TUGAS AKHIR - KM184801

IDENTIFIKASI TINGKAT INFLASI NASIONAL BERDASARKAN COST PUSH INFLATION MENGGUNAKAN METODE PEMROGRAMAN DINAMIS

KIRANA DAMAYANTI PUTRI HAPSARI
NRP. 06111640000014

Dosen Pembimbing
Drs. Suhud Wahyudi, M.Si
Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si

Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR- KM184801

IDENTIFIKASI TINGKAT INFLASI NASIONAL BERDASARKAN COST PUSH INFLATION MENGGUNAKAN METODE PEMROGRAMAN DINAMIS

KIRANA DAMAYANTI PUTRI HAPSARI
NRP O6111640000014

Dosen Pembimbing:
Drs. Suhud Wahyudi, M.Si
Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si

DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT - KM184801

NATIONAL INFLATION RATE IDENTIFICATION BASED ON COST PUSH INFLATION USING THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD

KIRANA DAMAYANTI PUTRI HAPSARI
NRP O6111640000014

Supervisors:
Drs. Suhud Wahyudi, M.Si
Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si

MATHEMATICS DEPARTMENT
Faculty of Sains and Data Analytic
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI TINGKAT INFLASI NASIONAL BERDASARKAN *COST PUSH INFLATION* MENGGUNAKAN METODE PEMROGRAMAN DINAMIS

NATIONAL INFLATION RATE IDENTIFICATION BASED ON COST PUSH INFLATION USING THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika
Pada bidang studi Matematika Terapan
Program Studi S1 Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:
KIRANA DAMAYANTI PUTRI HAPSARI
NRP. 06111640000014

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II,	Dosen Pembimbing I,
Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si	Drs. Suhud Wahyudi, M.Si
NIP. 19600527 198701 1 001	NIP. 19600109 198701 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Matematika ITS

Subchan, Ph.D
NIP. 19710513 199702 1 001

IDENTIFIKASI TINGKAT INFLASI NASIONAL BERDASARKAN *COST PUSH INFLATION* MENGGUNAKAN METODE PEMROGRAMAN DINAMIS

Nama : Kirana Damayanti Putri Hapsari
NRP : 06111640000014
Jurusan : Matematika
Pembimbing : 1. Drs. Suhud Wahyudi, M.Si
2. Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si

ABSTRAK

Inflasi adalah kenaikan harga barang dan jasa secara terus menerus dan dalam waktu tertentu. Pengendalian dan perencanaan tingkat inflasi merupakan bentuk strategi ekonomi untuk mempertimbangkan suatu kebijakan moneter. Identifikasi optimasi tingkat inflasi diterapkan dengan menggunakan metode Pemrograman Dinamis, suatu teknik matematis yang biasanya digunakan untuk membuat suatu keputusan yang saling berkaitan dengan mempertimbangkan pendekatan umum dan memperhatikan variabel independen, yaitu *output gap*, diskon faktor, dan nilai periode dalam *loss function* dengan mempertimbangkan nilai tukar uang (kurs) dan rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah, dan bawang merah) pada tahun 2019. Penerapan metode Pemrograman Dinamis menunjukkan bahwa secara keseluruhan diperoleh identifikasi nilai yang lebih optimal (nilai inflasi hasil identifikasi lebih rendah dari pada nilai inflasi aktualnya), kecuali bulan Maret dan Desember 2019. Pada bulan Maret 2019, nilai inflasi aktual 2,48% dan nilai inflasi hasil identifikasi 2,52%. Sedangkan bulan Desember 2019, nilai inflasi aktual 2,72% dan nilai inflasi hasil identifikasi 2,74%. Hal ini masih dianggap wajar karena hasil identifikasi masih pada rentang target inflasi Bank Indonesia pada tahun 2019, yaitu 3,5±1%.

Kata kunci*: Inflasi, Identifikasi, Pemrograman Dinamis*

NATIONAL INFLATION RATE IDENTIFICATION BASED ON COST PUSH INFLATION USING THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD

Name : Kirana Damayanti Putri Hapsari
NRP : 06111640000014
Department : Mathematics
Supervisor : 1. Drs. Suhud Wahyudi, M.Si
2. Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si

ABSTRACT

Inflation is an increase in the price of goods and services continuously and at a certain time. Inflation control and planning is implemented as a form of an economic strategy to consider monetary policy. The identification of inflation rate optimization is applied using Dynamic Programming method, a mathematical technique that is usually used to make interrelated decision by considering a general approach and paying attention to independent variables, such as the output gap, the discount factor, and the period value in the loss function considering the exchange rate and the average national price of food commodities (rice, chillies, and shallots) in 2019. The application of the Dynamic Programming method shows that overall the more optimal value identification is obtained (the optimal value is lower than the actual value), except in March and Desember 2019. In March 2019, the actual inflation rate was 2.48% and the identified inflation rate was 2.52%. Meanwhile, in December 2019, the actual inflation rate was 2.72% and the identified inflation rate was 2.74%. This is considered reasonable because the optimization results are still within the range of the Bank Indonesia inflation target for 2019, 3.5±1%.

Keywords: *Inflation, Identification, Dynamic Programming*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur bagi Allah yang telah memberikan limpahan rahmat, petunjuk serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"Identifikasi Tingkat Inflasi Nasional Berdasarkan *Cost Push Inflation* Menggunakan Metode Pemrograman Dinamis"** sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak. Suatu kebahagiaan dan kewajiban bagi penulis untuk menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung atas terselesainya Tugas Akhir:

1. Orang tua penulis, Hery Supriyatmoko dan Sunarti, adik penulis, Rifqy Iqbal Wibisana serta keluarga besar penulis atas inspirasi, dukungan dan semangat yang telah diberikan.
2. Bapak Subchan, Ph.D selaku Kepala Departemen Matematika FSAD ITS yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan hingga Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Dwi Ratna Sulistyaningrum, S.Si, M.T selaku Sekdep Bidang Akademik S1 Departemen Matematika FSAD ITS yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan kebutuhan administrasi selama periode pengambilan Tugas Akhir.
4. Bapak Drs. Suhud Wahyudi, M.Si dan Bapak Drs. Sentot Didik Surjanto, M.Si selaku dosen pembimbing I dan II, atas bimbingan, saran, kritik, arahan, dan motivasi kepada penulis

dalam mengerjakan Tugas Akhir ini hingga dapat selesai dengan baik.

5. Bapak Drs. Daryono Budi Utomo, M.Si, Ibu Alvida Mustika Rukmi, S.Si, M.Si, dan Ibu Dr. Tahiyatul Asfihani, S.Si, M.Si selaku dosen penguji atas saran dan masukkan yang diberikan.
6. Ibu Endah Rokhmati Medika Putri, Ph.D selaku Kalab. Riset Operasi dan Pengolahan Data atas semua saran dan nasihat yang diberikan.
7. Ibu Dra. Farida Agustini Widjajati, M.S. dan Bapak Dr. Didik Khusnul Arif, S.Si, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan arahan selama kegiatan perkuliahan.
8. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta para staff Departemen Matematika FSAD ITS atas ilmu dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
9. Keluarga besar Divisi Advisory Ekonomi dan Keuangan Kantor Perwakilan Bank Indonesia Provinsi Jawa Barat yang memberikan wawasan, bimbingan, dan pengalaman kepada penulis selama melaksanakan Kerja Praktik.
10. Mba Yurizki Wida Hapsari dan Mba Purwaningrum yang memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
11. Teman-teman HEHEHE, Fatimah Azzahra A., Jinandya Mentari N., Vivien Maulidya, Mashlahatul Ummah, Hasna Khalishfi Y., Annisa Rahmienda M., Nadhira Azane P., Kirana Putri S.C., Erlin Dhebora, dan Aufa Anastasia yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa kepada penulis.
12. Mas Venansius Ryan T. yang selalu siap membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir. Mba Nadiya Marizka dan Mba Riska Fuadi yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

