). Namun demikian belum ada kajian yang memasukkan periode data saat pandemi Covid-19. Dengan demikian, kajian ini bertujuan untuk mengestimasi nilai *threshold* inflasi serta kaitannya dengan pertumbuhan ekonomi baik secara nasional maupun regional dengan menggunakan data pada level regional 34 provinsi di Indonesia.

Analisis guna melihat kinerja inflasi regional juga dilakukan melalui membandingkan nilai *threshold* dengan inflasi aktual yang berfokus pada kajian di Provinsi Jawa Timur. Provinsi Jawa Timur sendiri merupakan provinsi strategis karena merupakan penyumbang ekonomi terbesar kedua di Indonesia (setelah Ibu Kota DKI Jakarta) dengan kontribusi 14,26 persen terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia di tahun 2022. Selain itu, saat ini tercatat delapan Kabupaten/Kota di Jawa Timur yang menjadi fokus penghitungan inflasi nasional yaitu Jember, Banyuwangi, Sumenep, Kota Kediri, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Madiun, dan Kota Surabaya, sehingga besaran inflasi pada wilayah – wilayah tersebut sangat mempengaruhi besaran inflasi nasional. Namun demikian, dalam beberapa kuartal terakhir sejak pandemi Covid-19, tepatnya pada kuartal ke-3 2021, laju inflasi Jawa Timur cenderung selalu berada diatas angka inflasi nasional dengan pertumbuhan ekonomi yang tidak jauh berbeda dengan angka nasional. Bahkan sejak kuartal ke-2 2022 laju inflasi Jawa Timur telah melampaui batas atas target inflasi yang dituangkan oleh Bank Indonesia dalam *Inflation Targeting Framework (ITF)* yang dipatok sebesar 4% pada tahun 2022 (Gambar 1). Hal tersebut diantaranya disebabkan karena adanya kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) pada tanggal 3 September 2022 sebagai respon pemerintah atas kenaikan harga minyak dunia (Sihombing, 2022). Dengan demikian, adanya kajian deviasi antara inflasi aktual dan nilai *threshold* inflasi di Jawa Timur berikut delapan Kabupaten/Kota-nya akan sangat bermanfaat sebagai *early warning system* dalam upaya pengendalian inflasi regional (khususnya oleh TPID) serta pencapaian target pertumbuhan ekonomi regional.

Pada penelitian ini akan dilakukan estimasi terhadap nilai *threshold* inflasi, baik *single* maupun *double threshold*, yang optimal terhadap pertumbuhan ekonomi regional di Indonesia. Dengan memanfaatkan data panel 34 provinsi di Indonesia periode kuartal atau

triwulan I 2011 sampai IV 2022, *threshold* inflasi terhadap pertumbuhan ekonomi regional akan diestimasi dengan menggunakan beberapa metode sekaligus, yakni regresi kuadratik, regresi *threshold changepoint*, *smoothing spline*, dan *additive mixed model*. Selain itu, berbagai eksplorasi juga dilakukan untuk melihat keragaman dan sensitivitas hasil estimasi *threshold* inflasi. Pertama, proses estimasi dilakukan untuk setiap kelompok provinsi hasil dari pengelompokan (*clustering*) provinsi berdasarkan series data pertumbuhan ekonomi menggunakan *dynamic time wrapping (DTW) clustering*, justifikasi visual peneliti, dan wilayah barat-timur Indonesia. Kedua, estimasi dilakukan terpisah pada data sebelum periode Covid-19 dan data keseluruhan. Ketiga, dilakukan penambahan variabel kontrol lainnya untuk melihat sensitivitas hasil estimasi *threshold* inflasi. Point kedua dan ketiga tersebut masing-masing akan diterapkan pada level nasional dan Provinsi Jawa Timur.



**Gambar 1: Perkembangan Inflasi dan Pertumbuhan Ekonomi (y-on-y) Jawa Timur dan Indonesia**

Lebih lanjut, dalam rangka membangun sebuah *early warning system* pertumbuhan ekonomi regional dalam kaitannya dengan laju inflasi serta beberapa variabel makro lainnya maka pada penelitian ini proses estimasi *threshold* inflasi juga akan diintegrasikan dengan pemodelan *nowcasting* pertumbuhan ekonomi yang memanfaatkan beberapa model klasik yang telah dijelaskan sebelumnya serta beberapa model *machine learning* dan gabungan (*ensemble model*). Penggunaan model *machine learning* dan gabungan model klasik dan *machine learning* (model *ensemble*) bertujuan untuk mengakomodir hubungan non-linier antar variabel sehingga akurasi prediksi dapat meningkat dibandingkan hanya menggunakan model klasik. Model *nowcasting* pertumbuhan ekonomi regional ini diharapkan dapat menjadi alat estimasi cepat guna memastikan tercapainya target pertumbuhan ekonomi regional, khususnya di Jawa Timur.

### Telaah Literatur

Dalam kajian teoritis, hubungan antara inflasi dengan pertumbuhan ekonomi dijelaskan dengan berbagai teori ekonomi seperti teori ekonomi klasik, teori Keynesian, teori Monetarisme, teori pertumbuhan ekonomi neoklasik, maupun teori pertumbuhan ekonomi endogen. Sementara itu, dalam tataran studi empiris, hubungan antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi dijelaskan sebagian peneliti sebagai hubungan bersifat linier, namun sebagian lagi menemukan hubungan keduanya bersifat non-linear.

Dalam teori ekonomi klasik, inflasi yang tinggi akan mendorong kenaikan upah nominal sehingga menyebabkan kenaikan biaya produksi. Kenaikan biaya tersebut lalu direspon perusahaan dengan menurunkan jumlah produksi sehingga secara agregat dapat memperlambat pertumbuhan ekonomi (Kusumatriksna dkk., 2022; Murjani, 2019). Sementara

itu, teori Keynesian memandang inflasi terjadi karena adanya interaksi antara permintaan agregat dan penawaran agregat yang memberi dampak positif dalam jangka pendek, namun negatif dalam jangka panjang terhadap pertumbuhan ekonomi (Kusumatriksna dkk., 2022; Liu dkk., 2022; Manurung & Yuniasih, 2022; Murjani, 2019; Thanh, 2015). Di sisi lain, teori Monetarisme justru memandang hubungan antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi adalah netral (tidak berpengaruh) dalam jangka panjang, mengingat pertumbuhan jumlah uang beredarlah yang memiliki hubungan erat dengan inflasi (Manurung & Yuniasih, 2022; Murjani, 2019; Thanh, 2015).

Dalam pandangan pertumbuhan ekonomi neoklasik, hubungan antara inflasi dengan pertumbuhan ekonomi adalah positif dengan melibatkan variabel makroekonomi lainnya yaitu pembentukan modal, pertumbuhan uang beredar, dan perilaku konsumen (Manurung & Yuniasih, 2022; Murjani, 2019; Thanh, 2015). Inflasi akan menurunkan nilai uang sehingga mendorong masyarakat mengalihkan uang mereka pada investasi produktif yang akan meningkatkan pembentukan modal sehingga pada akhirnya mendorong kenaikan pertumbuhan ekonomi. Sementara itu, menurut teori ekonomi endogen, hubungan antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi adalah negatif. Inflasi akan menekan tingkat pengembalian modal yang berimbas kepada penurunan pembentukan modal, sehingga pada ujungnya akan menurunkan tingkat output (Kusumatriksna dkk., 2022; Manurung & Yuniasih, 2022; Murjani, 2019; Thanh, 2015).

Dalam pandangan berbagai teori ekonomi yang telah dijelaskan sebelumnya, hubungan antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi cenderung dipandang sebagai hubungan yang bersifat linear. Secara empiris hubungan linier ini telah diuji oleh beberapa peneliti meskipun dengan kesimpulan yang berbeda baik itu positif, negatif, maupun netral (Cameron dkk. 1998; Dorrance, 1963; Sidrauski, 1967; Mallik dan Chowdurry, 2001; Shi, 1999; Tobin, 1965; Andres dan Hernando, 1997; Barro, 1996; De Greorgio, 1992; Friedman, 1956; Gylfason, 1998; Saed, 2007; Stockham, 1981 dalam Kusumatriksna dkk., 2022). Namun demikian, penelitian yang dilakukan oleh Fischer (1993) mengemukakan bahwa hubungan antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi adalah non-linear dalam artian pada ambang batas tertentu (*threshold*), inflasi akan memberi pengaruh negatif pada pertumbuhan ekonomi.

Pada perkembangan selanjutnya studi terkait hubungan non-linear antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi di berbagai negara telah menjadi fokus kajian peneliti utamanya guna mencari *threshold* optimal antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi. Khan & Senhadji (2001) melakukan kajian empiris dengan menggunakan data dari 140 negara selama periode 1960 – 1998 untuk melihat ambang batas inflasi yang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi. Hasilnya bahwa pada negara maju, level inflasi 1 - 3 persen dan pada negara berkembang, level inflasi 7 – 11 persen merupakan level optimal untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, sementara level inflasi diatas *threshold* tersebut membawa pengaruh negatif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Senada dengan penelitian ini, studi empiris yang dilakukan oleh Chu dkk. (2019) dengan menggunakan data dari 18 negara maju pada periode 1980 – 2016 menghasilkan nilai *threshold* inflasi sebesar 4,14 persen. Sementara itu pada negara berkembang umumnya menghasilkan nilai *threshold* inflasi yang lebih tinggi seperti penelitian yang dilakukan di negara yang tergabung dalam D-8 (Bangladesh, Mesir, Indonesia, Iran, Malaysia, Nigeria, Pakistan, dan Turkiye) menghasilkan nilai *threshold* inflasi 11,88 persen dengan menggunakan data pada periode 1990 – 2017 (Farahani dkk., 2021) dan 12,88 persen dengan periode amatan 1971 – 2014 (Aydin, 2017).

Studi terkait hubungan inflasi dan pertumbuhan ekonomi dalam upaya menemukan *threshold* optimal inflasi yang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia juga telah menjadi kajian beberapa peneliti. Namun demikian, nilai *threshold* inflasi yang dihasilkan sangat bervariasi tergantung pada periode amatan dan metode estimasi yang digunakan termasuk juga tipe data yang digunakan (time series atau panel data maupun data level nasional atau regional). Chowdhury & Siregar (2004) menggunakan data periode

1970 – 1996 dengan metode regresi kuadratik menyimpulkan nilai *threshold* inflasi sebesar 25,18 persen, sementara Chowdhury & Ham (2009) dengan periode data 1972 – 2007 dan metode *Threshold Vector Autoregression* mendapatkan nilai *threshold* inflasi pada *range* 8,5 – 11 persen. Widaryoko (2013) menggunakan model Khan & Senhadji (2001) dan Hansen (1997 & 2000) untuk mendapatkan *threshold* inflasi Indonesia selama periode 1970-2012. Hasilnya, *threshold* inflasi Indonesia dari kedua model tersebut masing-masing adalah 7,11 persen dan 9,53 persen. Dengan metode regresi kuadratik dan periode amatan 1970 – 2016, Murjani (2019) mendapatkan nilai optimal *threshold* inflasi di Indonesia adalah 14,31 persen. Sementara itu Manurung & Yuniasih (2022) menyimpulkan nilai *threshold* inflasi Indonesia adalah 6,85 persen dengan mengambil periode amatan tahun 1981 – 2019, serta apabila ditambahkan variabel bebas Foreign Direct Investment (FDI) yang berpengaruh positif dan signifikan pada pertumbuhan ekonomi, nilai *threshold* inflasi menjadi sebesar 7,11 persen.

Sampai saat ini, penelitian terkait *threshold* inflasi di Indonesia lebih banyak memanfaatkan data time series pada level nasional, sementara penggunaan data panel dengan level data pada tingkat regional (provinsi) masih jarang dilakukan padahal memberi keuntungan guna memperbesar unit observasi. Winarno (2014) menjadi salah satu yang menggunakan data panel tahunan 26 provinsi di Indonesia periode 2002-2012 serta menggunakan metode regresi *threshold* panel dinamis diperoleh *single threshold* untuk Indonesia, yakni 4,62 persen, dimana inflasi memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi. Sedangkan, perlambatan ekonomi akan tercipta jika inflasi berada diatas *threshold* tersebut. Selanjutnya, Kusumatriksna dkk. (2022) juga menggunakan data panel tahunan dari 26 provinsi di Indonesia pada jangka waktu tahun 1994 – 2017 dan dengan metode analisis regresi *threshold* panel, menyimpulkan bahwa saat inflasi melebihi 9,59 persen dan 9,57 persen, inflasi akan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan ekonomi. Selain masih minimnya pemanfaatan data panel pada level regional, penelitian terkait *threshold* inflasi di Indonesia juga belum ada yang memasukkan periode amatan pada masa pandemi Covid-19 dan penggunaan data triwulanan. Pada masa tersebut (2020), inflasi Indonesia bahkan mencapai titik terendah dalam sejarah penghitungannya dibarengi dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia yang juga rendah bahkan negatif. Dengan memasukkan periode amatan saat pandemi ini, bukan tidak mungkin akan didapatkan nilai ambang batas bawah inflasi yang membawa pengaruh negatif pada pertumbuhan ekonomi.

Kaitannya dengan pemodelan *nowcasting* pertumbuhan ekonomi, sampai saat ini penelitian yang mengintegrasikan estimasi *threshold* inflasi dengan *nowcasting* juga belum ditemukan menurut sejauh pengetahuan penulis. Beberapa penelitian yang hanya fokus terhadap *nowcasting* atau estimasi cepat (*flash estimate*) pertumbuhan ekonomi di Indonesia antara lain, Ma'arif (2019) menggunakan Dynamic Factor Model (DFM), Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), dan ARIMA dengan deteksi outlier (ARIMAX), Ringo & Monika (2022) menggunakan model DFM, Larasati dkk. (2023) yang melakukan *nowcasting* pertumbuhan sektor transportasi dan akomodasi menggunakan model regresi Mixed Data Sampling (MIDAS), dan Zulkarnain (2022) yang melakukan *nowcasting* pengeluaran konsumsi rumah tangga di Jawa Timur menggunakan model seperti ARIMA, Autoregressive Distributed Lag (ADL atau ARDL), Elastic Net, Support Vector Machine (SVM), Random Forest, and *Ensemble*.

## Metode Penelitian

### Sumber Data

Penelitian ini memanfaatkan data panel 34 provinsi di Indonesia pada rentang periode triwulan I 2011 sampai triwulan IV 2022 sehingga diperoleh jumlah amatan sebanyak 34 provinsi  $\times$  48 triwulan = 1.632 amatan. Variabel respon pertumbuhan ekonomi triwulanan year-on-year (y-on-y) dan variabel prediktor utama yakni angka inflasi gabungan provinsi y-on-y diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Selain itu beberapa variabel kontrol lainnya diperoleh dari BPS, Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), data Statistik Ekonomi dan

Keuangan Indonesia (SEKI) dan Statistik Sistem Pembayaran dan Infrastruktur Pasar Keuangan (SPIP) Bank Indonesia, Indeks pencarian hasil *scraping* Google Trends terkait lapangan usaha penyusun Produk Domestik Bruto (PDRB) serta data terkait kebencanaan dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

**Tabel 1: Variabel dan Sumber Data**

Variabel	Notasi	Frekuensi, Jadwal Rilis	Proses Agregasi/ Transformasi	Sumber
<b>Variabel Respon:</b>				
Pertumbuhan Ekonomi (y-on-y)	<i>growth</i>	Triwulanan, h+35	-	BPS
<b>Variabel Prediktor:</b>				
Inflasi triwulanan (y-on-y)	<i>inf</i>	Bulanan, h+1	Hitung inflasi triwulanan berdasarkan nilai konsumsi (NK) bulanan	BPS
Pertumbuhan rata-rata Nilai Tukar Petani (NTP) triwulanan (y-on-y)	<i>gr.ntp</i>	Bulanan, h+1	Hitung pertumbuhan dari rata-rata NTP triwulanan	BPS
Perubahan rata-rata Tingkat Penghunian Kamar (TPK) triwulanan (y-on-y)	<i>d.tpk</i>	Bulanan, h+21	Hitung selisih dari rata-rata TPK triwulanan	BPS
Realisasi investasi PMA (ln)	<i>ln.pma</i>	Triwulanan, realtime	Logaritma Natural	BKPM
Realisasi investasi PMDN (ln)	<i>ln.pmdn</i>	Triwulanan, realtime	Logaritma Natural	BKPM
Pertumbuhan pinjaman/kredit (y-on-y)	<i>gr.cred</i>	Bulanan, h+27	Hitung pertumbuhan posisi pinjaman triwulanan	BI
Pertumbuhan simpanan masyarakat (y-on-y)	<i>gr.save</i>	Bulanan, h+27	Hitung pertumbuhan posisi simpanan triwulanan	BI
Perubahan rata-rata uang masuk triwulanan (y-on-y)	<i>gr.inflow</i>	Bulanan, h+19	Hitung pertumbuhan dari rata-rata uang masuk triwulanan	BI
Perubahan rata-rata uang keluar triwulanan (y-on-y)	<i>gr.outflow</i>	Bulanan, h+19	Hitung pertumbuhan dari rata-rata uang keluar triwulanan	BI
<b>Rata-rata Indeks Google Trends triwulanan, kategori:</b>				
Agriculture & Forestry	<i>GTI_Agri</i>	Bulanan, realtime	Hitung rata-rata triwulanan	Scraping Google Trends
Manufacturing	<i>GTI_Manu</i>			
Electricity	<i>GTI_Elec</i>			
Waste Management	<i>GTI_Wast</i>			
Water Supply & Treatment	<i>GTI_Wate</i>			
Construction & Maintenance	<i>GTI_Cons</i>			
Retail Trade	<i>GTI_Reta</i>			
Transportation & Logistics	<i>GTI_Trans</i>			
Food & Drink	<i>GTI_FnB</i>			
Hotels & Accommodations	<i>GTI_Hote</i>			
Internet & Telecom	<i>GTI_Tele</i>			
Finance	<i>GTI_Fina</i>			
Real Estate	<i>GTI_Real</i>			
Education	<i>GTI_Educ</i>			

Variabel	Notasi	Frekuensi, Jadwal Rilis	Proses Agregasi/ Transformasi	Sumber
Jumlah kejadian bencana	<i>benc</i>	Bulanan, realtime	-	BNPB
Jumlah korban bencana	<i>korban</i>	Bulanan, realtime	-	BNPB
Jumlah infrastruktur terdampak bencana	<i>infra</i>	Bulanan, realtime	-	BNPB

Seperti disajikan pada Tabel 1, variabel pertumbuhan ekonomi merupakan satu-satunya variabel yang memiliki frekuensi paling rendah (triwulanan) dan jadwal rilis yang relatif paling lama dibandingkan variabel-variabel lainnya. Oleh karena itu, dalam konteks *nowcasting* atau estimasi cepat (*flash estimate*), pertumbuhan ekonomi dapat diprediksi lebih cepat dibandingkan jadwal rilisnya yang membutuhkan waktu sekitar 35 hari setelah triwulan bersangkutan menggunakan variabel-variabel dengan frekuensi lebih tinggi atau jadwal rilis yang lebih cepat dibandingkan rilis pertumbuhan ekonomi.

Seperti pada penelitian-penelitian sebelumnya terkait *nowcasting* (Kohns & Bhattacharjee, 2022; Larasati dkk., 2023; Ringo & Monika, 2022; Seabold & Coppola, 2015; Woloszko, 2020), penelitian ini juga memanfaatkan Indeks pencarian dari Google Trends (GT) karena memiliki kelebihan yakni data bersifat realtime dan memiliki keragaman frekuensi mulai dari data menitan, setiap jam, harian, mingguan, sampai bulanan sesuai dengan rentang data yang kita ingin ambil. Pada penelitian ini digunakan data GT pada periode 2011-2022 (lebih dari 5 tahun) sehingga frekuensi data yang tersedia hanya data GT bulanan saja. Data GTI menunjukkan popularitas suatu kata kunci pencarian pada suatu lokasi dan periode tertentu dengan skala 0-100. Dimana nilai 0 menunjukkan bahwa tidak ada pencarian kata kunci terkait dan 100 menunjukkan pencarian kata kunci terbanyak pada lokasi dan periode tertentu. Terdapat sebanyak 14 kategori GT yang berasosiasi dengan lapangan usaha pada PDRB mulai dari kategori *Agriculture & Forestry* sampai *Education* digunakan dalam penelitian ini. Penggunaan kategori GT mengadopsi dari penelitian oleh Ringo & Monika (2022) dengan pemilihan kategori yang lebih sedikit.

Penelitian ini juga memasukkan data terkait bencana mengingat dampak bencana terhadap perekonomian telah menjadi isu penting pemerintah saat ini. Hal tersebut disebabkan karena letak Indonesia yang berada di wilayah *Pacific Ring of Fire* menjadikan Indonesia sangat rawan terhadap berbagai bencana (Siagian dkk., 2014). Selain itu, sebagian besar bencana disebabkan karena adanya dampak perubahan iklim dimana menurut kajian dari Bappenas (2019), potensi kerugian ekonomi yang dialami oleh empat sektor prioritas, yakni kelautan dan pesisir, air, pertanian, dan kesehatan, pada tahun 2020 diperkirakan sekitar 102,36 Triliun Rupiah. Menariknya, Provinsi Jawa Timur berada pada urutan tiga besar provinsi dengan potensi kerugian paling besar pada sektor pertanian, kesehatan dan sub-sektor kelautan serta posisi keenam pada sub-sektor pesisir. Puncaknya, World Risk Report 2022 melaporkan bahwa Indonesia menjadi negara ketiga di dunia yang paling rawan terhadap bencana (Bündnis Entwicklung Hilft & Ruhr University Bochum, 2022). Terakhir, variabel lag(1) sampai lag(8) dari pertumbuhan ekonomi dan inflasi juga ditambahkan sebagai variabel prediktor. Daftar variabel yang digunakan beserta sumber data disajikan pada Tabel 1.

### Tahapan Analisis

Tahapan analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses akuisisi data. Hampir seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang sudah tersedia pada halaman web beberapa instansi/lembaga. Namun, untuk data indeks GT perlu dilakukan proses scraping, yakni teknik “menambang” data yang tersedia di internet (Namoun dkk., 2020). Proses ini dilakukan untuk setiap provinsi dan

- setiap kategori pada rentang periode Januari 2010-Desember 2022 dengan menggunakan *software* Rstudio dengan package 'gtrendsR'.
2. Proses penyiapan data. Terdapat beberapa data yang tidak tersedia sehingga perlu dilakukan imputasi, yakni:
    - a. data bulanan NTP DKI Jakarta dari Januari 2010-Oktober 2013 dan data bulanan TPK beberapa provinsi di awal periode penelitian dilakukan proses *backasting* dengan metode *auto.arima* (Hyndman & Athanasopoulos, 2021; Rob J. Hyndman & Yeasmin Khandakar, 2008),
    - b. data NTP Kalimantan Utara dari Januari 2010-Oktober 2013 dan data bulanan posisi pinjaman/kredit dan simpanan masyarakat Kalimantan Utara dari Januari 2010-Mei 2016 dilakukan interpolasi dengan rata-rata. Contoh, pada data posisi pinjaman/kredit dan simpanan dilakukan interpolasi dengan rata-rata proporsi pinjaman/kredit dan simpanan Kalimantan Utara terhadap total dari Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara dari bulan Juni 2016-Desember 2022.
    - c. Selanjutnya dilakukan proses agregasi data ke frekuensi yang lebih rendah, yakni data triwulanan, seperti yang tertera pada Tabel 1.
  3. Analisis deskriptif pola perkembangan pertumbuhan ekonomi dan inflasi serta performanya sebelum dan selama pandemi Covid-19. Identifikasi korelasi antar variabel pertumbuhan ekonomi dengan variabel prediktor lainnya.
  4. Pemilihan variabel (*feature selection*) sebelum melakukan pemodelan berdasarkan nilai Variance Inflation Factor (VIF) untuk identifikasi adanya multikolinieritas ( $VIF \geq 10$ , Neter dkk. 1989). Proses ini merupakan sebuah upaya untuk mengeliminasi variabel yang bersifat redundan dan tidak informatif (Khun & Johnson, 2018).
  5. Estimasi nilai *threshold* inflasi, baik satu maupun dua *threshold*, terhadap pertumbuhan ekonomi untuk seluruh provinsi di Indonesia dan Jawa Timur dengan menggunakan beberapa model sekaligus, yakni regresi kuadratik, regresi *threshold changepoint*, *smoothing spline*, dan *additive mixed model*. Hasil telaah literatur model regresi kuadratik dan *threshold* merupakan dua model yang paling sering dimanfaatkan untuk estimasi nilai *threshold* inflasi dengan persamaan umum:

$$growth_{it} = \beta_0 + \beta_1 inf_{it} + \beta_2 inf_{it}^2 + \epsilon_{it} \quad (1)$$

untuk model kuadratik dimana nilai *threshold* diperoleh dari:

$$x_1 = \frac{\beta_1}{2\beta_2} \quad (2)$$

Berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu, model *threshold* pada penelitian ini menggunakan model *threshold changepoint* (Fong, 2020). Untuk estimasi satu *threshold*, terdapat 14 jenis spesifikasi model *threshold changepoint*, yakni model M01, M02, M03, M10, M20, M30, M11, M12, M13, M21, M31, M22, M22c, dan M33c, selengkapnya lihat Fong (2020) hal. 3. Sebagai contoh persamaan umum untuk model M02 dan M10 masing-masing sebagai berikut:

$$growth_{it} = \beta_0 + \beta_1 (inf_{it} - x_1)_+ + \beta_2 (inf_{it} - x_1)_+^2 + \epsilon_{it} \quad (3)$$

dan

$$growth_{it} = \beta_0 + \beta_1 (inf_{it} - x_1)_- \quad (4)$$

dimana  $(inf_{it} - x_1)_+ = inf_{it} - x_1$  jika  $inf_{it} > x_1$  dan  $(inf_{it} - x_1)_+ = 0$  jika  $inf_{it} \leq x_1$ . Sedangkan  $(inf_{it} - x_1)_- = inf_{it} - x_1$  jika  $inf_{it} \leq x_1$  dan  $(inf_{it} - x_1)_- = 0$  jika  $inf_{it} > x_1$ .

Untuk estimasi dua *threshold*, hanya terdapat satu jenis model *threshold changepoint*, yakni model M111 (Fong, 2020) dengan persamaan:

$$growth_{it} = \beta_0 + \beta_1 inf_{it} + \beta_2 (inf_{it} - x_1)_- + \beta_3 (inf_{it} - x_2)_- + \epsilon_{it} \quad (5)$$

Model smoothing spline dan additive mixed model (AMM) merupakan dua model regresi semiparametrik dengan basis fungsi yang sama, yakni fungsi *penalized spline* (Harezlak dkk., 2018) dengan persamaan:

$$growth_{it} = \beta_0 + \beta_1 inf_{it} + \sum_{k=1}^K \gamma_k (inf_{it} - \chi_k)_+ + \epsilon_{it} \quad (6)$$

dimana  $\gamma_k$  adalah koefisien fungsi spline dan  $K$  adalah jumlah knot atau threshold. Bedanya pada AMM, parameter  $\gamma_k$  diasumsikan bersifat random,  $\gamma_k \sim (0, \sigma_y^2)$  sedangkan pada smoothing spline diasumsikan bersifat *fixed*.

Selain itu, untuk melihat sensitivitas hasil estimasi nilai threshold inflasi juga dilakukan beberapa eksplorasi dengan cara:

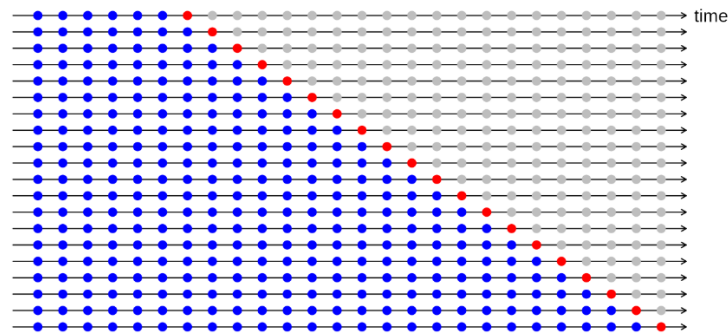
- a. Melakukan estimasi untuk setiap kelompok provinsi hasil dari pengelompokan (*clustering*) provinsi berdasarkan series data pertumbuhan ekonomi menggunakan *dynamic time wrapping (DTW) time series clustering* (Sardá-Espinosa, 2019), justifikasi visual peneliti, dan wilayah barat-timur Indonesia. Jumlah kluster optimal pada clustering dengan DTW ditentukan berdasarkan nilai *silhouette* (Leonard, 1990; Rousseeuw, 1987). Nilai *silhouette* berkisar antara -1 sampai 1. Semakin besar nilai tersebut menandakan bahwa terdapat separasi yang baik antara kluster-kluster yang terbentuk, begitu juga sebaliknya.
  - b. Estimasi dilakukan terpisah pada data sebelum periode Covid-19 dan data keseluruhan.
  - c. Dilakukan penambahan variabel kontrol lainnya pada proses estimasi.
6. Setelah melakukan estimasi nilai *threshold* inflasi, maka selanjutnya adalah membandingkan perkembangan inflasi di delapan kota di Jawa Timur dengan ITF Bank Indonesia dan estimasi nilai *threshold* yang diperoleh dari penelitian ini.
  7. Setelah proses estimasi *threshold* inflasi, selanjutnya akan dilakukan integrasi dengan proses *nowcasting* pertumbuhan ekonomi regional. Langkah awal sebelum proses pemodelan *nowcasting* adalah melakukan *split* data menjadi *data training* atau *in-sample* (triwulan I 2011-IV 2020) dan *data testing* atau *out-sample* (triwulan I 2021-IV 2022) untuk keperluan pemodelan *nowcasting* dan evaluasi akurasi menggunakan nilai *root mean square error* (RMSE).
  8. Pemodelan *nowcasting* dengan model klasik yang digunakan pada tahap estimasi nilai *threshold* inflasi, kecuali model smoothing spline tidak digunakan karena hanya bisa mengakomodir satu variabel prediktor saja, dan model *machine learning* serta pembentukan model *ensemble*. Model machine learning yang digunakan antara lain, decision tree (Plapinger, 2017; Winterfeldt & Edwards, 1986), random forest (Breiman, 2001; Purwa, 2019), neural network (Lewis, 2016), eXtreme Gradient Boosting (XGBoost) (Chen & He, 2023; Friedman, 2001), dan support vector machine (SVM) atau dalam konteks regresi disebut dengan support vector regression (SVR) (Atmanegara & Purwa, 2021; Chapelle dkk., 2002; Hsu dkk., 2016; Vapnik, 1998). Selain itu, akan dibentuk model *ensemble* yakni gabungan dari kedua jenis model tersebut yang terdiri dari *average ensemble* dan *weighted ensemble*. *Average ensemble* diperoleh dengan cara menghitung rata-rata hasil prediksi dari seluruh model. Sedangkan pada *weighted ensemble* diasumsikan setiap model memiliki bobot atau sumbangsih yang berbeda terhadap hasil prediksi. Pada penelitian ini, bobot yang digunakan ditentukan berdasarkan nilai akurasi (RMSE) yang dihasilkan oleh setiap model. Semakin tinggi nilai RMSE maka bobotnya semakin rendah, begitu juga sebaliknya. Secara umum formula untuk *weighted ensemble* adalah sebagai berikut:

$$\widehat{growth}_{w,ens} = \frac{\sum_{m=1}^M \widehat{growth}_m / RMSE_m}{\sum_{m=1}^M 1 / RMSE_m} \quad (7)$$

dengan adalah model yang digunakan, .