13. Teman-teman Matematika ITS 2016 “LEMNISCATE” yang telah menemani dan memberi semangat penulis selama perkuliahan di ITS.
14. Teman-teman UKM IBC Kabinet Manuver terutama Fauzanul Abidin, Amri Ilham A., Septian Hidayat, Erdianto T.P., Chindya Gadis yang telah saling menyemangati satu sama lain dan mengerjakan Tugas Akhir bersama walaupun berbeda departemen.
15. Teman-teman Management Education Movement BSO IECC BEM ITS Kolaborapi 2019, Ilham Hadi P., Alreza Rizky F., Ilham Kharisma P., dan Dewi Septina yang telah memberikan pengalaman baru kepada penulis.
16. Versaputra dan Aurel Pricilia yang telah memberikan banyak cerita, canda tawa dan pengalaman tak terlupakan selama perkuliahan.
17. Teman-teman SMA Negeri 1 Geger terutama IKASMAGER Surabaya '16, Rosa Audia Lillah, Yusuf Abdul A., dan Aprilia Durothun N. atas canda tawa, suka duka, motivasi, dan dukungan kepada penulis semenjak SMA hingga saat ini.
18. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, atas saran, dukungan dan motivasi dalam menyelesaiakan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih atas doa dan semangat yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhirnya penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Wassalamu’alaikum Wr. Wb.

Surabaya, 17 Agustus 2020

Kirana Damayanti P.H.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN iii
ABSTRAK vii
ABSTRACT ix
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xv
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xix
DAFTAR SIMBOL xxi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan 5
1.5 Manfaat 5
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Penelitian Terdahulu 7
2.2 Inflasi 9
2.2.1 *Cost Push Inflation* 11
2.2.2 *Demand Pull Inflation* 12
2.2.3 *Mixed Inflation* 12
2.3 Nilai Tukar Rupiah (Kurs) 13
2.4 Komoditas Pangan 14
2.5 Tingkat Suku Bunga 15
2.6 Faktor Diskon 16
2.7 *Output Gap* 16
2.8 Pemrograman Dinamis 18
2.9 *Inflation Loss Function* 23

BAB III METODE PENELITIAN 25
3.1 Variabel Penelitian.....25
3.2 Tahapan Penelitian.....25
3.3 Diagram Alir Penelitian 28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 29
4.1 Penentuan dan Pengumpulan Data Penelitian.....29
4.2 Proses Pengolahan Data Penelitian.....29
4.2.1 Perhitungan Faktor Diskon 30
4.2.2 Perhitungan Nilai Periode Dalam *Loss Function* 32
4.2.3 Perhitungan Nilai Ekspektasi Pada Variabel..... 37
4.3 Pemecahan Masalah dengan Menggunakan Metode Pemrograman Dinamis 47
BAB V PENUTUP 61
5.1 Kesimpulan 61
5.2 Saran 62
DAFTAR PUSTAKA.....63
LAMPIRAN 67
BIODATA PENULIS.....79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tingkat Inflasi Nasional Indonesia Tahun 2017-2019 Berdasarkan Data Bank Indonesia 11
Gambar 2.2 Perkembangan Kurs Tengah Beberapa Mata Uang Utama Terhadap Rupiah di Bank Indonesia 14
Gambar 2.3 *Output Gap* Tahun 2011-2019 18
Gambar 2.4 Dari Depan ke Belakang (*Forward Recursive*)..... 21
Gambar 2.5 Dari Belakang ke Depan (*Backward Recursive*).... 22
Gambar 2.6 Struktur Dasar Bentuk Pemrograman Dinamis Deterministik 22

Gambar 3.1 Pemecahan Masalah Metode Pemrograman Dinamis 27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian 28

Gambar 4.1 Grafik Perhitungan Nilai Inflasi Aktual dan Nilai Inflasi Hasil Optimasi Tahun 2019 59

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tingkat Suku Bunga Periodik Bank Indonesia.....30
Tabel 4. 2 Rata-Rata Diskon Faktor Setiap Bulan Tahun 2019..32
Tabel 4. 3 Nilai Aktual Tingkat Inflasi Nasional Tahun 2019 ...33
Tabel 4. 4 Perhitungan Nilai Periode Dalam *Loss Function* Inflasi Tahun 2019.....37
Tabel 4. 5 Nilai Tukar Uang (Kurs) Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat Tahun 2019 38
Tabel 4. 6 Rata-Rata Harga Eceran Nasional Beras, Cabai Merah, dan Bawang Merah Tahun 2019.....39
Tabel 4. 7 Nilai Perhitungan Ekspektasi Pada Variabel Pengaruh Inflasi Tahun 2019.....47
Tabel 4. 8 Rekapitulasi IdentifikasiTingkat Inflasi Nasional Tahun 2019 Menggunakan Metode Pemrograman Dinamis 57
Tabel 4. 9 Perbandingan Perhitungan Nilai Inflasi Aktual dan Nilai Inflasi Hasil Identifikasi Tahun 2019.....59

DAFTAR SIMBOL

n : tahap
I_n : tingkat inflasi nasional pada tahap n
R_n : nilai tukar uang rupiah terhadap dollar pada tahap n
A_n : rata-rata harga eceran nasional beras pada tahap n
C_n : rata-rata harga eceran nasional cabai merah pada tahap n
B_n : rata-rata harga eceran nasional bawang merah pada tahap n
T_n : nilai inflasi aktual pada tahap n
T^* : target inflasi nasional
NE_n : nilai perhitungan ekspektasi yang bergantung dalam informasi yang tersedia pada tahap n
NE_{R_n} : nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs) pada tahap n
NE_{Q_n} : nilai penjimlahan perhitungan ekspektasi harga beras, harga cabai merah, dan harga bawang merah pada tahap n
L_n : rata-rata nilai periode dalam *loss function* pada tahap n
GAP : nilai *output gap*
DF_n : rata-rata nilai diskon faktor pada tahap n
f_{n-1}^* : nilai minimum pada tahap sebelumnya $(n-1)$
$f_n(I_n)$: nilai minimum optimasi tingkat inflasi pada tahap n

BAB I
PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas latar belakang penulisan Tugas Akhir. Di dalamnya mencakup identifikasi rumusan permasalahan, diberikan batasan-batasan pembahasan, tujuan, dan manfaat pada Tugas Akhir ini.

1.1 Latar Belakang

Stabilitas ekonomi merupakan salah satu indikator sebuah negara dalam sistem perekonomian. Perkembangan ekonomi dan keuangan dunia sangat tidak menentu dan menimbulkan ancaman terhadap perekonomian di berbagai negara. Sebagai negara dengan perekonomian terbuka, ketidakpastian global memberikan tantangan bagi pengelola ekonomi di sektor eksternal, baik dari jalur perdagangan maupun jalur finansial [1]. Untuk mewujudkan stabilitas ekonomi diperlukan adanya keadaan perekonomian yang dapat mendorong kegiatan-kegiatan ekonomi menjadi lebih produktif. Tujuan dari perekonomian suatu negara adalah untuk meningkatkan kemakmuran penduduknya. Semakin tinggi perekonomian suatu negara maka semakin tinggi pula tingkat kemakmuran penduduknya. Kondisi perekonomian suatu negara dapat dilihat dari indikator-indikator ekonomi, seperti *Gross Domestic Product* (GDP), tingkat pengangguran dan tingkat inflasi [2]. Pembangunan ekomoni harus memberikan manfaat bagi seluruh lapisan masyarakat. Oleh karena itu, tingkat pertumbuhan yang tinggi juga perlu diimbangi dengan kemerataan, dimana pertumbuhan yang terjadi dapat menjangkau semua golongan masyarakat.