9. Tahap terakhir, melakukan prediksi untuk *data training* dan *data testing* kemudian menghitung nilai RMSE untuk mendapatkan model *nowcasting* terbaik. Untuk *data testing*, digunakan dua metode sekaligus yakni metode prediksi *k-step ahead* dan *one-step*

*ahead*. Misal akan dilakukan prediksi *data testing* 4 triwulan kedepan. Metode prediksi *k-step ahead* akan menggunakan *data training* untuk memprediksi sekaligus 4 triwulan kedepan. Sedangkan metode *one-step ahead*, pertama akan digunakan *data training* untuk memprediksi triwulan I, kemudian untuk prediksi triwulan II akan digunakan *data training* dan data testing aktual triwulan I. Metode ini juga disebut sebagai *rolling window forecast* (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).



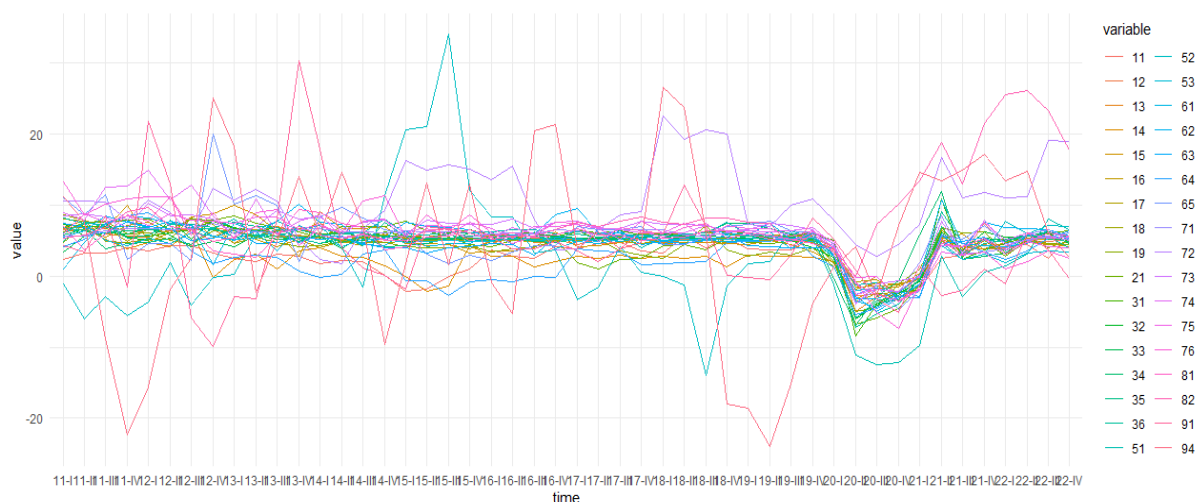
Sumber: Hyndman, R.J., & Athanasopoulos (2018)

**Gambar 2: Ilustrasi Prediksi *One-step Ahead* atau *Rolling Window Forecast***

**Hasil dan Pembahasan**

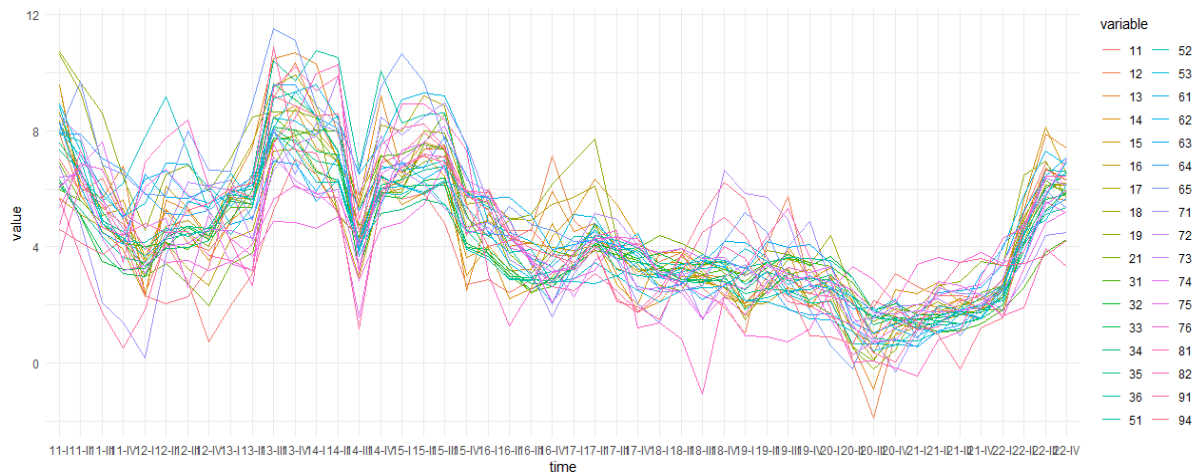
***Pertumbuhan Ekonomi dan Inflasi Sebelum dan Selama Pandemi Covid-19***

Gambar 3 dan 4 di bawah menunjukkan pola perkembangan pertumbuhan ekonomi regional dan inflasi (y-on-y) 34 provinsi di Indonesia selama periode 2011-2022. Secara umum, beberapa provinsi di Indonesia memiliki pertumbuhan ekonomi yang berada pada level sekitar 5-10 persen, meskipun ditemui beberapa provinsi yang memiliki pola bergejolak. Pada saat terjadi pandemi Covid-19, hampir seluruh provinsi mengalami kontraksi yang sangat dalam kemudian berangsur mengalami pemulihan mulai triwulan I dan II 2021 kemudian kembali normal pada level semula seperti sebelum terjadi pandemi. Berbeda dengan pertumbuhan ekonomi, inflasi memiliki pola perkembangan yang lebih fluktuatif dan cenderung memiliki tren menurun sejak sekitar triwulan III dan IV 2015. Adanya pandemi Covid-19 membuat angka inflasi menjadi semakin menurun. Pemulihan ekonomi Indonesia secara umum kembali membawa inflasi mulai berada pada level normalnya. Pada tahun 2022, tingkat inflasi menjadi semakin tinggi sebagai dampak perang Rusia-Ukraina.



Keterangan: kode dan nama provinsi pada Lampiran 3

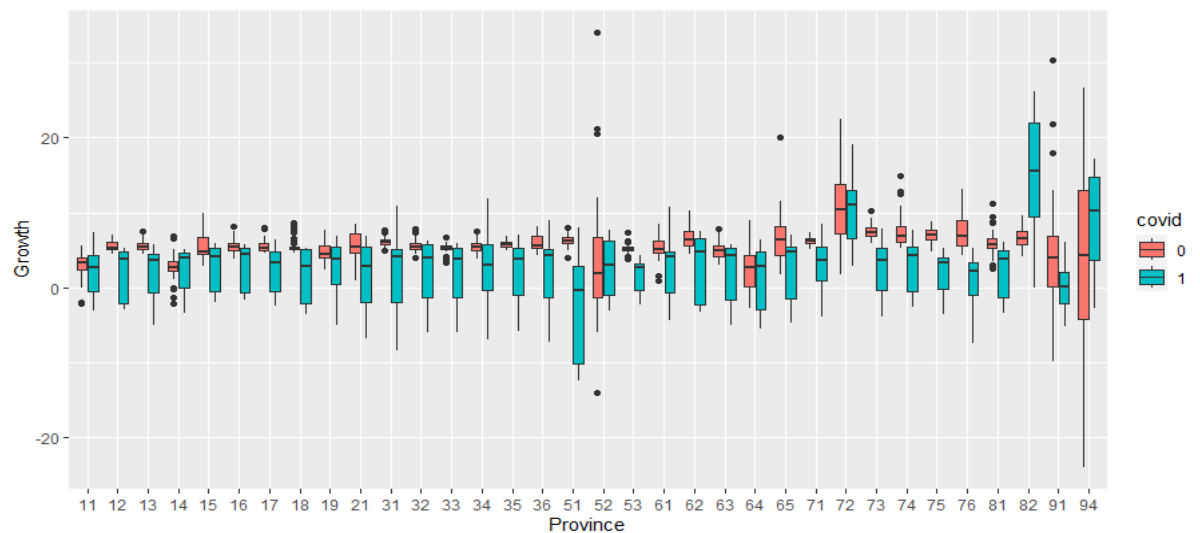
**Gambar 3: Pola Perkembangan Pertumbuhan Ekonomi Regional (y-on-y), 2011-2022**



Keterangan: kode dan nama provinsi pada Lampiran 3

**Gambar 4: Pola Perkembangan Inflasi (y-on-y) 34 Provinsi di Indonesia, 2011-2022**

Jika dibandingkan performa pertumbuhan ekonomi serta inflasi pada masa sebelum dan selama pandemi Covid-19 maka akan nampak jelas bahwa performa kedua indikator ekonomi makro tersebut cenderung lebih rendah saat pandemi dibandingkan sebelum pandemi terjadi. Bali sebagai daerah dengan tumpuan ekonomi dari sektor pariwisata, mengalami kontraksi pertumbuhan ekonomi yang paling dalam, akibat pembatasan mobilitas masyarakat dan wisatawan asing yang masuk ke Bali. Walaupun begitu, terdapat pula provinsi yang justru mengalami peningkatan pertumbuhan ekonomi selama pandemi Covid-19, salah satunya adalah Provinsi Maluku Utara, dimana pada triwulan IV 2022 pertumbuhan ekonomi Maluku Utara sebesar 17,74 persen. Hal tersebut terjadi sebagai dampak meningkatnya performa ekspor produk nikel dan pertumbuhan investasi (DJPB Kemenkeu, 2023).



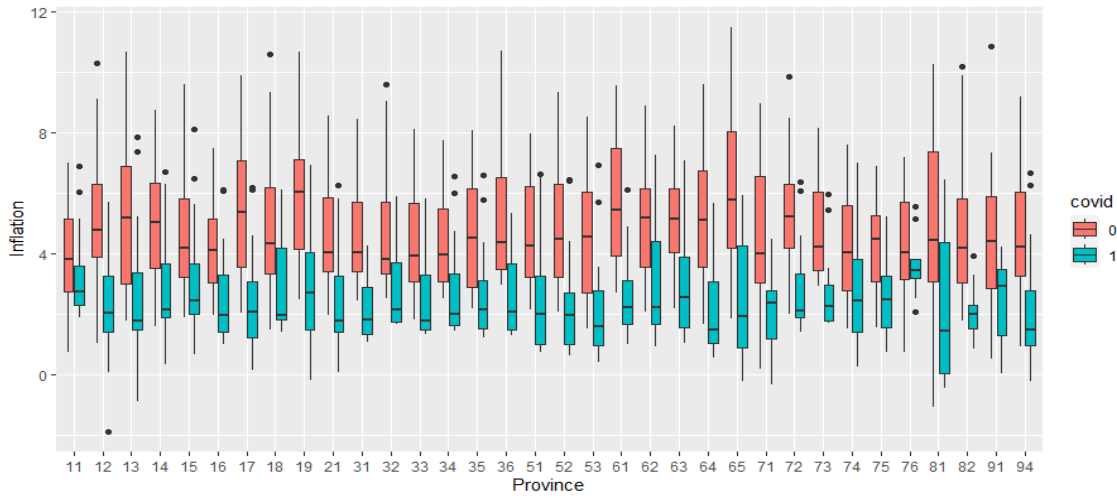
Keterangan: kode dan nama provinsi pada Lampiran 3

**Gambar 5: Boxplot Pertumbuhan Ekonomi Regional (y-on-y) sebelum dan selama Pandemi Covid-19**

**Korelasi Antar Variabel dan Proses Feature Selection**

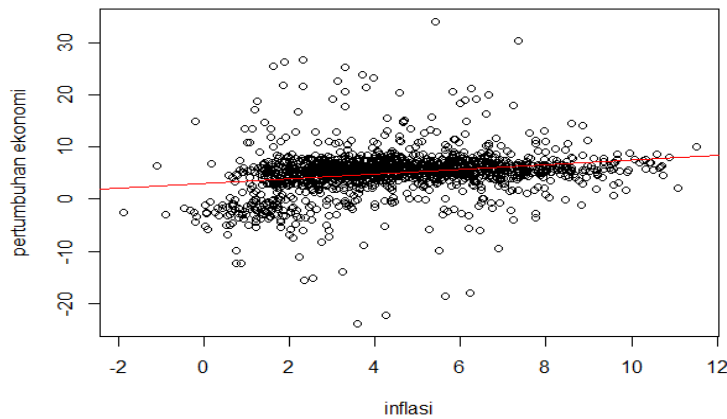
Sebelum masuk pada proses estimasi nilai *threshold* inflasi dan *nowcasting* pertumbuhan ekonomi, terlebih dahulu dilakukan inspeksi secara visual terkait hubungan antar variabel respon, yakni pertumbuhan ekonomi, dengan variabel prediktor utama, yakni inflasi, serta variabel kontrol lainnya. Pada Gambar 7 dan 8 disajikan *scatter plot* antara inflasi, lag(1) inflasi, dan lag(1) pertumbuhan ekonomi dengan pertumbuhan ekonomi. Terlihat pola

non-linier pada hubungan inflasi dan lag-nya terhadap pertumbuhan ekonomi (Gambar 7 dan 8b). Sedangkan pola linier terlihat pada hubungan lag(1) pertumbuhan ekonomi dengan nilai aktualnya (Gambar 8a). *Scatter plot* variabel prediktor lainnya dengan pertumbuhan ekonomi disajikan pada Lampiran 1.



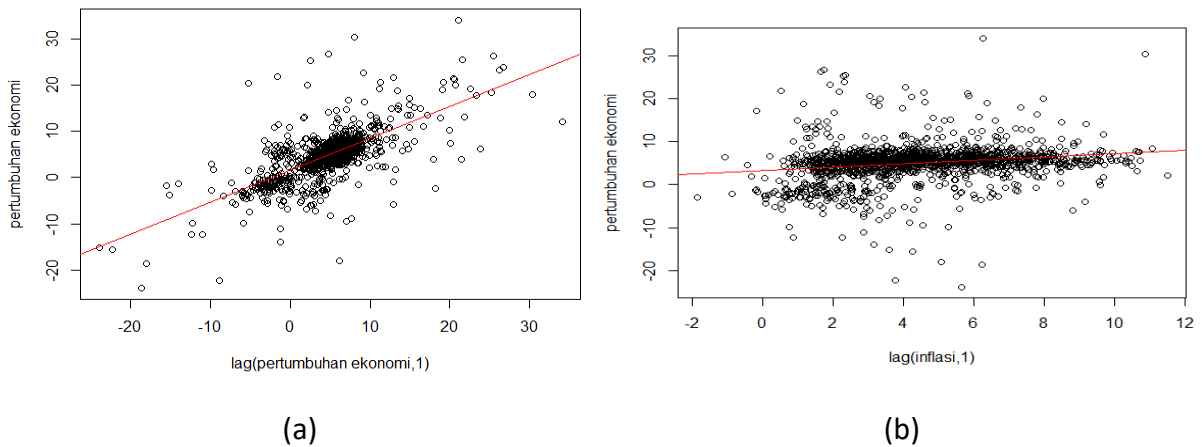
Keterangan: kode dan nama provinsi pada Lampiran 3

**Gambar 6: Boxplot Inflasi (y-on-y) 34 Provinsi di Indonesia sebelum dan selama Pandemi Covid-19**



Keterangan: garis merah hasil prediksi regresi linier

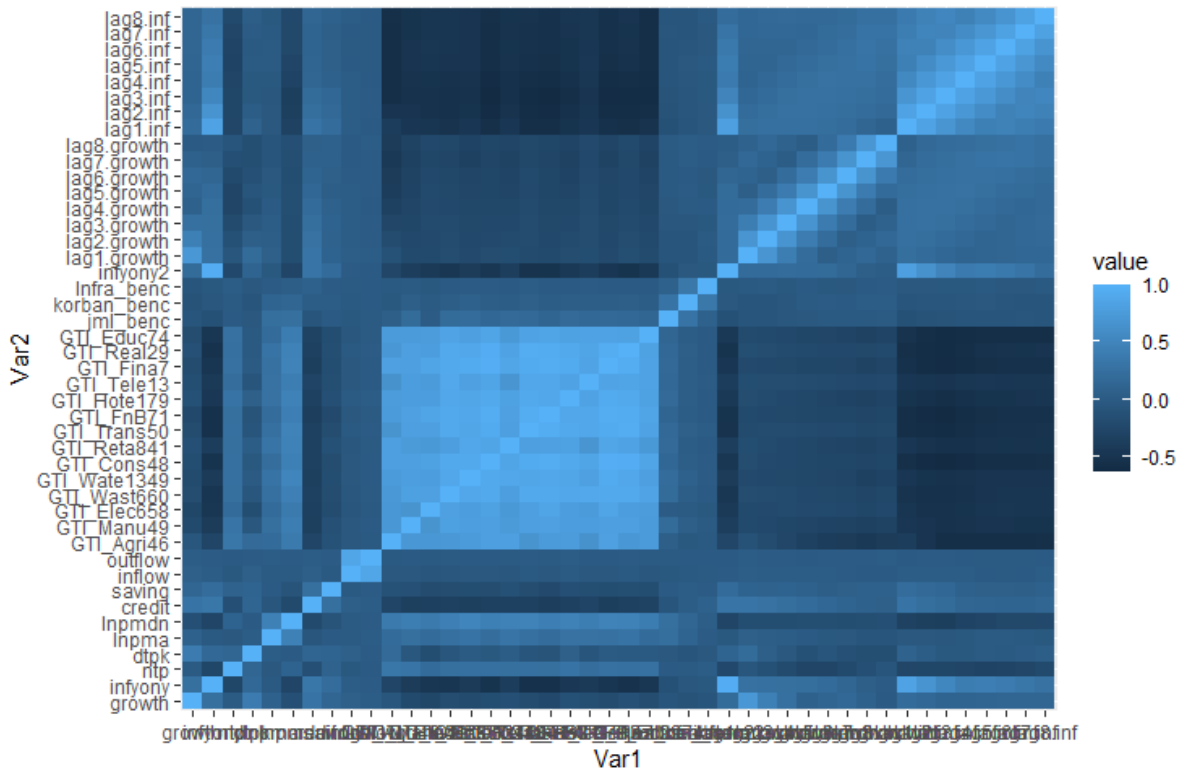
**Gambar 7: Plot Inflasi dan Pertumbuhan Ekonomi (y-on-y), 2011-2022**



Keterangan: garis merah hasil prediksi regresi linier

**Gambar 8: Plot Lag(1) Pertumbuhan Ekonomi (a) serta Lag(1) Inflasi (b) dengan Pertumbuhan Ekonomi (y-on-y), 2011-2022**

Ringkasan nilai koefisien korelasi antar variabel juga disajikan pada Gambar 9 untuk melihat secara seksama bagaimana level hubungan antar variabel prediktor dengan variabel respon. Terlihat bahwa hanya beberapa variabel prediktor saja seperti tingkat penghunian kamar, posisi pinjaman masyarakat, dan lag(1) pertumbuhan ekonomi saja yang memiliki korelasi yang cukup kuat dengan variabel pertumbuhan ekonomi. Hasil proses *feature selection* menunjukkan terdapat beberapa variabel prediktor yang memiliki nilai  $VIF \geq 10$ , yakni *GTI\_Wast*, *GTI\_Cons*, *GTI\_Trans*, *GTI\_FnB*, *GTI\_Fina*, dan *GTI\_Real*, sehingga tidak digunakan pada proses pemodelan lebih lanjut. Rekap nilai VIF variabel prediktor yang digunakan dalam pemodelan disajikan pada Lampiran 2.



**Gambar 9: Pearson Correlation Heatmap antar Variabel Penelitian**

**Threshold Inflasi Indonesia secara Umum**

Pada tahap awal, dilakukan estimasi *threshold* inflasi secara umum, baik untuk satu maupun dua *threshold*, dengan berbagai model. Total terdapat 18 model dengan rincian 15 model untuk estimasi satu *threshold* dan 3 model untuk estimasi dua *threshold*. Berdasarkan hasil estimasi pada Tabel 2, model terbaik untuk estimasi satu *threshold* adalah model Regresi *threshold changepoint* M22. Sedangkan untuk model estimasi dua *threshold*, model terbaik adalah regresi *threshold changepoint* M111. Dari hasil estimasi tersebut terlihat jelas bahwa jenis spesifikasi model mempengaruhi nilai *threshold* yang dihasilkan. Untuk model satu *threshold*, estimasi yg dihasilkan model regresi kuadratik cenderung menghasilkan nilai *threshold* yang lebih tinggi dibandingkan model regresi *threshold changepoint*. Sedangkan untuk model dua *threshold*, estimasi dari model regresi smoothing spline dan AMM cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan model regresi *threshold changepoint* M111, baik untuk batas bawah dan atas. Jika dibandingkan dengan ITF Bank Indonesia, nilai *threshold* dari model *threshold changepoint* M111 sangat mendekati target inflasi yang telah ditetapkan, yakni  $3\% \pm 1\%$ , (PMK No.101/PMK.010/2021 tanggal 28 Juli 2021 tentang Sasaran Inflasi tahun 2022).

**Tabel 2: Estimasi untuk Satu dan Dua *Threshold* Inflasi beserta Nilai Akurasinya**

Model		Estimasi <i>Threshold</i>		RMSE
Reg. Kuadratik		6.6563		4.1127
Reg. <i>Threshold</i> Changepoint:	M01	1.2234		4.1981
	M02	1.2234		4.1378
	M03	1.2234		4.1050
	M10	3.1443		4.0900
	M20	5.5625		4.0874
	M30	3.8321		4.0854
	M11	3.0319		4.0880
	M12	2.3228		4.0873
	M13	1.8907		4.0816
	M21	5.6273		4.0869
	M31	3.2672		4.0826
	M22*	1.6399		4.0791
	M22c	5.0448		4.0869
	M33c	1.2234		4.0805
M111**	1.8907	3.9561	4.0821	
Reg. Smoothing Spline		3.1331	5.2422	4.0851
Reg. Additive Mixed Model (AMM)		3.4722	6.1541	4.0866

Keterangan: \*) Model estimasi satu *threshold* terbaik, \*\*) Model estimasi dua *threshold* terbaik

Berdasarkan hasil diatas, untuk meringkas analisis pada tahap estimasi *threshold* inflasi selanjutnya hanya akan digunakan lima model saja, yakni regresi kuadratik dan *threshold* changepoint M22 untuk estimasi satu *threshold* serta regresi *threshold* changepoint M111, smoothing spline, dan AMM untuk estimasi dua *threshold*.

### ***Threshold* Inflasi Indonesia menurut Kelompok Provinsi**

Sebelum melakukan proses estimasi *threshold* inflasi, terlebih dahulu dilakukan proses pengelompokan provinsi dengan pola pertumbuhan ekonomi yang relatif sama. Pertama, menggunakan metode *clustering time series* dengan *dynamic time wrapping* (DTW). Hasil eksplorasi proses *clustering* dilakukan untuk jumlah kelompok 2 sampai 10 kemudian dipilih jumlah kelompok yang menghasilkan nilai *silhouette* terbesar. Pada Tabel 3, nilai *silhouette* terbesar dihasilkan dari proses *clustering* provinsi sebanyak 2 kelompok.

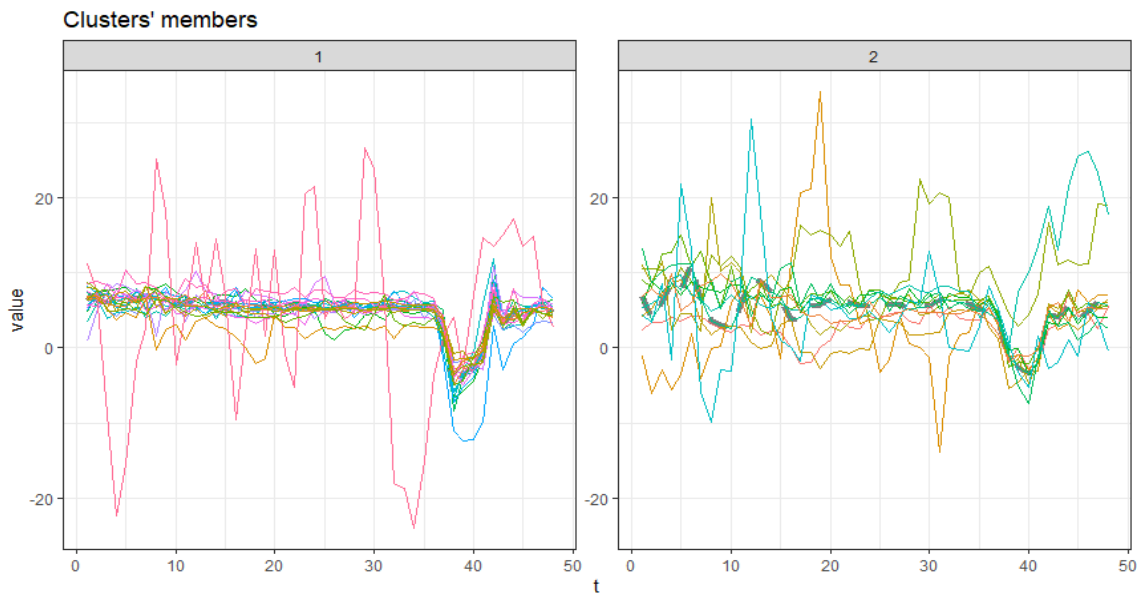
**Tabel 3: Jumlah Kelompok beserta Nilai *Silhouette* yang Dihasilkan**

Jumlah Kelompok	<i>Silhouette</i>	Jumlah Kelompok	<i>Silhouette</i>
1		6	-0.0202
2	0.4397*	7	0.0734
3	0.0672	8	0.0120
4	0.1165	9	-0.1583
5	0.0138	10	-0.1080

Keterangan: \*) nilai *silhouette* terbesar

Pada Gambar 10, provinsi-provinsi pada kelompok 1 dan 2 memiliki pola perkembangan pertumbuhan ekonomi yang relatif sama, perbedaan secara visual terlihat pada awal-awal periode amatan penelitian dimana kelompok 2 memiliki pola pertumbuhan ekonomi yang

lebih bergejolak dibandingkan kelompok 1. Selain itu, pada kelompok 1, terlihat terjadi lonjakan pertumbuhan ekonomi selama masa pemulihan akibat dari pandemi Covid-19. Sedangkan pada kelompok 2 hal tersebut tidak terjadi. Keanggotaan provinsi pada setiap kelompok disajikan pada Lampiran 3.



**Gambar 10: Time Series Plot Pertumbuhan Ekonomi Provinsi pada Kelompok hasil Clustering Time Series dengan DTW**

Akan tetapi pada kedua kelompok masih ditemukan beberapa provinsi yang memiliki pola perkembangan pertumbuhan ekonomi yang lebih bergejolak atau bervariasi pada seluruh rentang periode penelitian, yakni Provinsi Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Tengah, Maluku Utara, dan Papua. Sehingga menurut justifikasi secara visual oleh peneliti, proses clustering dengan DTW masih dapat dimaksimalkan lagi dengan cara mengisolasi provinsi-provinsi tersebut menjadi satu kelompok tersendiri, yakni kelompok 2, dan provinsi lainnya menjadi kelompok 1. Selain itu, termotivasi dari penelitian sebelumnya oleh Kusumatriana dkk. (2022), pengelompokan provinsi berdasarkan wilayah barat dan timur Indonesia juga dilakukan pada penelitian ini. Untuk memastikan bahwa kelompok yang dibentuk memiliki ragam yang berbeda signifikan secara statistik maka dilakukan uji beda dua ragam. Pada Lampiran 4, hasil uji beda dua ragam menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki ragam yang berbeda secara signifikan pada ketiga jenis metode pengelompokan. Nilai perbandingan varian dari dua kelompok juga menunjukkan bahwa pengelompokan dengan separasi paling baik adalah dengan justifikasi penulis karena memiliki nilai paling kecil, yakni 0,1391.