Ketidakpastian ekonomi global menyebabkan berbagai negara harus secara hati-hati mengoptimalkan kebijakan moneter dan fiskal di negaranya. Sebagian besar negara berkembang menempuh kebijakan moneter ketat sebagai respon terhadap pengetatan kebijakan moneter global yang memicu arus modal

keluar [2]. Bank Indonesia memiliki tujuan untuk mencapai dan memelihara kestabilan nilai rupiah. Tujuan ini tercantum dalam UU No. 23 Tahun 1999 tentang Bank Indonesia, yang sebagaimana diubah melalui UU No. 3 Tahun 2004 dan UU No. 6 Tahun 2009 pada pasal 7 [3]. Dalam undang-undang tersebut disebutkan bahwa kestabilan nilai rupiah dibagi menjadi dua dimensi, yaitu kestabilan terhadap harga-harga barang dan jasa berdasarkan perkembangan laju inflasi, dan perkembangan nilai tukar rupiah terhadap mata uang negara lain. Untuk melakukan tugas tersebut, Bank Indonesia melakukan kebijakan moneter dengan mengendalikan jumlah uang beredar yang merupakan besaran moneter [4].

Secara sederhana inflasi adalah kenaikan harga secara umum dan terus menerus dalam jangka waktu tertentu. Kenaikan harga dari satu atau dua barang saja tidak dapat disebut inflasi kecuali bila kenaikan itu meluas (atau mengakibatkan kenaikan harga) pada barang lainnya [3]. Kenaikan harga barang dan jasa menyebabkan turunnya nilai uang, sehingga dapat dikatakan bahwa inflasi adalah penurunan nilai uang terhadap nilai barang dan jasa secara umum [5]. Inflasi merupakan indikator makroekonomi yang sangat penting karena mempengaruhi nilai uang, sehingga dampaknya langsung dirasakan oleh masyarakat. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), inflasi di Indonesia dapat dikelompokkan berdasarkan pengaruhnya ke dalam tiga komponen disagregasi inflasi, yaitu inflasi inti (*core inflation*), inflasi komponen bergejolak (*volatile food inflation*), dan inflasi komponen harga yang diatur pemerintah (*administered price inflation*).

Penelitian mengenai optimasi inflasi di suatu negara mendapatkan respon positif dari pemerhati ekonomi. Dalam beberapa kasus, bank sentral mempertimbangkan besarnya nilai inflasi yang akan datang dalam mengambil keputusan moneter. Pengendalian inflasi didasarkan pada pertimbangan bahwa inflasi tinggi dan tidak stabil dapat menyebabkan dampak negatif bagi kondisi sosial ekonomi masyarakat sehingga dapat menciptakan inflasi yang rendah dan stabil untuk peningkatan kesejahteraan

masyarakat [3]. Secara umum, setiap negara menginginkan terciptanya laju inflasi yang rendah dan stabil. Pada tingkat inflasi yang rendah dan stabil, dapat memberikan efek positif terhadap perekonomian. Sebaliknya, inflasi yang tinggi menimbulkan ketidakpastian sehingga mengurangi intensif untuk investasi, konsumsi, dan mengurangi daya saing ekspor domestik [4]. Dalam mewujudkan inflasi yang sesuai, perlu adanya optimasi sehingga hasil perhitungan menjadi lebih akurat, hal ini dilakukan untuk saling mengatasi kelemahan dan akan didapatkan hasil pengukuran yang lebih baik.

Menurut Gubernur Bank Indonesia, Perry Warjiyo, inflasi tahun 2019 merupakan inflasi terendah sejak 20 tahun terakhir. Faktor yang menyebabkan rendahnya tingkat inflasi pada tahun 2019, yaitu pasokan produksi yang memadai dengan permintaan pasar, koordinasi pemerintah pusat, pemerintah daerah dan Bank Indonesia dalam memenuhi ketersediaan dan keterjangkauan bahan pangan berjalan dengan baik, nilai tukar rupiah stabil, dan harga sejumlah komoditas terjaga dalam waktu mendatang [6]. Wakil Direktur *Institute of Development of Economics and Finance* (INDEF) mengungkapkan bahwa inflasi tahun 2019 sebagian besar dipengaruhi oleh komoditas pangan (terutama beras) yang bergejolak akibat kemarau panjang dapat mendorong aksi pemerintah untuk terus bergantung pada impor. Selain itu, nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika lebih tinggi dari prediksi pemerintah akibat terjadinya *Current Account Deficit* (CAD) yang mengalami kenaikan karena dipengaruhi oleh perang dagang Amerika Serikat [7].

Model optimasi dengan menggunakan metode pemrograman dinamis biasa digunakan untuk pemecahan masalah dalam ilmu komputer, matematika dan ekonomi. Dengan menggunakan pendekatan umum untuk menyelesaikan masalah dalam hubungan berbagai masalah dan diselesaikan menggunakan prinsip optimalitas [8]. Pemrograman dinamis dapat digunakan dalam membuat urutan keputusan yang saling terkait sehingga memberikan prosedur sistematis untuk menentukan keputusan

yang optimal. Tujuan dari pemrograman dinamis adalah untuk mempermudah penyelesaian persoalan optimasi yang mempunyai karakteristik tertentu.

Pada penelitian Tugas Akhir ini akan dilakukan optimasi tingkat inflasi nasional dengan menggunakan metode pemrograman dinamis, dengan mempertimbangkan faktor-faktor penyebab terjadinya inflasi, yaitu nilai tukar uang dan harga komponen bergejolak (beras, cabai merah, dan bawang merah).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut.

1. Bagaimana penerapan metode pemrograman dinamis pada permasalahan optimasi tingkat inflasi dengan kendala nilai tukar uang dan rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah, dan bawang merah).
2. Bagaimana hasil simulasi dari penerapan metode pemrograman dinamis pada permasalahan optimasi tingkat inflasi nasional.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Data inflasi nasional yang digunakan, yaitu data setiap bulan pada Januari sampai Desember 2019.
2. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi inflasi adalah metode Pemrograman Dinamis.
3. Identifikasi optimasi tingkat inflasi yang dibentuk disebabkan oleh *cost push inflation*, yaitu nilai tukar uang dan rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah, dan bawang merah).
4. Pada saat optimasi inflasi berlangsung diasumsikan bahwa perekonomian negara dalam keadaan normal dan tidak dalam keadaan krisis moneter sehingga tidak menyebabkan perubahan tingkat inflasi secara drastis.

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut, tujuan Tugas Akhir ini sebagai berikut.

1. Menerapkan metode Pemrograman Dinamis untuk menyelesaikan permasalahan optimasi tingkat inflasi dengan mempertimbangkan nilai tukar uang dan rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah, dan bawang merah.
2. Mengetahui dan menganalisa penerapan Pemrograman Dinamis pada permasalahan optimasi inflasi nasional.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini sebagai berikut.

1. Dapat memberikan pengetahuan di bidang penerapan metode Pemrograman Dinamis dalam menyelesaikan permasalahan kendali optimal pada inflasi nasional sehingga didapatkan tingkat inflasi yang optimal untuk mencegah ketidakstabilan dalam perekonomian karena adanya kecenderungan naiknya harga barang atau jasa secara umum dan terus menerus.
2. Dapat menjadi salah satu pertimbangan bagi pelaku ekonomi mengenai metode perhitungan optimasi inflasi nasional yang sesuai.
3. Dapat memberikan suatu bentuk kontribusi dalam pengembangan ilmu matematika terapan di bidang keuangan.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. BAB I : PENDAHULUAN
   Bab ini menjelaskan latar belakang penyusunan Tugas Akhir, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.
2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA
   Bab ini menjelaskan tentang penelitian terdahulu, pengertian dan penjelasan tentang inflasi dan faktor-faktor yang

mempengaruhinya, nilai tukar rupiah (kurs), komoditas pangan pokok, tingkat suku bunga, faktor diskon, dan metode pemrograman dinamis.