**Tabel 4: Estimasi Threshold Inflasi setiap Kelompok Hasil Clustering dengan DTW**

Model	Kelompok 1		Kelompok 2				
	Threshold	RMSE	Threshold	RMSE			
Reg. Kuadratik	6.6730		3.5706	6.5263	4.9040		
Reg. Threshold Changepoint:	M22	3.2220	3.5087*	0.9344	4.8240*		
	M111	3.2672	7.1795	3.5081**	1.2367	1.2381	4.8519
Reg. Smoothing Spline		3.1999	5.2853	3.5092	3.0680	5.1673	4.8979
Reg. Additive Mixed Model (AMM)		3.1654	5.6935	3.5091	3.9538	6.4749	4.8424**

Keterangan: \*) model terbaik satu *threshold*, \*\*) model terbaik dua *threshold*

Tahap selanjutnya adalah melakukan estimasi *threshold* inflasi pada setiap kelompok dari hasil pengelompokan berdasarkan ketiga metode tersebut. Pada hasil clustering dengan DTW, kelompok 1 didominasi oleh provinsi yang berada di wilayah barat Indonesia dan sebaliknya kelompok 2 didominasi oleh provinsi dari wilayah timur Indonesia. Secara umum, ambang batas inflasi atau *threshold*, baik untuk *single* atau *double threshold*, dari kelompok 1 relatif lebih tinggi dibandingkan *threshold* kelompok 2, kecuali untuk model AMM. Pada kelompok 1, *range* nilai *threshold* berada pada kisaran 3,16 persen pada ambang batas bawah dan 7,18 persen pada ambang batas atas. Sedangkan pada kelompok 2 memiliki *range* nilai *threshold* antara 0,93 dan 6,53 persen. Artinya sebagian besar provinsi di wilayah timur Indonesia memiliki nilai *threshold* yang lebih rendah dibandingkan wilayah barat Indonesia yang secara ekonomi lebih maju. Hal tersebut dimungkinkan terjadi karena provinsi di kelompok 2 memiliki pertumbuhan ekonomi yang lebih rendah terutama saat pandemi Covid-19. Sehingga estimasi *threshold* tertarik ke level yang lebih rendah. Adanya perbedaan level *threshold* inflasi untuk kedua kelompok provinsi di Indonesia ini juga ditemui pada hasil penelitian sebelumnya, yakni Khan & Senhadji (2001) dan Kusumatriksna dkk. (2022) walaupun hasil dari kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa wilayah dengan pertumbuhan ekonomi relatif lebih rendah (wilayah timur Indonesia atau negara berkembang) memiliki nilai *threshold* yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya (wilayah barat Indonesia atau negara industri).

Hasil pengelompokan dengan justifikasi penulis semakin menegaskan bahwa terdapat perbedaan level *threshold* pada level provinsi di Indonesia dimana kelompok 2 yang hanya terdiri dari Provinsi NTB, Sulawesi Tengah, Maluku Utara, dan Papua, memiliki *threshold* yang relatif lebih rendah dibandingkan kelompok 1, kecuali untuk model regresi *threshold changepoint* M111 dan AMM. Nilai *threshold* kelompok 2 berada pada *range* 1,14 persen hingga 6,04 persen. Sedangkan kelompok 1 memiliki *range* nilai *threshold* antara 1,93 dan 6,76 persen. Nilai akurasi (RMSE) model pada kedua kelompok relatif berbeda levelnya jika dibandingkan nilai RMSE dari model pada kelompok hasil clustering dengan DTW. Hal ini menunjukkan bahwa pengelompokan provinsi dengan justifikasi penulis mampu meningkatkan separasi antar kelompok provinsi.

**Tabel 5: Estimasi Threshold Inflasi setiap Kelompok Hasil Clustering dengan Justifikasi Penulis**

Model	Kelompok 1				Kelompok 2		
		Threshold	RMSE	Threshold	RMSE		
Reg. Kuadratik		6.7613		2.8992	4.3679		8.6529
Reg. Threshold Changepoint:	M22	1.9511		2.8385*	1.1409		8.5566*
	M111	1.9335	3.1694	2.8370	4.2588	4.2882	8.5669**
Reg. Smoothing Spline		3.1403	5.242	2.8340**	3.0285	5.3289	8.6583
Reg. Additive Mixed Model (AMM)		3.4722	6.1541	2.8419	3.9543	6.0362	8.6583

Keterangan: \*) model terbaik satu threshold, \*\*) model terbaik dua threshold

Pengelompokan menurut wilayah barat dan timur Indonesia juga menghasilkan estimasi nilai *threshold* dengan pola yang sama seperti hasil kedua pengelompokan sebelumnya, yakni *threshold* di kelompok 2 – wilayah timur Indonesia relatif lebih rendah dibandingkan *threshold* di kelompok 1 – wilayah barat Indonesia, kecuali untuk *double threshold* yang dihasilkan oleh model smoothing spline dan AMM. Pada wilayah timur Indonesia, nilai *threshold* berada pada *range* 1,95 persen hingga 6,67 persen. Sedangkan untuk wilayah barat Indonesia, nilai *threshold* berada pada *range* 1,14 persen sampai 6,48 persen. Senada dengan hasil uji beda dua ragam, kedua kelompok memiliki nilai RMSE yang relatif berbeda namun tidak terlalu mencolok dibandingkan RMSE hasil pengelompokan dengan justifikasi penulis.

**Tabel 6: Estimasi *Threshold* Inflasi setiap Kelompok Hasil *Clustering* Wilayah Barat-Timur**

Model	Kelompok 1 (Barat)		Kelompok 2 (Timur)			
	<i>Threshold</i>	RMSE	<i>Threshold</i>	RMSE		
Reg. Kuadratik	6.6712		2.4831	6.4808		5.1950
Reg. Threshold Changepoint:	M22	3.2343	2.3713*	1.1409		5.1546*
	M111	1.9511	3.3026	2.3675	1.2367	5.1694**
Reg. Smoothing Spline	3.1327	5.1198	2.3525	3.1406	5.3398	5.1872
Reg. Additive Mixed Model (AMM)	3.1654	5.6935	2.3467**	3.9538	6.4749	5.1726

Keterangan: \*) model terbaik satu *threshold*, \*\*) model terbaik dua *threshold*

***Threshold* Inflasi Indonesia dan Jawa Timur sebelum dan selama Covid-19**

Pandemi Covid-19 yang membuat pemerintah melakukan pembatasan aktivitas masyarakat termasuk aktivitas ekonomi terbukti memberikan tekanan terhadap perekonomian secara keseluruhan. Pada periode 2020–2021, pembatasan kegiatan masyarakat menyebabkan pertumbuhan ekonomi yang rendah, sementara daya beli masyarakat turun, yang terlihat dari pertumbuhan ekonomi rendah (pada tahun 2020 bahkan negatif), sementara inflasi tercatat relatif rendah. Pada fase ini, patut diduga hubungan inflasi dan pertumbuhan ekonomi bersifat positif dalam artian inflasi yang rendah cenderung mendorong pertumbuhan ekonomi yang rendah pula. Dalam perkembangannya inflasi dan pertumbuhan ekonomi baik dalam tataran nasional dan regional jarang mengalami kondisi dimana keduanya menunjukkan nilai yang relatif rendah kecuali pada masa pandemi ini.

**Tabel 7: Estimasi *Threshold* Inflasi Indonesia menurut Cakupan Data**

Model	Pre Covid-19		All Data			
	<i>Threshold</i>	RMSE	<i>Threshold</i>	RMSE		
Reg. Kuadratik	9.2116		3.7382	6.6563		4.1127
Reg. Threshold Changepoint:	M22	4.6721	3.7354*	1.6399		4.0791*
	M111	5.4367	5.4379	3.7323**	1.8907	3.9561
Reg. Smoothing Spline	3.6653	5.698	3.7387	3.1331	5.2422	4.0851
Reg. Additive Mixed Model (AMM)	3.9538	6.4749	3.7387	3.4722	6.1541	4.0866

Keterangan: \*) model terbaik satu *threshold*, \*\*) model terbaik dua *threshold*

Hasil estimasi model *threshold* secara nasional (Tabel 7) menunjukkan pada kondisi sebelum Covid-19, nilai *threshold* inflasi terhadap pertumbuhan ekonomi cenderung pada satu nilai (*single threshold*) sebagai batas atas nilai inflasi yang memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi. Model regresi kuadratik mendapatkan nilai *threshold* sebesar 9,21 persen sementara model regresi *threshold changepoint* M22 dan M111 mendapatkan nilai masing – masing 4,67 persen dan 5,44 persen. Model regresi *smoothing spline* dan *additive mixed model* mendapatkan *double threshold* namun pada *range* nilai yang cukup berdekatan dengan nilai RMSE relatif lebih tinggi dibanding model lainnya. Sementara itu, estimasi model *threshold* dengan menggunakan *full data set* (sebelum dan selama pandemi) mendapatkan nilai *threshold* cenderung pada dua nilai (*double threshold*). Model terbaik dengan nilai RMSE terendah yaitu model regresi *threshold changepoint* menetapkan nilai *double threshold* dengan ambang batas bawah 1,64 persen (model M22) dan ambang batas atas 3,96 persen (model M111). Jika dicermati nilai estimasi *threshold* inflasi pada keempat model yang digunakan didapatkan nilai tertinggi sebagai ambang batas atas (*upper threshold*) yaitu sebesar 6,66 persen (model regresi kuadratik), sementara nilai terendah sebagai ambang batas bawah (*lower threshold*) yaitu 1,64 persen (model regresi *threshold changepoint* M22). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa laju inflasi pada kisaran nilai 1,64 persen – 6,66

persen yang memberikan efek positif terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia atau dengan kata lain inflasi yang terlalu rendah (dibawah 1,64 persen) atau pun inflasi yang terlalu tinggi (diatas 6,66 persen) bersifat kontraproduktif terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Senada dengan gambaran pertumbuhan ekonomi dan inflasi nasional pada masa pandemi Covid-19, secara regional, Jawa Timur juga mengalami tekanan serupa atas kedua indikator ekonomi tersebut. Pembatasan aktivitas ekonomi telah memberikan dampak perlambatan ekonomi terlebih struktur ekonomi provinsi ini yang didominasi oleh industri manufaktur. Dengan kontribusi industri pengolahan rata – rata 30 persen terhadap total ekonomi Jawa Timur, pembatasan kegiatan masyarakat termasuk kegiatan industri menyebabkan pertumbuhan ekonomi Jawa Timur pada tahun 2020 mengalami kontraksi sedalam 2,33 persen. Sementara itu pada laju inflasi juga tercatat rendah yaitu 1,44 persen akibat menurunnya daya beli masyarakat seiring dengan perlambatan konsumsi rumah tangga yang mendorong negatifnya pertumbuhan ekonomi Jawa Timur pada tahun 2020.

**Tabel 8: Estimasi *Threshold* Inflasi Jawa Timur menurut Cakupan Data**

Model	Pre Covid-19				All Data		
		<i>Threshold</i>	RMSE	<i>Threshold</i>		RMSE	
Reg. Kuadratik		6.1214		0.4457	5.4377		2.0284
Reg. Threshold Changepoint:	M22	6.7649		0.3786*	2.3905		1.7901*
	M111	4.7208	6.3136	0.4059**	2.0399	2.1849	1.5589**
Reg. Smoothing Spline		3.7456	4.9025	0.4452	2.8332	4.6322	1.9066
Reg. Additive Mixed Model (AMM)		4.5411	5.7222	0.4149	3.9698	5.3416	1.9103

Keterangan: \*) model terbaik satu *threshold*, \*\*) model terbaik dua *threshold*

Hasil estimasi model *threshold* dengan data sebelum pandemi Covid-19 menghasilkan angka *threshold* inflasi Jawa Timur yang relatif tidak jauh berbeda dengan estimasi *threshold* inflasi nasional kecuali untuk model regresi kuadratik. Hasil estimasi yang dihasilkannya cenderung pada *single threshold* dengan nilai *threshold* inflasi tertinggi sebesar 6,76 persen (model regresi *threshold changepoint* M22). Sementara itu, menambahkan cakupan data pada masa pandemi Covid-19 menghasilkan estimasi nilai *threshold* inflasi yang cenderung lebih rendah. Selanjutnya, seperti halnya pada hasil estimasi pada level nasional, didapatkan pola *double threshold* inflasi namun dalam *range* yang lebih sempit. Nilai *upper threshold* inflasi Jawa Timur dari empat model estimasi yang tertinggi adalah 5,44 persen (model regresi kuadratik) yang mana nilainya lebih rendah dari hasil estimasi *upper threshold inflasi* secara nasional. Sementara itu, nilai *lower threshold* inflasi Jawa Timur tercatat paling rendah sebesar 2,04 persen (model regresi *threshold changepoint* M111) namun nilainya masih lebih tinggi dari *lower threshold* inflasi nasional.

### ***Threshold Inflasi Indonesia dan Jawa Timur dengan Penambahan Variabel Kontrol***

Penambahan variabel kontrol diharapkan mampu menambah ketepatan model sehingga diharapkan menghasilkan estimasi *threshold* inflasi terhadap pertumbuhan ekonomi yang lebih baik (model dengan nilai RMSE yang lebih rendah). Berdasarkan hasil estimasi keempat model *threshold*, terlihat bahwa penambahan variabel kontrol mampu menambah ketepatan model yang terlihat dari penurunan nilai RMSE. Namun demikian, penambahan variabel kontrol menyebabkan hasil estimasi *threshold* inflasi yang dihasilkan berada pada *range* yang lebih sempit. Dengan penambahan variabel kontrol hasil estimasi *threshold* inflasi tetap menunjukkan pola *double threshold*, dengan nilai estimasi *threshold* inflasi tertinggi (*upper threshold*) sebesar 6,15 persen (model regresi AMM), sementara nilai estimasi *threshold* inflasi terendah sebagai *lower threshold* yaitu sebesar 1,65 persen (model regresi *threshold changepoint* M111).

**Tabel 9: Estimasi *Threshold* Inflasi Indonesia menurut Variabel Prediktor**

Model	Inflasi		Inflasi+variabel kontrol				
	<i>Threshold</i>	RMSE	<i>Threshold</i>	RMSE			
Reg. Kuadratik	6.6563		4.1127	5.6342		2.3916	
Reg. Threshold Changepoint: M22	1.6399		4.0791*	2.5636		2.3819*	
	M111	1.8907	3.9561	4.0821**	1.6461	1.6585	2.3753**
Reg. Smoothing Spline	3.1331	5.2422	4.0851				
Reg. Additive Mixed Model (AMM)	3.4722	6.1541	4.0866	3.4722	6.1541	2.3887	

Keterangan: \*) model terbaik satu *threshold*, \*\*) model terbaik dua *threshold*

Hasil estimasi model *threshold* dengan penambahan variabel kontrol untuk Jawa Timur menghasilkan pola yang sedikit berbeda dengan estimasi pada data level nasional yaitu hanya dihasilkan *single threshold* inflasi. Dengan penambahan variabel prediktor nilai ambang batas inflasi terhadap pertumbuhan ekonomi Jawa Timur yang tertinggi dihasilkan model regresi *threshold changepoint* (M22) yaitu setinggi 6,76 persen (Tabel 10). Jika dibandingkan dengan nasional, nilai *threshold* inflasi tersebut tercatat lebih tinggi dari *upper threshold* inflasi secara nasional. Sementara itu, nilai *threshold* inflasi tersebut tercatat memiliki ketepatan model yang paling baik (RMSE terendah) sehingga dapat menjadi pijakan ambang batas inflasi Jawa Timur yang terbaik.

**Tabel 10: Estimasi *Threshold* Inflasi Jawa Timur menurut Variabel Prediktor**

Model	Inflasi		Inflasi+variabel kontrol				
	<i>Threshold</i>	RMSE	<i>Threshold</i>	RMSE			
Reg. Kuadratik	5.4377		2.0284	4.7686		0.0608	
Reg. Threshold Changepoint: M22	2.3905		1.7901*	6.7649		0.0000*	
	M111	2.0399	2.1849	1.5589**	4.6086	5.8017	0.0000**
Reg. Smoothing Spline	2.8332	4.6322	1.9066				
Reg. Additive Mixed Model (AMM)	3.9698	5.3416	1.9103	3.9698	5.3416	0.092	

Keterangan: \*) model terbaik satu *threshold*, \*\*) model terbaik dua *threshold*

**Perkembangan Inflasi Jawa Timur dibandingkan dengan ITF dan Estimasi *Threshold* Inflasi**

Setelah proses estimasi nilai *threshold* inflasi, selanjutnya akan dilakukan evaluasi tingkat inflasi delapan kota di Jawa Timur terhadap target inflasi atau ITF yang ditetapkan oleh Bank Indonesia serta membandingkannya dengan hasil estimasi *threshold* inflasi dari penelitian ini. Inflasi tahunan (y-on-y) delapan kota Jawa Timur yang digunakan pada tahap ini adalah periode 2011-2022.

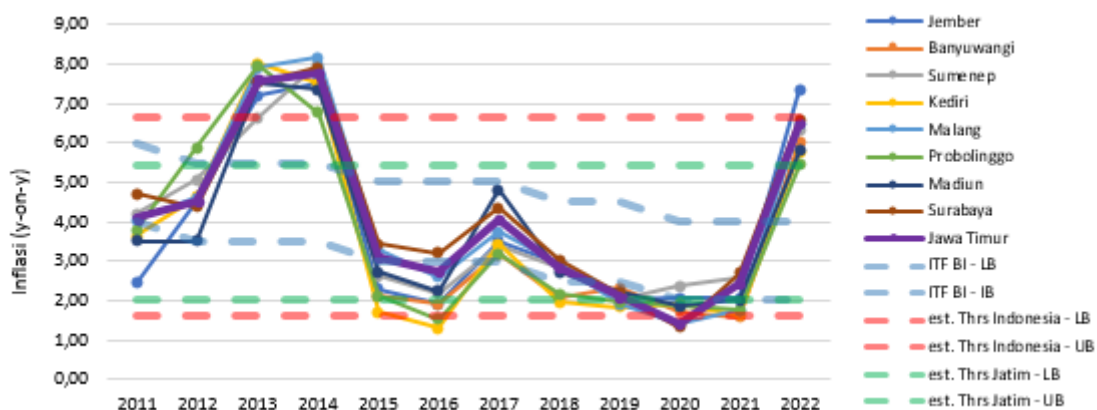
**Tabel 11: Rekap Target Inflasi ITF Bank Indonesia dan Hasil Estimasi *Threshold* Inflasi**

Periode	ITF Bank Indonesia		<i>Threshold</i> Indonesia (variabel utama: inflasi)		<i>Threshold</i> Indonesia (tambahan variabel kontrol)		<i>Threshold</i> Jatim (variabel utama: inflasi)		<i>Threshold</i> Jatim (tambahan variabel kontrol)	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
2011	4	6								
2012-2014	3,5	5,5								
2015-2017	3	5	1.64	6.66	1.65	6.15	2.04	5.44	3.97	6.76
2018-2019	2.5	4.5								
2020-2022	2	4								

Keterangan: LB dan UB adalah batas bawah dan batas atas; Estimasi *threshold* diatas merupakan ringkasan rentang terendah dan tertinggi dari keseluruhan model

Sebelum dilakukan perbandingan, terlebih dahulu disajikan rekap target inflasi ITF Bank Indonesia dan hasil estimasi *threshold* inflasi dalam bentuk rentang secara umum pada Tabel 11. Jika dibandingkan dengan target inflasi ITF dari Bank Indonesia, selama periode 2011-2022 rentang target inflasi Bank Indonesia berada pada level 2 persen sampai 6 persen. Angka tersebut berada pada rentang estimasi *threshold* inflasi dengan cakupan Jawa Timur. Sedangkan untuk cakupan analisis seluruh provinsi di Indonesia, rentang estimasi *threshold* inflasi memiliki rentang yang lebih lebar dengan batas bawah yang lebih rendah, yakni sekitar 1,64 atau 1,65 persen.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya dengan fokus penelitian di Indonesia (Chowdhury & Ham, 2009; Chowdhury & Siregar, 2004; Kusumatriana dkk., 2022; Manurung & Yuniasih, 2022; Murjani, 2019; Widaryoko, 2013), baik secara nasional maupun regional, hasil estimasi *double threshold* pada penelitian ini cenderung memiliki level yang lebih rendah. Hal tersebut disebabkan karena data pada penelitian ini mencakup periode Covid-19 dengan kondisi inflasi dan pertumbuhan ekonomi yang sama-sama rendah. Sedangkan penelitian sebelumnya mencakup periode krisis moneter 1998 yang disebabkan oleh krisis finansial Asia dengan karakteristik inflasi sangat tinggi dan pertumbuhan ekonomi rendah. Dengan periode amatan 2002-2012 yang tidak mencakup periode krisis, Winarno (2014) juga menghasilkan estimasi *single threshold* yang sedikit lebih tinggi dibandingkan penelitian ini, yakni 4,62 persen.



Keterangan: LB dan UB adalah batas bawah dan batas atas

**Gambar 11: Perkembangan Inflasi (y-on-y) Delapan Kota Jatim Terhadap ITF Bank Indonesia dan Estimasi *Threshold* Inflasi, 2011-2022**

Pada Gambar 11, secara umum ITF yang ditetapkan Bank Indonesia relatif bisa mengikuti pola perkembangan inflasi di Jawa Timur. Apabila dievaluasi berdasarkan ITF setiap tahun dengan *range* batas atas dan batas bawah sebesar 2 persen saja, maka terlihat bahwa inflasi (y-on-y) Jawa Timur dan 8 kota beberapa kali melewati batas atas target inflasi ITF, seperti pada 2013 dan 2014. Bahkan level inflasi tersebut masih lebih tinggi dibandingkan batas atas estimasi *threshold* inflasi Indonesia dan Jawa Timur. Pada tahun 2015, 2016, 2019 dan saat pandemi Covid-19 tahun 2020 dan 2021 inflasi di Jawa Timur dan 8 kota cenderung agak lebih rendah daripada batas bawah ITF. Pada tahun 2022, inflasi Jawa Timur mengalami kenaikan yang cukup ekstrim, yakni berada pada level 5-7 persen. Inflasi tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan batas atas angka ITF dan juga estimasi *threshold* inflasi Jawa Timur. Bahkan inflasi Jember sudah melampaui batas atas estimasi *threshold* inflasi Indonesia.

### **Pemodelan Nowcasting Pertumbuhan Ekonomi Regional**

Ringkasan akurasi hasil *nowcasting* atau estimasi cepat pertumbuhan ekonomi regional disajikan pada Tabel 12. Apabila dilihat secara parsial, akurasi terendah untuk data in-sample dihasilkan oleh model machine learning, yakni model neural network (NN) dengan

RMSE hanya sebesar 0,9523. Hanya model machine learning XGBoost yang mampu mendekati akurasi model NN. Sedangkan untuk prediksi data *out-sample* periode triwulan I 2021 sampai IV 2022, nilai akurasi terbaik dihasilkan oleh model klasik, yakni regresi kuadratik dengan RMSE sebesar 3,0931 untuk metode prediksi *k-step ahead*, dan model *weighted ensemble* dari keseluruhan model dengan RMSE sebesar 3,0147.

Secara umum, akurasi atau nilai RMSE pada data training atau *in-sample* lebih kecil dibandingkan akurasi pada data testing atau *out-sample*, baik untuk model klasik, machine learning, maupun model *ensemble*. Artinya pada model nowcasting yang dihasilkan belum cukup baik untuk memprediksi data *out-sample* atau ada indikasi adanya *overfitting*. Perbedaan nilai akurasi *in-sample* dan *out-sample* yang paling mencolok dihasilkan oleh model *machine learning*, terutama model neural network dan XGBoost, dimana akurasi untuk *in-sample* sekitar 0,9 tetapi untuk *out-sample* hingga mencapai 4,4 sampai 13,61. Sebaliknya, model klasik menghasilkan nilai akurasi yang cenderung tidak terlalu timpang untuk data *in-sample* dan *out-sample*, yakni sekitar 1,8 sampai 2,3 untuk data *in-sample* dan 2,66 sampai 5,48 untuk data *out-sample*.

Pada penelitian ini, terdapat dua jenis model *ensemble* yang dibentuk, yakni gabungan dari keseluruhan model klasik dan machine learning serta gabungan dari keseluruhan model tapi tanpa melibatkan model neural network karena model ini memiliki nilai akurasi sangat timpang seperti pada penjelasan sebelumnya. Pada kedua jenis model *ensemble* tersebut, masing-masing diterapkan proses *ensemble* dengan bobot yang sama untuk setiap model (*average ensemble*) dan bobot yang berbeda (*weighted ensemble*). Menariknya, model *ensemble* tersebut memiliki performa yang sangat konsisten karena akurasi yang dihasilkan pada data *in-sample* maupun *out-sample* tidak terlalu timpang dengan kisaran 1,43 sampai 1,86 untuk data *in-sample* dan 2,48 sampai 5,89 untuk data *out-sample*.

Jika dilihat lebih detail pada prediksi data *out-sample*, akurasi prediksi dari keseluruhan model memiliki pola yang serupa, yakni cenderung mengalami penurunan (RMSE meningkat) ketika memprediksi pertumbuhan ekonomi dua triwulan kedepan (I-2021 s.d II-2021) dan empat triwulan atau satu tahun kedepan (I-2021 s.d IV-2021) kemudian akurasi kembali meningkat (RMSE menurun) ketika memprediksi pertumbuhan ekonomi untuk jangka panjang atau dua tahun kedepan (I-2021 s.d IV-2022). Pola akurasi yang menurun ketika memprediksi pertumbuhan ekonomi jangka menengah tersebut kemungkinan terjadi karena adanya pola pertumbuhan ekonomi regional yang bergejolak pada triwulan II dan III tahun 2021. Pola ini terlihat untuk hasil prediksi data *out-sample*, baik pada metode prediksi *k-step ahead* dan *one-step ahead*.

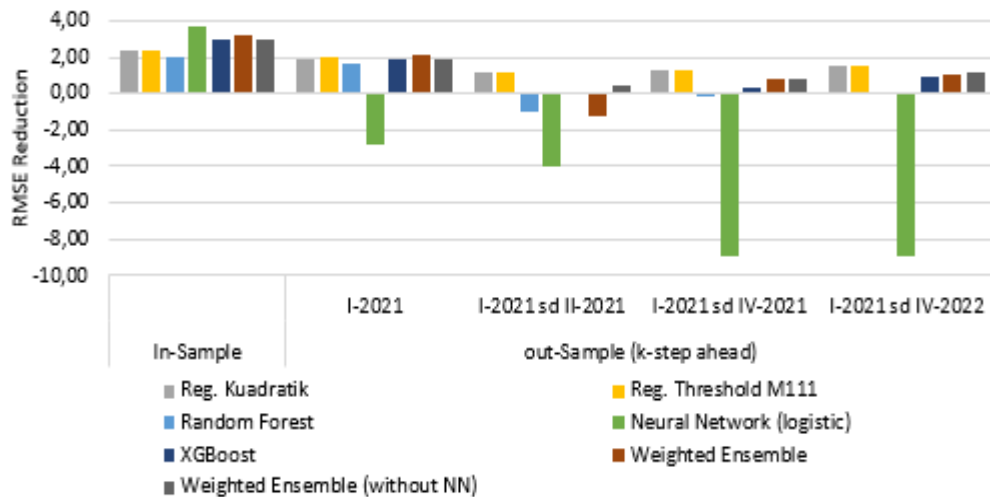
Penggunaan metode prediksi dengan *one-step ahead* untuk data *out-sample* ternyata mampu meningkatkan akurasi dari hampir keseluruhan model. Bahkan pada model *ensemble*, penggunaan metode prediksi *one-step ahead* mampu meningkatkan akurasi model tersebut untuk memprediksi pertumbuhan ekonomi regional. Peningkatan akurasi tidak terjadi hanya pada model regresi kuadratik untuk prediksi pertumbuhan ekonomi triwulan I-2021 s.d IV-2021 dan I-2021 s.d IV-2022, *regresi threshold changepoint* M22 (I-2021 s.d IV-2021 dan I-2021 s.d IV-2022) dan M111 (I-2021 s.d IV-2021) serta model XGBoost (I-2021 s.d II-2021 dan I-2021 s.d IV-2021).

Lalu pertanyaannya, “sampai sejauh mana model yang dihasilkan pada penelitian ini masih bagus digunakan?”. Untuk menjawab pertanyaan ini, selanjutnya akan dilakukan perbandingan performa prediksi dari model pada penelitian ini dengan prediksi dari model *benchmark*, yakni prediksi menggunakan rata-rata dari data *in-sample* (*mean based prediction*). Model *benchmark* ini adalah model paling sederhana yang dapat digunakan sebagai pembanding dari model prediksi dari suatu penelitian (Purwa & Ngwarati, 2022). Model penelitian dianggap sudah tidak baik digunakan untuk prediksi pertumbuhan ekonomi regional jika selisih antara RMSE model *benchmark* dengan model penelitian (*RMSE reduction*) bernilai negatif atau RMSE model *benchmark* < RMSE model penelitian.