3. BAB III : METODOLOGI
   Bab ini menjelaskan tentang tahap-tahap yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN
   Bab ini menjelaskan mengenai proses penentuan dan pengumpulan data penelitian, tahapan pengolahan data penelitian, dan pemecahan masalah dengan menggunakan metode pemrograman dinamis.
5. BAB V : PENUTUP
   Bab ini menjelaskan kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan masalah pada bab sebelumnya serta saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang penelitian terdahulu, pengertian dan penjelasan tentang inflasi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, nilai tukar rupiah (kurs), komoditas pangan pokok, *output gap*, diskon faktor, dan metode pemrograman dinamis.

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian Tugas Akhir ini, penulis merujuk pada penelitian sebelumnya yang sesuai dengan topik yang diambil. Joko S. Dwi Raharjo (2013) memodelkan *Artificial Neural Network* (ANN) berbasis *Particle Swarm Optimation* (PSO) yang digunakan untuk prediksi laju inflasi. Pada penelitian ini menggunakan ANN dan dikembangkan dengan integrasi model lain, yaitu *Particle Swarm Optimation*. Digunakan untuk saling mengatasi kelemahan dan meningkatkan kelebihan pada masing-masing model sehingga diperoleh hasil pengukuran yang lebih baik. Pengujian kemampuan penelitian ini, yaitu menguji kemampuan model ANN yang diintegrasikan dengan PSO berdasarkan *attribute weight* atau pembobotan atribut yang disebut awPSO-ANN. Hasil pengujian prediksi laju inflasi menunjukkan bahwa secara umum awPSO-ANN memberikan nilai RSME yang lebih baik dibandingkan ANN sebelum dilakukan optimasi [9]. Andi Rianata Brahmana (2013) melakukan optimasi produksi dengan program dinamis pada pabrik *Fractination and Refinery Factory* (FRF) PT. Socfindo Kebun Tanah Gambus. Perusahaan mengharapkan tidak terjadi kekurangan produk yang mengakibatkan kehilangan kesempatan untuk menjual produk, namun tidak mengharapkan terjadi kelebihan produk yang mengakibatkan biaya *inventory* akan meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang usulan perencanaan produksi dengan menggunakan metode pemrograman dinamis untuk

mendapatkan volume produksi yang optimal dan biaya yang paling rendah [10].

George K, Massimilano M dan Fotis P. (2015) meramalkan inflasi dan Produk Domestik Bruto (PDB) menggunakan optimasi *heuristic* dari kriteria informasi dan metode pengurangan variabel. Pada penelitian ini memprediksi tingkat pertambahan PDB setiap triwulan dan inflasi bulanan dengan mempertimbangkan variabel ekonomi makro menggunakan beberapa prediktor. Akan dilakukan perbandingan antara pemilihan model dan reduksi model. Pemilihan model termasuk kriteria informasi optimasi heuristik menggunakan *annealing*, algoritma genetika, MC^3 dan pengujian berurutan. Reduksi model menggunakan metode komponen utama, *partial least square* dan regresi penyusutan *Bayesian*. Masalah pada penelitian ini adalah dataset yang tidak seimbang dan solusi potensial yang disarankan [11]. Fikri Basalamah (2017) menggunakan pemrograman dinamis untuk optimasi distribusi produk semen pada PT. Semen Gresik. Pada penelitian ini metode pemrograman dinamis digunakan untuk melakukan optimasi pengiriman barang dari distributor ke toko. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode DP dapat memberikan hasil lebih optimal dibanding distribusi yang dilakukan sebelumnya dan dapat memberikan rute yang paling optimal untuk dilalui dalam mendistribusikan barang dari gudang sampai dengan toko terakhir [12].

Martine van den Boomen, Pieter L. van den Berg & A. Rogier M. Wolfert (2019) merilis sebuah studi mengenai pendekatan pemrograman dinamis untuk optimasi ekonomi dari pemeliharaan seumur hidup, renovasi, dan penggantian aset infrastruktur publik dalam inflasi diferensial. Dalam beberapa dekade, akan banyak aset infrastruktur publik yang akan mengalami kerusakan, karena biaya penggantian sangat tinggi, maka akan disusun biaya pemeliharaan dan biaya perbaikan dan renovasi. Pada penelitian ini akan dianalisis apakah investasi pada pemeliharaan seumur hidup dapat membenarkan penundaan penggantian pada infrastruktur publik. Akan dikembangkan metode Pemrograman Dinamis (DP)

pada pendekatan untuk melihat tipe umur dari asset infrastruktur. Pada model terkait dengan berbagai strategi intervensi berurutan, mengatasi inflasi diferensial dan kenaikan biaya akibat usia. Hasil dari penelitian ini adalah pendekatan DP lebih baik dibandingkan dengan penerapan teknik penggantian klasik untuk pengambilan kepusannya [13].

2.2 Inflasi

Pertumbuhan ekonomi suatu negara dapat dilihat dari masalah ekonomi makro, diantaranya angka pertumbuhan ekonomi, inflasi, pengangguran, ketidakstabilan kegiatan ekonomi, masalah pengangguran, masalah kenaikan harga-harga (inflasi) dan neraca perdagangan dan neraca pembayaran. Salah satu masalah yang menjadi perhatian penting bagi Indonesia adalah inflasi. Secara sederhana, inflasi adalah meningkatnya harga-harga secara umum dan terus menerus [1]. Sedangkan menurut Badan Pusat Statistik (BPS), inflasi merupakan kenaikan harga barang dan jasa secara umum dimana barang dan jasa tersebut merupakan kebutuhan pokok masyarakat atau turunnya daya jual mata uang suatu negara. Kenaikan harga dari satu atau dua barang saja tidak dapat disebut inflasi, kecuali jika kenaikan tersebut meluas kepada sebagian harga barang-barang lain [14]. Dalam perekonomian, khususnya di Indonesia, perhitungan inflasi menjadi sangat kompleks akibat dari perkembangan barang dan jasa yang dikonsumsi masyarakat sangat beraneka ragam. Laju inflasi menunjukkan perubahan harga dari sejumlah barang dan jasa dan digunakan untuk mengukur perubahan barang dan jasa yang dikonsumsi oleh masyarakat.

Menurut Bank Indonesia, target inflasi merupakan tingkat inflasi yang harus dicapai Bank Indonesia dengan melakukan koordinasi bersama pemerintah. Dengan kata lain, target inflasi merupakan nilai minimum yang diharapkan dari inflasi. Untuk periode 2019-2021, target inflasi telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Keuangan No. 124/PMK.010/ 2017, yaitu sebesar 3,5%, 3,0%, dan 3,0% [3]. Target inflasi diharapkan dapat menjadi acuan bagi pelaku usaha dan masyarakat dalam melakukan

kegiatan ekonomi ke depan, sehingga tingkat inflasi dapat diturunkan pada tingkat yang rendah dan stabil. Penargetan inflasi diperkenalkan pada awal 1990, dalam melakukan penargetan inflasi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan, yaitu adanya target numerik dalam bentuk suatu titik target (dengan atau tanpa interval toleransi) atau rentang target. Mencapai target inflasi merupakan tujuan utama dari kebijakan moneter, meskipun terdapat celah untuk tujuan sekunder. Selanjutnya, proses pengambilan keputusan dapat disebut sebagai penargetan perkiraan inflasi, dalam arti bahwa peramalan inflasi yang dilakukan bank sentral memiliki peranan dan instrumennya diatur sedemikian rupa sehingga peramalan inflasi tergantung pada instrument yang konsisten pada target tanpa mengecualikan *output* dan dan *output gap*. Juga terdapat transparansi yang tinggi menurut standar historis dan akuntabilitas. Bank sentral bertanggung jawab untuk mencapai target inflasi dan memberikan laporan kebijakan moneter yang transparan dalam peramalan, dapat menjelaskan dan menjalankan kebijakannya [15]. Berdasarkan ilmu makroekonomi, terdapat tiga teori inflasi, yaitu teori kuantitas, teori Keynes dan teori strukturalis. Di Indonesia, pengukuran inflasi berdasarkan pada Indeks Harga Konsumen (IHK), dimana IHK disusun berdasarkan harga dan jasa yang dikonsumsi masyarakat dalam kurun waktu tertentu [1].

Inflasi dikatakan ideal jika bergerak naik tetapi dapat terkendali. Kondisi ini dapat memberikan peluang bagi dunia usaha untuk berkembang dan masyarakat yang bertindak sebagai konsumen tidak dirugikan karena kenaikan harga barang yang relatif kecil sehingga tidak menimbulkan dampak negatif di masyarakat. Inflasi yang rendah dan stabil merupakan salah satu indikator ekonomi yang berkesinambungan dan dapat memberikan manfaat bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat [3].

1. Inflasi yang tinggi akan menyebabkan pendapatan riil masyarakat akan terus turun dan akhirnya menjadikan semua orang, terutama orang miskin, bertambah miskin.

2. Inflasi yang tidak stabil akan menciptakan ketidakpastian (*uncertainty*) bagi pelaku ekonomi dalam mengambil keputusan. Pengalaman empiris menunjukkan bahwa inflasi yang tidak stabil akan menyulitkan keputusan masyarakat dalam melakukan konsumsi, investasi, dan produksi, yang pada akhirnya akan menurunkan pertumbuhan ekonomi.
3. Tingkat inflasi domestik yang lebih tinggi dibanding dengan tingkat inflasi di negara tetangga menjadikan tingkat bunga domestik riil menjadi tidak kompetitif sehingga dapat memberikan tekanan pada nilai rupiah.

Gambar 2. 1 Tingkat Inflasi Nasional Indonesia Tahun 2017-2019 Berdasarkan Data Bank Indonesia

Secara umum, penyebab inflasi dikelompokkan menjadi tiga, yaitu tekanan dari sisi penawaran (*cost push inflation*), tekanan dari sisi permintaan (*demand pull inflation*) dan keduanya (*mixed inflation*) [14].

2.2.1 *Cost Push Inflation*

Cost push inflation disebabkan oleh depresiasi nilai tukar, dampak inflasi luar negeri terutama negara-negara *partner* dagang, peningkatan harga komoditi yang diatur pemerintah (*administered price*) yang disertai oleh turunnya produksi atau *output* dan terjadi

gangguan dari sisi penawaran barang dan jasa (*negative supply shocks*) akibat bencana alam dan terganggunya distribusi. Dapat dikatakan bahwa tekanan dari *cost push inflation* berada di luar kendali Bank Indonesia

Kenaikan biaya produksi dapat berawal dari kenaikan harga faktor produksi dan akhirnya mengakibatkan kenaikan harga barang-barang secara umum. Kenaikan harga terjadi akibat meningkatnya biaya produksi, yang mendorong produsen untuk mengurangi jumlah produksinya, akibatnya jumlah produksi berkurang dan harga naik [14]. Kenaikan harga bahan produksi menaikkan tidak hanya satu atau dua produsen melainkan keseluruhan industri terkait bahan tersebut, maka terjadilah inflasi.

2.2.2 *Demand Pull Inflation*

Demand pull inflation disebabkan oleh tingginya permintaan barang dan jasa relatif terhadap ketersediaannya [3]. Kenaikan permintaan barang yang tidak seimbang dengan kenaikan penawaran akan mendorong harga naik sehingga terjadi inflasi. Dalam *demand pull inflation*, kenaikan harga barang akhir (*output*) mendahului kenaikan harga barang input dan harga faktor produksi (misalnya tingkat upah). Inflasi ini biasanya terjadi pada masa perkonomian yang sedang berkembang pesat.

Kesempatan kerja yang tinggi menciptakan pendapatan dan selanjutnya menaikan daya beli masyarakat. Peningkatan daya beli akan mendorong permintaan melebihi *supply* produk yang tersedia. Sehingga permintaan meningkat lebih cepat dibandingkan dengan *supply* produk. Hal ini menyebabkan harga akan naik dan terjadi inflasi akses dari peningkatan *demand* masyarakat. Permintaan yang melebihi *supply* maka akan menyebabkan terjadi kenaikan harga atau inflasi [14]. Tekanan yang berasal dari *demand pull inflation* dapat dipengaruhi oleh Bank Indonesia sebagai pemegang otoritas moneter di Indonesia [3].

2.2.3 *Mixed Inflation*

Mixed inflation merupakan proses kenaikan harga-harga umum, dimana harga umum ditentukan oleh permintaan dan

penawaran, maka inflasi dapat disebabkan oleh perubahan permintaan dan atau penawaran. Oleh karena itu, pengendalian inflasi dapat dilakukan melalui dua variabel tersebut [14].

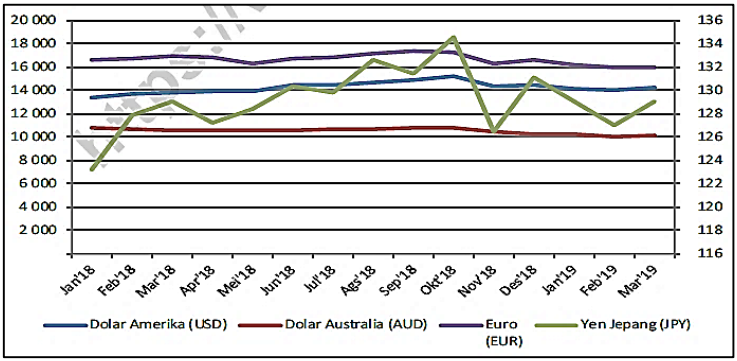
2.3 Nilai Tukar Rupiah (Kurs)

Ketidakpastian global yang tinggi dan memberikan tekanan pada neraca pembayaran Indonesia (NPI) dan memiliki andil yang besar dalam mempengaruhi nilai tukar rupiah [1]. Kurs valuta atau valuta asing atau dikenal dengan istilah *exchange rate* adalah tingkat harga yang disepakati kedua negara untuk saling melakukan perdagangan [14]. Kebijakan nilai tukar juga ditempuh untuk menjaga stabilitas nilai tukar sesuai nilai fundamentalnya, dengan tetap mendorong mekanisme pasar. Nilai tukar yang berdasarkan pada kekuatan pasar akan selalu berubah disetiap kali nilai-nilai salah satu komponen mata uang berubah. Sebuah mata uang akan cenderung menjadi lebih berharga bila permintaan menjadi lebih besar dari pasokan yang tersedia, nilai akan menjadi berkurang apabila permintaan kurang dari pasokan yang tersedia.

Pada era *modern* seperti saat ini, mata uang merupakan alat pembayaran dan kesatuan hitung dalam transaksi ekonomi dan keuangan nasional, maka dari itu mata uang disebut sebagai *hard currency*. Dimana nilai mata uang dapat dikatakan stabil, namun terkadang dapat mengalami apresiasi atau kenaikan nilai dibandingkan dengan mata uang negara lainnya. Kenaikan nilai mata uang ini menyebabkan nilai jual beli mata uang suatu negara ke negara lain akan terus berubah-ubah [14]. Nilai tukar pada perdagangan internasional menjadi objek yang menarik penelitian dikarenakan pergeseran dari nilai tukar tetap mata uang dapat mempengaruhi aliran perdagangan. Nilai tukar dapat berfluktuasi terhadap kondisi fundamental, kondisi ekonomi makro, sentiment pasar, guncangan global dan spekulasi yang dapat menyebabkan nilai tukar mata uang bergerak melampaui kondisi yang mendasarinya. Volatilitas nilai tukar dapat menyebabkan ketidakpastian pasar, volatilitas laba pedagang, peningkatan resiko,

ketidakpastian inflasi, dan berdampak pada produksi dan biaya transaksi [16].