Tabel 12: Akurasi Model Nowcasting

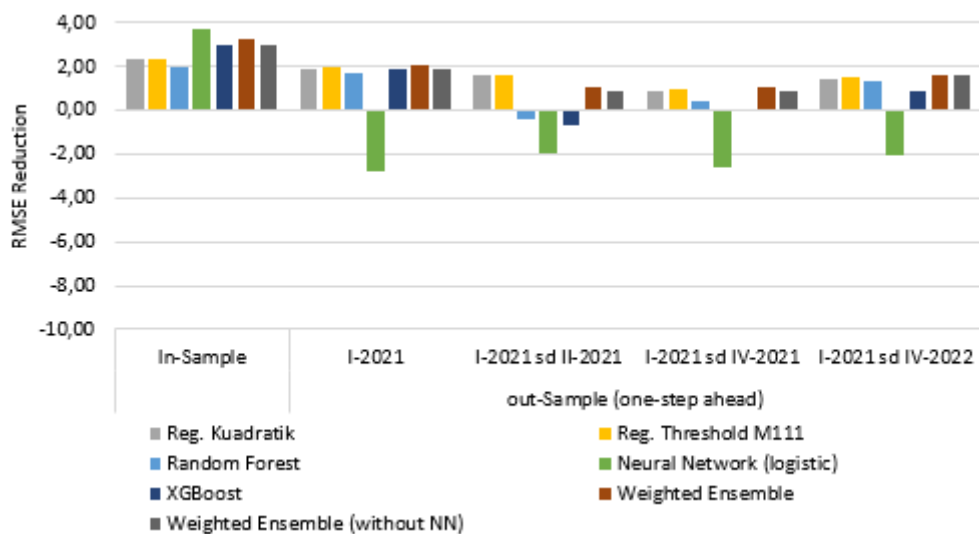
Model	In-Sample		out-Sample (k-step ahead)				out-Sample (one-step ahead)			
	I-2021	I-2021 sd II-2021	I-2021 sd IV-2021	I-2021 sd IV-2021	I-2021 sd IV-2022	I-2021	I-2021 sd II-2021	I-2021 sd IV-2021	I-2021 sd IV-2022	
<b>Individual Model:</b>										
<b>Model Klasik:</b>										
Reg. Kuadratik	2,3331	2,7664	3,4944	3,3487	3,0931**	2,7664	3,0741	3,7415	3,1979	
Reg. Threshold M22	2,3301	2,6955	3,4394	3,3263	3,1051	2,6955	3,0449	3,7003	3,1596	
Reg. Threshold M111	2,3231	2,6694	3,4476	3,3963	3,1772	2,6694	3,0334	3,6956	3,1569	
Reg. Spline (Additive Model)	1,8748	4,1387	5,4842	5,1964	4,6878	4,1387	4,3421	4,3827	3,6667	
<b>Model Machine Learning:</b>										
Decision Tree	2,3937	4,5295	7,1033	6,155	5,2333	4,5295	6,8141	5,4351	4,3444	
Random Forest	2,6839	2,9774	5,6702	4,8734	4,5723	2,9774	5,0758	4,2078	3,3124	
Neural Network (NN)	0,9523*	7,459	8,6516	13,5605	13,6147	7,459	6,6293	7,2892	6,7328	
XGBoost	1,6898	2,7537	4,6156	4,3974	3,7631	2,7537	5,3044	4,6250	3,7467	
Support Vector Regression (SVR)	0,957	2,8929	4,4414	4,2313	4,4175	2,8929	4,3630	3,8726	3,1841	
<b>Ensemble Learning: All Individual Models:</b>										
Average Prediction	1,7015	2,4822	4,4250	4,3582	4,0932	2,4822	3,7651	3,7651	3,0186	
Weighted Average Prediction	1,4279	2,5615	5,8992	3,8889	3,5855	2,5615	3,5736	3,5736	3,0147***	
<b>Ensemble Learning: without NN:</b>										
Average Prediction	1,8610	2,7969	4,4508	3,9726	3,6020	2,7969	4,0428	3,8346	3,1102	
Weighted Average Prediction	1,6660	2,7324	4,1873	3,8093	3,4853	2,7324	3,7352	3,7379	3,0825	

Keterangan: model terbaik untuk prediksi data: in-sample\*, out-sample (k-step ahead)\*\* , dan out-sample (one-step ahead)\*\*\*



**Gambar 12: RMSE Reduction Model Penelitian terhadap Model Benchmark untuk Data In-sample dan Out-Sample (k-step ahead)**

Gambar 12 menyajikan grafik RMSE reduction dari prediksi beberapa model klasik, machine learning, dan ensemble untuk data *in-sample* dan *out-sample* dengan metode k-step ahead. Terlihat bahwa RMSE reduction yang dihasilkan oleh beberapa model untuk data *out-sample* prediksi jangka pendek sampai jangka panjang relatif kurang konsisten. Model neural network memiliki performa yang kontras untuk prediksi data *in-sample* dan *out-sample*. Performanya paling baik untuk prediksi data *in-sample*. Namun sebaliknya, performa yang paling buruk ditunjukkan untuk prediksi data *out-sample*. Untuk prediksi jangka pendek satu triwulan (I-2021), keseluruhan model masih memiliki performa yang bagus dengan RMSE reduction yang masih tinggi. Artinya model penelitian masih sangat relevan digunakan untuk prediksi pertumbuhan ekonomi regional pada jangka pendek. Pada jangka menengah, yakni prediksi dua triwulan kedepan (1-2021 sd 2-2021) dan satu tahun kedepan (1-2021 sd IV-2021), performa model mulai menurun, bahkan model random forest dan weighted ensemble memiliki nilai RMSE reduction negatif. Artinya, kedua model ini tidak cocok digunakan untuk prediksi jangka menengah. Untuk prediksi jangka panjang, yakni dua tahun kedepan (1-2021 sd IV-2022), performa model kembali mengalami peningkatan, terutama untuk model kuadratik, threshold changepoint M111, XGBoost, dan kedua model weighted ensemble. Sedangkan model random forest belum memiliki performa yang cukup baik untuk prediksi jangka panjang.



**Gambar 13: RMSE Reduction Model Penelitian terhadap Model Benchmark untuk Data In-sample dan Out-Sample (one-step ahead)**

Penggunaan metode prediksi data *out-sample one-step ahead* mampu memberikan performa RMSE reduction yang cukup baik dan relatif lebih konsisten dibandingkan dengan metode *k-step ahead* (Gambar 13). Sama dengan hasil sebelumnya, dengan metode prediksi ini, model neural network masih belum mampu memberikan performa yang lebih baik. Selain model neural network, model lainnya yang memiliki nilai RMSE reduction negatif hanya model random forest dan XGBoost untuk prediksi pertumbuhan ekonomi regional pada jangka menengah dua triwulan kedepan (1-2021 sd 2-2021). Secara umum dengan metode prediksi *one-step ahead*, model terbaik untuk prediksi jangka pendek dan jangka panjang adalah *model threshold changepoint M111* dan *weighted ensemble*.

## Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi *threshold* inflasi terhadap pertumbuhan ekonomi regional Indonesia dan Provinsi Jawa Timur, khususnya. Selain itu, penelitian ini mencoba melakukan integrasi antara estimasi *threshold* dengan pemodelan *nowcasting* pertumbuhan ekonomi regional. Beberapa eksplorasi dilakukan dengan menerapkan beberapa spesifikasi, seperti estimasi menurut kelompok wilayah provinsi di Indonesia dengan berbagai metode *clustering*. Hasil empiris menunjukkan bahwa terdapat hubungan non-linier antara inflasi dan pertumbuhan ekonomi dengan bentuk huruf “U” terbalik. Hasil yang juga diperoleh oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Bedanya, pada penelitian ini sudah mencakup kondisi Covid-19 dengan karakteristik pertumbuhan ekonomi yang berkontraksi dan inflasi yang cenderung rendah. Sedangkan penelitian terdahulu mencakup kondisi krisis seperti krisis ekonomi 1998 dengan kondisi inflasi sangat tinggi atau *hyper inflation*. Estimasi dengan cakupan periode yang berbeda, yakni sebelum pandemi Covid-19 dan keseluruhan data, menghasilkan pola nilai *threshold* yang berbeda. Pada level nasional, dihasilkan rentang nilai *threshold* inflasi sekitar 1,64 sampai 6,66 persen. Sedangkan untuk Provinsi Jawa Timur, rentang *threshold* inflasi adalah 2,04 sampai 5,44 persen. Kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa inflasi dibawah batas bawah atau inflasi melebihi batas atas rentang tersebut akan bersifat kontraproduktif terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia. Spesifikasi estimasi *threshold* dengan tambahan variabel kontrol mampu menambah ketepatan model yang terlihat dari penurunan nilai RMSE. Selain itu pola *threshold* yang dihasilkan pada level nasional juga serupa dengan hasil eksplorasi sebelumnya, yakni *double threshold* dengan rentang serupa pula, yakni 1,65 dan 6,15 persen. Sedangkan untuk level Provinsi Jawa Timur, sedikit berbeda karena pola yang terlihat adalah *single threshold* dengan batas atas lebih tinggi dari hasil sebelumnya, yakni 6,76 persen.

Hasil evaluasi inflasi Jawa Timur beserta delapan kota menunjukkan bahwa target inflasi yang telah ditetapkan Bank Indonesia dalam kerangka ITF jika dibandingkan dengan inflasi aktual yang terjadi di Jawa Timur dan delapan kota memiliki deviasi yang relatif lebih tinggi jika dibandingkan deviasi inflasi aktual dengan nilai *threshold* yang didapat dari estimasi model pada penelitian ini baik untuk Jawa Timur maupun delapan kota. Mengingat secara empiris laju inflasi dalam rentang *threshold* tidak memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi, maka dapat diwacanakan untuk menetapkan target inflasi yang lebih fleksibel dalam tataran perekonomian regional.

Hasil *nowcasting* pertumbuhan ekonomi regional menunjukkan hasil yang tidak kalah menarik, dimana masalah *overfitting* muncul baik pada model klasik dan *machine learning*, terutama pada model neural network dan XGBoost. Secara umum model klasik lebih cenderung menghasilkan akurasi yang stabil untuk prediksi baik jangka pendek, menengah, maupun jangka panjang. Artinya, integrasi model klasik pada proses estimasi *threshold* inflasi untuk keperluan *nowcasting* memiliki performa prediksi yang tidak kalah dibandingkan dengan metode *machine learning*. Pada keseluruhan model, pola akurasi cenderung menurun untuk prediksi jangka menengah, yakni dua triwulan sampai satu tahun kedepan kemudian mengalami peningkatan performa untuk prediksi jangka panjang, dua tahun kedepan. Penggunaan metode prediksi *one-step ahead* mampu meningkatkan performa

hampir pada keseluruhan model dibandingkan metode k-step ahead. Peningkatan performa juga diperlihatkan oleh kedua model *ensemble*, dengan *weighted ensemble* lebih dominan. Evaluasi performa prediksi model *nowcasting* terhadap model *benchmark* menunjukkan bahwa untuk metode prediksi k-step ahead, beberapa model masih sangat relevan untuk digunakan dalam prediksi jangka pendek. Untuk jangka panjang, model kuadratik, *threshold changepoint* M111, XGBoost, dan *weighted ensemble* memiliki performa yang masih relatif baik. Untuk metode prediksi one-step ahead, beberapa model mampu memberikan performa yang lebih konsisten dibandingkan metode k-step ahead dengan model terbaik adalah model *threshold changepoint* M111 dan *weighted ensemble*.

Untuk penelitian selanjutnya, periode data sebaiknya tidak hanya mencakup pandemi Covid-19, tetapi juga mencakup kondisi krisis moneter 1998 sehingga diperoleh estimasi *threshold* yang lebih representatif dengan mencakup kondisi normal, krisis moneter dengan karakteristik inflasi tinggi dan pertumbuhan ekonomi rendah, serta kondisi pandemi dengan karakteristik inflasi dan pertumbuhan ekonomi rendah. Selain itu, perlu juga mempertimbangkan hubungan spasial inflasi dan pertumbuhan ekonomi antar wilayah atau provinsi dalam model *threshold*.

### Daftar Pustaka

- Atmanegara, E., & Purwa, T. (2021). Hybrid Support Vector Machine and Logistic Regression for Multiclass Classification: A Case Study on Wine Dataset. *Indonesian Journal of Data Science*, 1(1), 1–7. [https://www.researchgate.net/profile/Taly-Purwa/publication/353211298\\_Hybrid\\_Support\\_Vector\\_Machine\\_and\\_Logistic\\_Regression\\_for\\_Multiclass\\_Classification\\_A\\_Case\\_Study\\_on\\_Wine\\_Dataset/links/60ed4b980859317dbddb71c1/Hybrid-Support-Vector-Machine-and-Logisti](https://www.researchgate.net/profile/Taly-Purwa/publication/353211298_Hybrid_Support_Vector_Machine_and_Logistic_Regression_for_Multiclass_Classification_A_Case_Study_on_Wine_Dataset/links/60ed4b980859317dbddb71c1/Hybrid-Support-Vector-Machine-and-Logisti)
- Aydin, C. (2017). The Inflation-Growth Nexus: A Dynamic Panel Threshold Analysis For D-8 Countries. *Romanian Journal of Economic Forecastin*, XX(4), 134–151.
- Bank Indonesia (BI). (2021). *PERKEMBANGAN EKONOMI KEUANGAN DAN KERJA SAMA INTERNASIONAL (PEKKI) EDISI 2021*. Departemen Internasional Bank Indonesia. <https://www.bi.go.id/id/publikasi/laporan/Documents/PEKKI-2021.pdf>
- Bappenas. (2019). *Ringkasan Eksekutif: Kebijakan Pembangunan Berketahanan Iklim 2020-2045*. Bappenas.
- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45, 5–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Bündnis Entwicklung Hilft, & Ruhr University Bochum. (2022). *World Risk Report 2022, Focus: Digitalization* (P. Mucke (ed.)). Bündnis Entwicklung Hilft. <https://www.preventionweb.net/publication/worldriskreport-2022-focus-digitalization>
- Chapelle, O., Vapnik, V., Bousquet, O., & Mukherjee, S. (2002). Choosing Multiple Parameters for Support Vector Machines. *Machine Learning*, 46, 131–159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1012450327387>
- Chen, T., & He, T. (2023). *xgboost : eXtreme Gradient Boosting*. 1–4.
- Chowdhury, A., & Ham, R. (2009). Inflation targeting in Indonesia: Searching for a threshold. *Singapore Economic Review*, 54(4), 645–655. <https://doi.org/10.1142/S021759080900346X>
- Chowdhury, A., & Siregar, H. (2004). Indonesia's Monetary Policy Dilemma – Constraints Of Inflation Targeting. *The Journal of Developing Areas*, 37(2), 137–153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1353/jda.2004.0023>
- Chu, J. F., Sek, S. K., & Ismail, M. T. (2019). Threshold effects of inflation on economic growth: Evidence from a static threshold analysis for 18 developed economies. *AIP Conference Proceedings*, 2184(December). <https://doi.org/10.1063/1.5136389>
- DJPB Kemenkeu. (2023). *Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Maluku Utara Melesat Tajam Ditengah Terjaganya Inflasi Menimbulkan Optimisme Pasar Yang Meningkatkan*. <https://djp.kemenkeu.go.id/kanwil/malut/id/data-publikasi/berita-terbaru/3115-diseminasi->