Menurut Bank Indonesia, tekanan terhadap rupiah terjadi karena meningkatnya ekspektasi terhadap FFR (*Federal Fund Rate*) dan ketidakpastian pasar keuangan global. Kondisi tersebut menyebabkan aliran masuk modal asing ke negara berkembang berkurang, termasuk ke Indonesia. Penguatan nilai tukar rupiah didukung oleh aliran masuk modal asing yang besar ke pasar keuangan domestik. Untuk mendukung efektivitas kebijakan nilai tukar dan memperkuat pembiayaan domestik, Bank Indonesia terus mengakselerasi pendalaman pasar keuangan, khususnya di pasar uang dan valas [1].



Gambar 2. 2 Perkembangan Kurs Tengah Beberapa Mata Uang Utama Terhadap Rupiah di Bank Indonesia Tahun 2018 – Maret 2019
Sumber: Laporan Perekonomian Indonesia 2019

2.4 Komoditas Pangan

Bahan pangan pokok memegang peranan penting pada ekonomi, sosial, bahkan politik. Jenis komoditi pangan dapat mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh dinamika sosial-ekonomi masyarakat dimana terdapat peningkatan taraf hidup dan

pendapatan dan berkembangnya populasi penduduk kelas menengah. Faktor lainnya, yaitu ketersediaan komoditi yang dikonsumsi dan keterjangkauannya. Masalah ketersediaan pangan saat ini, seperti peningkatan permintaan pangan karena pertumbuhan populasi, peningkatan konversi produk pangan menjadi bahan baku energi dan perubahan persediaan karena faktor cuaca. Ketersediaan pangan dalam jumlah dan kualitas yang cukup diperlukan untuk mencapai ketahanan pangan dan stabilitas ekonomi. Selain itu, tersedianya dan terdistribusinya pangan yang terjangkau dari sisi harga juga merupakan faktor penting dalam mencapai ketahanan pangan [17]. Berdasarkan [7], diprediksi bahwa harga dan ketersediaan komoditas pangan (terutama beras) bergejolak akibat kemarau panjang yang dapat mendorong aksi pemerintah untuk terus bergantung pada impor. Komoditas lainnya, seperti cabai merah, bawang merah, dan gula pasir juga mengalami gejolak yang serupa akibat ketidakseimbangan cuaca yang mengganggu panen petani.

2.5 Tingkat Suku Bunga

Penetapan BI *Rate* sangat mempengaruhi kondisi perekonomian masyarakat. Sebagai contoh, saat harga bahan-bahan pokok mengalami kenaikan yang drastis karena kesulitan panen atau kelangkaan bahan pokok tertentu, maka BI *Rate* akan turun untuk memacu perputaran kredit masyarakat. Suku bunga atau BI *Rate* adalah suatu kebijakan moneter yang ditetapkan oleh Bank Indonesia dan diumumkan kepada publik [3]. BI *Rate* ditetapkan setiap bulan melalui rapat anggota dewan gubernur dengan mempertimbangkan kondisi perekonomian Indonesia dan situasi perekonomian global secara umum. Sejak Agustus 2016, Bank Indonesia melakukan penguatan kerangka operasi moneter dengan mengimplementasikan suku bunga acuan atau suku bunga kebijakan baru untuk menggantikan BI *Rate*, yaitu BI 7-*Day*

(Reverse) Repo Rate. BI 7-*Day (Reverse) Repo Rate* digunakan karena dinilai dapat secara cepat mempengaruhi pasar uang, perbankan, dan sektor riil [1]. Penetapan BI 7-*Day (Reverse) Repo Rate* dinilai akan mempengaruhi berbagai variabel ekonomi dan keuangan melalui berbagai jalur, yaitu suku bunga kredit, nilai tukar, harga asset, dan ekspektasi, yang selanjutnya akan mempengaruhi inflasi.

2.6 Diskon Faktor

Diskon faktor adalah suatu faktor bilangan lebih kecil dari suatu yang dapat digunakan untuk menghitung suatu nilai pada masa yang akan datang, berapa nilai yang digunakan pada saat ini, dengan memperhitungkan tingkat bunga yang tetap pada akhir tahun. Diskon faktor biasanya digunakan untuk perhitungan analisis kelayakan finansial dengan tujuan mengetahui benefit yang diperoleh dalam suatu data di masa yang akan datang. Dengan kata lain, diskon faktor ditujukan untuk mengetahui manfaat yang akan diperoleh dari suatu data pada masa yang akan datang dan arus biaya menjadi nilai pada saat ini. Proses menghitung *present value* dari *future income* dinamakan *discounting*. Formula dari diskon faktor adalah sebagai berikut.

$$DF = \frac{1}{(1+p)^l} \tag{2.1}$$

dengan

p : tingkat suku bunga periodik (BI 7-*Day Repo Rate*)
l : jumlah pembayaran

2.7 *Output Gap*

Output gap adalah salah satu alat pendekatan yang digunakan untuk melakukan diagnosis posisi perekonomian suatu negara,

merupakan selisih antara *output* aktual dan *output* potensial. *Output* aktual adalah nilai *output* perekonomian yang ditentukan oleh permintaan selama siklus bisnis yang di-*proxy* dengan nilai Produk Domestik Bruto (PDB). Sedangakan *output* potensial adalah tingkat produksi optimal dimana input tenaga kerja dan modal digunakan pada tingkat kapasitas jangka panjang yang berkelanjutan, dengan tingkat pengangguran natural dan inflasi yang stabil. Analisis *output gap* menggambarkan kondisi siklus bisnis dalam suatu perekonomian yang digunakan sebagai dasar pertimbangan penyusunan kerangka kebijakan ekonomi. *Output gap* dapat menggambarkan adanya kelebihan permintaan (*excess demand*) atau penggunaan kapasitas produksi yang rendah (*idle resource*) di dalam suatu perekonomian.

Apabila *output* aktual lebih tinggi dari *output* potensial (*output gap* positif), mengindikasikan perekonomian dalam kondisi ekspansi dan mendorong adanya tekanan inflasi sehingga membutuhkan kebijakan fiskal dan kebijakan moneter yang ketat. Jika *output* aktual yang lebih rendah dibandingkan dengan *output* potensial (*output gap* negatif) mencerminkan penggunaan kapasitas produksi yang tidak optimal sehingga menyebabkan peningkatan pengangguran dan deflasi (perekonomian dalam masa resesi). Metode estimasi *output* potensial dan *output gap* dapat menggunakan metode Hodrick-Prescott (HP) *Filter*, Band-Pass (BP) *Filter*, dan pendekatan fungsi produksi (*Growth Accounting*).

Secara umum, hasil estimasi *output* potensial dan *output gap* dengan menunjukkan hasil, pola, dan arah pergerakan yang cukup konsisten meskipun dengan besaran (*magnitude*) yang berbeda. Berdasarkan model kurva Phillip, *output gap* yang positif mendorong terjadinya tekanan inflasi (*inflationary pressure*). Oleh sebab itu, upaya pengendalian inflasi perlu dilakukan melalui bauran kebijakan fiskal yang *countercyclical* dan kebijakan moneter yang mampu meredam tekanan peningkatan ekspektasi inflasi, baik melalui pengendalian jumlah uang beredar maupun

penetapan suku bunga acuan [18]. Berikut merupakan formula dari *output gap*.

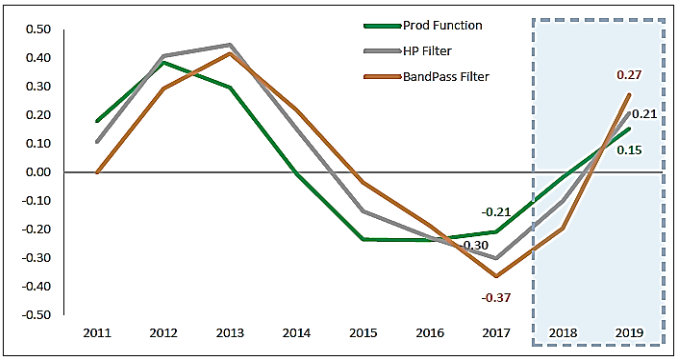
$$GAP_t^* = \left(\frac{Y_t - Y_t^*}{Y_t^*}\right) \times 100 \qquad (2.2)$$

dengan

GAP_t^* : *output gap* pada periode t

Y_t : level PDB (*output* aktual) pada periode t

Y_t^* : level PDB (*output* potensial) pada periode t



Gambar 2. 3 *Output Gap* Tahun 2011-2019 (%)
(Tahun 2018 dan 2019 merupakan angka estimasi)
Sumber: Kajian Ekonomi Keuangan Vol. 2 No. 3. Tahun 2018 Pusat Kebijakan Ekonomi Makro, Badan Kebijakan Fiskal, Kementrian Keuangan

2.8 Pemrograman Dinamis

Optimasi penting dilakukan baik dalam segi varietas pengaplikasian yang luas dan dari efisiensi algoritma. Secara sistematis optimasi mengacu pada minimalisasi atau maksimalisasi dari fungsi objektif yang diberikan dari beberapa variabel keputusan yang memenuhi kendala fungsional [10]. Pemrograman Dinamis adalah teknik matematika yang dapat digunakan untuk

membuat urutan keputusan yang saling terkait sehingga memberikan prosedur sistematis untuk menentukan keputusan kombinasi yang optimal. Pemrograman dinamis biasa digunakan pada pendekatan untuk pemecahan masalah dan terdapat persamaan harus dikembangkan agar sesuai dengan setiap situasi [19]. Pemrograman dinamis tidak memiliki formula matematis standar dan dianggap sebagai suatu tipe pemecahan masalah dengan cara pendekatan secara umum. Teknik ini dikembangkan oleh Richard Bellman pada awal tahun 1950-an. Secara singkat, pemrograman dinamis adalah model yang digunakan untuk membagi permasalahan menjadi beberapa *stage* (tahap) sehingga diperoleh optimasi secara rekursif. Elemen umun dari model pemrograman dinamis meliputi tahap keputusan, serangkaian kemungkinan terdapat *state* (keadaan) di setiap tahap, transisi dari keadaan satu ke keadaan selanjutnya, fungsi nilai yang mengukur kemungkinan nilai objektif yang terbaik dari masing-masing keadaan, dan hubungan rekursif antara fungsi nilai dari keadaan yang berbeda.

Berikut merupakan beberapa istilah yang digunakan dalam pemrograman dinamis [20].

1. *Stage* (tahap)
   Dalam membentuk formula pemrograman dinamis, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi tahap dalam sebuah proses keputusan.
2. *State* (status)
   Dibentuk berdasarkan setiap tahap yang menggambarkan status semua informasi dalam membuat keputusan.
3. *Decision* (keputusan)
   Variabel keputusan atas setiap tahap.
4. *Recursion*
   Merupakan persamaan yang menyatakan fungsi optimum.

Secara umum, berikut adalah beberapa karakteristik dalam pemrograman dinamis [20].

1. Masalah dibagi menjadi beberapa *stage* (tahap), pada setiap tahap akan diambil sebuah keputusan.
2. Masing-masing tahap memiliki beberapa *state* (status) yang berhubungan dengan tahap tersebut. Secara umum, status merupakan beberapa kemungkinan kondisi yang ada pada tahap tersebut.
3. Hasil dari keputusan yang diambil dalam setiap tahap ditransformasikan dari status berikutnya ke pada tahap berikutnya.
4. Berdasarkan dari kejadian yang sedang berlangsung keputusan terbaik pada suatu tahap bersifat independen terhadap keputusan yang dilakukan pada tahap sebelumnya.
5. Adanya hubungan rekursif yang mengidentifikasikan keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap *k* memberikan keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap *k+1*.
6. Prinsip optimalitas berlaku pada masalah tersebut.

Bentuk yang tepat pada persamaan rekursif dapat berbeda antara pemrograman dinamis satu dengan pemrograman dinamis yang lainnya. Akan tetapi, notasi yang digunakan sama, dapat dilihat dalam notasi-notasi di bawah ini [20].

dengan

N : jumlah tahap

n : label dari keadaan yang terjadi $(n = 1,2, \dots, N)$

S_n : keadaan yang terjadi pada tahap n

X_n : variabel keputusan pada tahap n

X_n^* : nilai optimal dari X_n (diberikan S_n)

$f_n(S_n, X_n)$: kontribusi dari tahap $n, n+1, \dots, N$ pada fungsi objektif jika sistem dimulai pada keadaan S_n tahap n, $X_n$tujuan keputusan yang mendekati dan keputusan optimal dibentuk setelahnya.

$$f_n^*(S_n) = f_n(S_n, X) \tag{2.3}$$

Maka persamaan rekursif yang dapat dibentuk sebagai berikut.

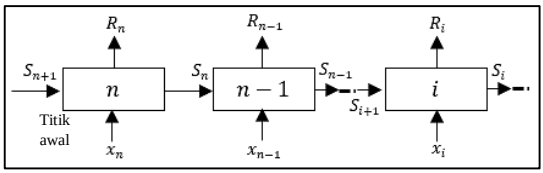
$$f_n^*(S_n) = \max_{x_n} f_n(S_n, X_n) \tag{2.4}$$

atau

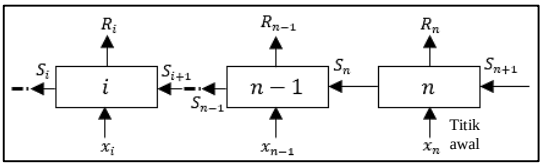
$$f_n^*(S_n) = \min_{x_n} f_n(S_n, X_n) \tag{2.5}$$

Dimana $f_n(S_n, X_n)$ dapat ditulis dalam bentuk $S_n, X_n, f_{n+1}^*(s_{n+1})$ dan probabilitas dari beberapa ukuran kontribusi langsung x_n pada fungsi objektif. Hal itu merupakan inklusi dari $f_{n+1}^*(S_{n+1})$ di sisi kanan, sehingga $f_n^*(S_n)$ merupakan definisi dari $f_{n+1}^*(S_{n+1})$, membuat ekspresi untuk persamaan rekursif $f_n^*(S_n)$. Persamaan rekursif terus berulang saat bergerak mundur tahap demi tahap. Ketika tahap saat ini n dikurangi dengan satu, fungsi $f_n^*(S_n)$ baru dapat diturunkan dengan menggunakan fungsi $f_{n+1}^*(S_{n+1})$ yang telah diturunkan saat iterasi sebelumnya, dan kemudian proses ini terus berulang.