monfis-malut-tw-1.html

- Farahani, M. H., Najar, S., & Mohammadpour, R. (2021). The Effect of Inflation Threshold on Financial Development and Economic Growth : A Case Study of D-8 Countries. *Iranian Economic Review*, 25(3), 465–475. <https://doi.org/10.22059/ier.2020.76090>
- Fischer, S. (1993). *Inflation and Growth* (Working Paper No. 1235).
- Fong, Y. (2020). *Using the R package chngpt*. <https://cran.r-project.org/web/packages/chngpt/vignettes/chngpt-vignette.pdf>
- Friedman, J. H. (2001). Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine. *Annals of Statistics*, 1189–1232.
- Hansen, B. E. (1997). Inference in TAR Models. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 2(1), 0–14.
- Hansen, B. E. (2000). Sample Splitting and Threshold Estimation. *Econometrica*, 68(3), 575–603.
- Harezlak, J., Ruppert, D., & Wand, M. P. (2018). *Semiparametric Regression with R*. Springer Nature. <https://doi.org/doi.org/10.1007/978-1-4939-8853-2>
- Hsu, C.-W., Chang, C.-C., & Lin, C.-J. (2016). *A Practical Guide to Support Vector Classification*. <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin>
- Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice* (2nd editio). OTexts. OTexts.com/fpp2
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice* (3rd Editio). OTexts. OTexts.com/fpp3
- International Monetary Fund (IMF). (2022). *Regional Economic Outlook: Asia and the Pacific October 2022*. International Monetary Fund (IMF). <https://www.imf.org/en/Publications/REO/APAC/Issues/2022/10/13/regional-economic-outlook-for-asia-and-pacific-october-2022>
- Khan, M. S., & Senhadji, A. S. (2001). Threshold effects in the relationship between inflation and growth. *IMF Staff Papers*, 48(1), 1–21. <https://doi.org/10.5089/9781451853339.001>
- Khun, M., & Johnson, K. (2018). *Applied Predictive Modeling (Second Edition)*. Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6849-3>
- Kohns, D., & Bhattacharjee, A. (2022). Nowcasting growth using Google Trends data: A Bayesian Structural Time Series model. *International Journal of Forecasting*, 538. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2022.05.002>
- Kusumatriana, A. L., Sugema, I., & Pasaribu, S. H. (2019). Efek Threshold Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Regional Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 27(1), 43–52. <https://doi.org/10.14203/jep.27.1.2019.43-52>
- Kusumatriana, A. L., Sugema, I., & Pasaribu, S. H. (2022). Threshold Effect in the Relationship between Inflation Rate and Economic Growth in Indonesia. *Buletin Ekonomi Moneter Dan Perbankan*, 25(2), 117–132. <https://doi.org/10.21098/bemp.v25i1.1045>
- Larasati, D. N., Widowati, N., & Projo, K. (2023). Nowcasting the Transportation and Accommodation Sectors Growth using the Google Trends Index. *EKSAKTA Journal of Sciences and Data Analysis*, 4(1), 29–39. <https://doi.org/10.20885/EKSAKTA.vol>
- Leonard, K. P. J. R. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis* (1st Editio). A Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Lewis, N. D. (2016). *Deep Learning Made Easy with R*.
- Liu, A., Kim, Y. R., & Song, H. (2022). Toward an accurate assessment of tourism economic impact: A systematic literature review. *Annals of Tourism Research Empirical Insights*, 3(2), 100054. <https://doi.org/10.1016/j.annale.2022.100054>
- Ma'arif, S. (2019). *Nowcasting Pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto Indonesia Menggunakan Dynmanic Factor Model* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)]. [https://repository.its.ac.id/61246/1/06211750017005-Master\\_Thesis.pdf](https://repository.its.ac.id/61246/1/06211750017005-Master_Thesis.pdf)
- Manurung, M. S., & Yuniasih, A. F. (2022). Estimation of Inflation Threshold of Indonesia and Its Effect on Economic Growth Periode 1981-2019. *Proceedings of The International*

- Conference on Data Science and Official Statistics*, 1, 683–690. <https://doi.org/10.34123/icdsos.v2021i1.230>
- Mardiana, R. K., & Ismail, M. (2016). Analisis Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Perbedaan Inflasi Aktual dan Inflasi Target Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB Universitas Brawijaya*, 4(2), 1–15. <https://jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/view/2587>
- Murjani, A. (2019). Inflation and Growth in Indonesia: The Nexus and Threshold. *Journal of Applied Economic Sciences*, 14(163), 241–251. [https://doi.org/https://doi.org/10.14505/jaes.v14.1\(63\).22](https://doi.org/https://doi.org/10.14505/jaes.v14.1(63).22)
- Namoun, A., Alshantqi, E., Chamudi, M. A., & Rahmon. (2020). Web design scraping: enabling factors, opportunities and research directions. *2020 12th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, 104–109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ICITEE49829.2020.9271770>
- Neter, J. ., Wasserman, W. ., & Kutner, M. H. . (1989). *Applied Linear Regression Models* (2nd Editio). Richard D. Irwin, Inc.
- Plapinger, T. (2017). *What is a Decision Tree?* Towards Data Science. <https://towardsdatascience.com/what-is-a-decision-tree-22975f00f3e1>
- Purwa, T. (2019). Perbandingan Metode Regresi Logistik dan Random Forest untuk Klasifikasi Data Imbalanced (Studi Kasus: Klasifikasi Rumah Tangga Miskin di Kabupaten Karangasem, Bali Tahun 2017). *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 16(1), 58. <https://doi.org/10.20956/jmsk.v16i1.6494>
- Purwa, T., & Ngwarati, B. (2022). Assessing Forecasting Performance of Daily Mean Temperature at 1 st and 2 nd Perak Station Surabaya Using ARIMA and VARIMA Model with Outlier Detection. *Jambura J. Math.*, 4(1), 104–118.
- Ringo, J. N. B. S., & Monika, A. K. (2022). Nowcasting Regional Economic Growth in Indonesia. *Buletin Ekonomi Moneter Dan Perbankan*, 25(3), 291–322. <https://doi.org/10.21098/bemp.v25i3.1815>
- Rob J. Hyndman, & Yeasmin Khandakar. (2008). Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R. *Journal of Statistical Software*, 27(3), 22. <http://www.jstatsoft.org/%0Ahttp://www.jstatsoft.org/v27/i03/paper>
- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53–65.
- Sardá-Espinosa, A. (2019). Time-series clustering in R Using the dtwclust package. *R Journal*, 11(1), 1–45. <https://doi.org/10.32614/rj-2019-023>
- Seabold, S., & Coppola, A. (2015). Nowcasting Prices Using Google Trends: An Application to Central America. *Policy Research Working Paper*, 7398. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/22655>
- Siagian, T. H., Purhadi, P., Suhartono, S., & Ritonga, H. (2014). Social vulnerability to natural hazards in Indonesia: Driving factors and policy implications. *Nat. Hazards*, 70(2), 1603–1617.
- Sihombing. (2022). *Kenaikan Harga BBM Jahat atau Sepakat?* [www.djkn.kemenkeu.go.id/kpknl-sidempuan/baca-artikel/15373/Kenaikan-Harga-BBM-Jahat-atau-Sepakat.html](http://www.djkn.kemenkeu.go.id/kpknl-sidempuan/baca-artikel/15373/Kenaikan-Harga-BBM-Jahat-atau-Sepakat.html)
- Thanh, S. D. (2015). Threshold effects of inflation on growth in the ASEAN-5 countries: A Panel Smooth Transition Regression approach. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 20(38), 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.jefas.2015.01.003>
- Vapnik, V. N. (1998). *Statistical Learning Theory*. John Wiley and Sons.
- Widaryoko, N. (2013). *Inflasi dan Pertumbuhan Ekonomi: Pendugaan Ambang Batas Inflasi di Indonesia* [Institut Pertanian Bogor]. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/66584>
- Winarno, T. (2014). *The Dynamics Relationship between Inflation and Economic Growth in Indonesia: a Regional Thresholds Approach*. (BNM Economics Research Workshop). [https://www.bnm.gov.my/documents/20124/811500/Paper3The\\_Dynamic\\_](https://www.bnm.gov.my/documents/20124/811500/Paper3The_Dynamic_)

Relationship\_between\_Inflation\_andEconomic\_Growth\_in\_Indonesia.pdf

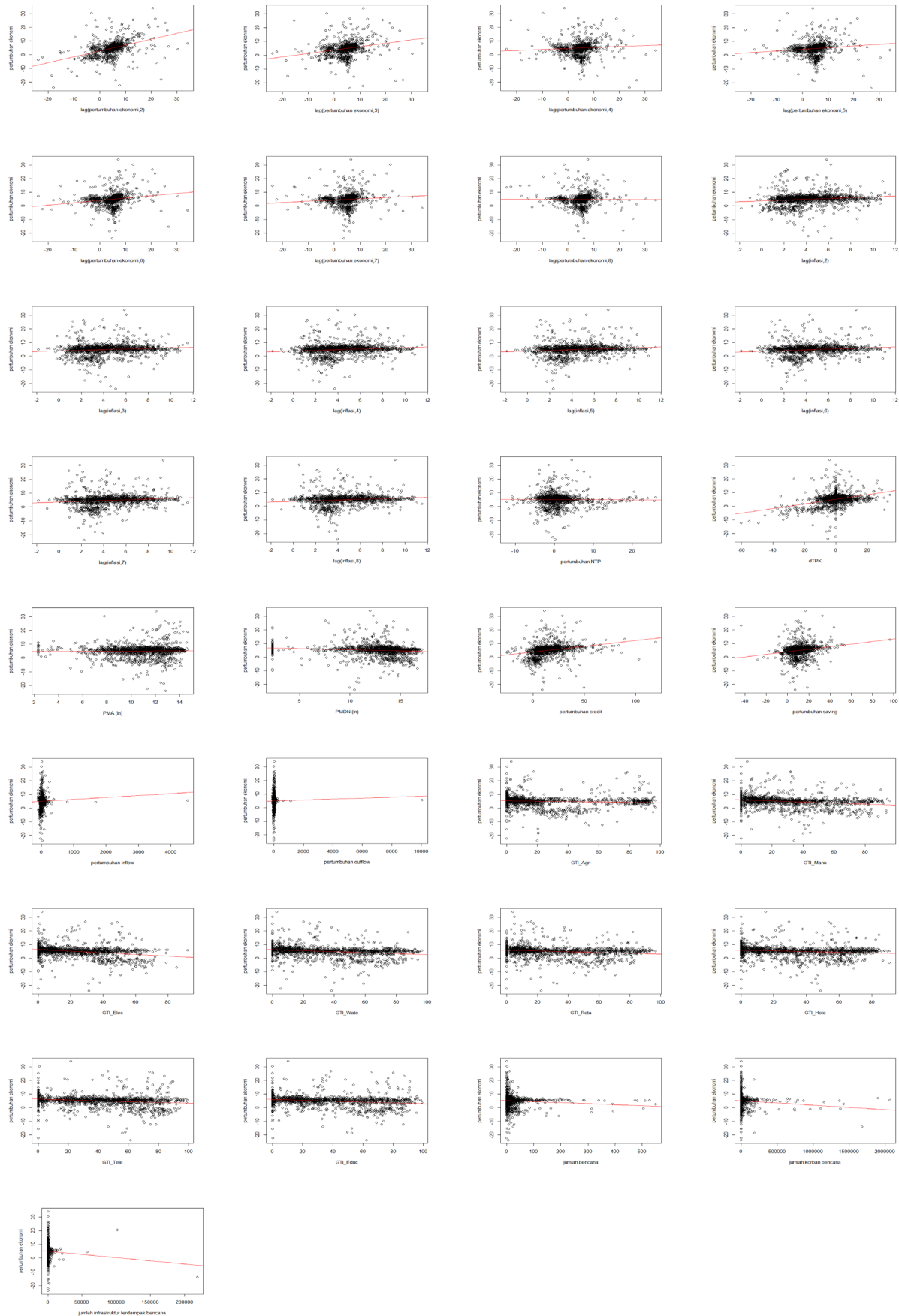
Winterfeldt, V., & Edwards, W. (1986). Decision trees. *Decision Analysis and Behavioral Research*, 63–89. ISBN 0-521-27304-8

Woloszko, N. (2020). *Tracking Activity in Real Time With Google Trends* (1634). [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/tracking-activity-in-real-time-with-google-trends\\_6b9c7518-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/tracking-activity-in-real-time-with-google-trends_6b9c7518-en)

Zulkarnain, R. (2022). Flash Estimates of Household Final Consumption Expenditure in East Java. *East Java Economic Journal*, 6(1), 60–85. <https://doi.org/10.53572/ejavec.v6i1.84>

## Lampiran

### Lampiran 1: Plot setiap Variabel Prediktor dengan Variabel Respon



## Lampiran 2: Nilai Variance Inflation Factor (VIF) Variabel Penelitian setelah *Feature Selection*

Variabel	VIF	Variabel	VIF	Variabel	VIF
inf	5,08	GTI_Wate	8,81	lag5.growth	3,35
gr.ntp	1,33	GTI_Reta	6,75	lag6.growth	3,51
d.tpk	1,55	GTI_Hote	7,67	lag7.growth	3,96
In.pma	1,53	GTI_Tele	6,14	lag8.growth	2,54
In.pmdn	1,71	GTI_Educ	5,87	lag1.inf	8,66
gr.cred	1,41	benc	1,31	lag2.inf	8,61
gr.save	1,16	korban	1,28	lag3.inf	8,69
gr.inflow	4,85	Infra	1,17	lag4.inf	7,63
gr.outflow	4,78	lag1.growth	2,46	lag5.inf	7,91
GTI_Agri	5,71	lag2.growth	3,55	lag6.inf	7,81
GTI_Manu	3,82	lag3.growth	3,56	lag7.inf	7,63
GTI_Elec	4,27	lag4.growth	3,49	lag8.inf	4,50

## Lampiran 3: Keanggotaan Provinsi pada Setiap Kelompok menurut Hasil Proses *Clustering*

Kode*	Nama Provinsi	DTW	Justifikasi Penulis	Wil. Barat-Timur	Kode*	Nama Provinsi	DTW	Justifikasi Penulis	Wil. Barat-Timur
11	Aceh	2	1	1	52	Nusa Tenggara Barat	2	2	2
12	Sumatera Utara	1	1	1	53	Nusa Tenggara Timur	1	1	2
13	Sumatera Barat	1	1	1	61	Kalimantan Barat	1	1	2
14	Riau	1	1	1	62	Kalimantan Tengah	1	1	2
15	Jambi	2	1	1	63	Kalimantan Selatan	1	1	2
16	Sumatera Selatan	1	1	1	64	Kalimantan Timur	2	1	2
17	Bengkulu	1	1	1	65	Kalimantan Utara	2	1	2
18	Lampung	1	1	1	71	Sulawesi Utara	1	1	2
19	Kep. Bangka Belitung	1	1	1	72	Sulawesi Tengah	2	2	2
21	Kep. Riau	1	1	1	73	Sulawesi Selatan	1	1	2
31	Dki Jakarta	1	1	1	74	Sulawesi Tenggara	2	1	2
32	Jawa Barat	1	1	1	75	Gorontalo	2	1	2
33	Jawa Tengah	1	1	1	76	Sulawesi Barat	2	1	2
34	Di Yogyakarta	1	1	1	81	Maluku	2	1	2
35	Jawa Timur	1	1	1	82	Maluku Utara	2	2	2
36	Banten	1	1	1	91	Papua Barat	2	1	2
51	Bali	1	1	1	94	Papua	1	2	2

\*) Keterangan: kode provinsi bersumber dari: <https://sig.bps.go.id/bridging-kode/index>

#### Lampiran 4: Hasil Uji Beda Dua Ragam Kelompok menurut Jenis Metode *Clustering*

Metode Clustering	Ratio of Variances	F-stat	P-value
DTW	0,5728	0,5728	3,90e-15*
Justifikasi Penulis	0,1391	0,1391	< 2,2e-16*
Wilayah Barat-Timur	0,2944	0,2943	< 2,2e-16*

Keterangan: \*) signifikan pada , artinya ragam kedua kelompok berbeda signifikan secara statistik.