Suatu hubungan rekursif digunakan untuk menghubungkan kebijaksanaan optimum pada tahap n dan $n-1$. Terdapat 2 macam prosedur rekursif, yaitu *forward* dan *backward* [20]. Penyelesaian program dinamik dari depan ke belakang (*forward recursive*), yaitu dengan melakukan perhitungan tahap untuk keputusan optimal dimulai dari keadaan masalah yang pertama ke masalah yang terakhir. Penyelesaian program dinamik program dinamik dari belakang ke depan (*backward* recursive), yaitu dengan melakukan perhitungan tahap untuk keputusan optimal dimulai dari keadaan masalah yang pertama ke masalah yang terakhir [20].



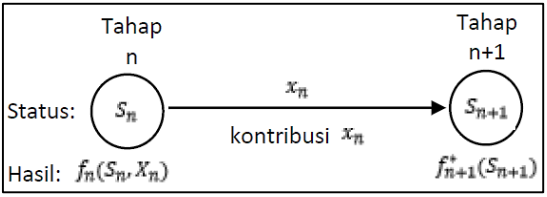
Gambar 2. 4 Dari Depan ke Belakang (*Forward Recursive*)



Gambar 2. 5 Dari Belakang ke Depan (*Backward Recursive*)

Berdasarkan fungsi transformasi, pemrograman dinamis terdiri atas pemrograman dinamis deterministik dan pemrograman dinamis stokastik [20].

Pemrograman dinamis deterministik adalah pemrograman dinamis yang diterapkan dalam masalah-masalah deterministik dimana keadaan pada tahap berikutnya ditentukan secara lengkap dan pasti oleh keadaan dan keputusan pada tahap sebelumnya (yang sedang berlangsung) [20]. Berikut merupakan gambaran mengenai pemrograman dinamis deterministik yang disajikan melalui sebuah diagram.



Gambar 2. 6 Struktur Dasar Bentuk Pemrograman Dinamis Deterministik

Pada saat tahap n, prosesnya akan berapa pada status S_n. Pada status ini dibuat keputusan X_n, kemudian proses bergerak ke status S_{n+1} pada tahap $(n+1)$. Dari titik ini ke depan, nilai fungsi tujuan untuk keputusan optimumnya telah terlebih dulu datang, yaitu $f^*_{n+1}(S_{n+1})$. Pemilihan keputusan X_n juga memberikan kontribusi terhadap fungsi tujuan $f_n(S_n, X_n)$ yang berawal pada tahap n. Mengoptimalkan nilai tersebut dengan memperhatikan X_n, sehingga diperoleh $f^*_n(S_n) = f^*_n(S_n, X^*_n)$. Setelah memperoleh

nilai dari X_n^* dan $f_n^*(S_n)$ pada masing-masing kemungkinan nilai dari S_n, prosedur penyelesaian dapat dimulai kembali pada persoalan dengan satu tahap [17].

Sedangkan, pada pemrograman dinamis stokastik, tahap berikutnya tidak sepenuhnya ditentukan oleh keadaan dan keputusan pada tahap sebelumnya, terdapat distribusi probabilitas yang mungkin berada di tahap berikutnya. Tetapi, distribusi probabilitas sepenuhnya ditentukan dari keadaan dan keputusan pada tahap sebelumnya [20].

2.9 *Inflation Loss Function*

Kebijakan bank sentral dalam mempengaruhi besaran-besaran moneternya, termasuk didalamnya laju inflasi, yaitu dengan *rule* dan *discretion*. Penargetan inflasi yang "fleksibel" bertujuan untuk menstabilkan inflasi sehingga nilainya di sekitar target inflasi dan memberikan bobot yang sesuai pada stabilitas ekonomi riil (contoh: selisih antara *output* aktual dan *output* potensial, yaitu *output gap*). Pembentukan *policy rule* dalam kerangka penargetan inflasi dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu *dynamic optimization* dan *stochastic simulation*. Pada metode *dynamic optimization*, *policy rule* diperoleh dari meminimisasi *loss function* dengan *constraint* model makroekonomi. Bentuk yang sesuai dengan penargetan inflasi yang fleksibel dapat dijelaskan dengan tepat oleh fungsi kerugian antar waktu kuadatik pada periode t [21].

$$\mathcal{L}_t = (1-\delta)E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \delta^{\tau} L_{t+\tau} \tag{2.6}$$

jika diketahui,

$$L_t = \frac{1}{2}[(\pi_t - \pi^*)^2 + \lambda x_t^2] \tag{2.7}$$

dengan

δ : faktor diskon $(0 < \delta < 1)$

E_t : ekspektasi yang bergantung pada informasi tersedia dalam periode t
L_t : periode *loss function*
π_t : inflasi pada periode t
π^* : target inflasi
λ : bobot relatif pada stabilisasi *output gap* $(\lambda > 0)$
x_t : *output gap* pada periode t

BAB III
METODE PENELITIAN

Bab ini menjabarkan metode-metode yang diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir. Dengan mengacu pada tinjauan pustaka yang terdapat pada bab sebelumnya, metode yang akan dijabarkan disini akan memperjelas apa saja yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

3.1 Variabel Penelitian

Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel Independen (Variabel Bebas atau Variabel Kendala)
   Merupakan variabel yang dapat mempengaruhi dan dapat menjadi penyebab timbulnya variabel akibat pada penelitian. Pada penelitian ini, variabel independennya, yaitu nilai tukar uang (kurs) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat, rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah, dan bawang merah), *output gap*, dan diskon faktor.
2. Variabel Dependen (Variabel Terikat)
   Merupakan variabel yang dipengaruhi atau variabel akibat. Pada penelitian ini, variabel dependennya adalah tingkat inflasi nasional.

3.2 Tahapan Penelitian

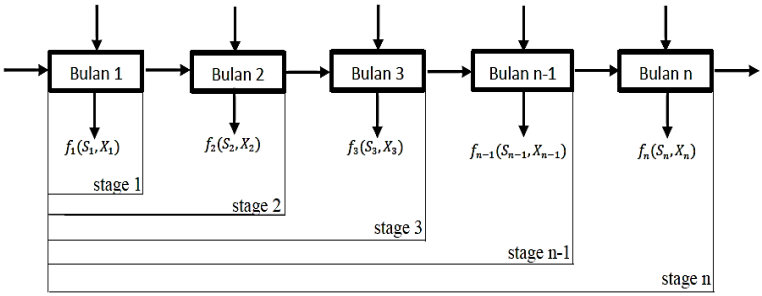
Pada tahap ini, analisis optimasi tingkat inflasi nasional akan dilakukan dengan menggunakan model Pemrograman Dinamis. Adapun secara umum langkah-langkah dalam penyelesaian permasalahan sebagai berikut.

1. Identifikasi Permasalahan
   Permasalahan pada penelitian ini adalah mengoptimasi tingkat inflasi nasional untuk menghasilkan nilai tingkat inflasi nasional yang lebih baik.
2. Studi Literatur
   Akan dilakukan identifikasi permasalahan yang diangkat pada penelitian ini dengan mempelajari langkah-langkah dalam melakukan optimasi tingkat inflasi nasional dengan menggunakan metode Pemrograman Dinamis.
3. Pengumpulan Data
   Data yang akan digunakan adalah data sekunder berupa tingkat inflasi nasional, nilai tukar (kurs) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat, tingkat suku bunga nasional, rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah dan bawang merah), dan *output gap* periode bulan Januari - Desember 2019.
4. Analisis Model Identifikasi Optimal
   Melakukan anasisis terhadap hasil optimal pada penelitian dengan menggunakan model Pemrograman Dinami. Langkah-langkah yang dilakukan untuk analisis model sampai menghasilkan nilai inflasi nasional yang optimal dengan mempertimbangkan total nilai perhitungan ekspektasi dari 4 variabel *cost push inflation*, yaitu nilai tukar uang (kurs) dan rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah, dan bawang merah) adalah sebagai berikut.
   a. Mengidentifikasi Variabel Independen dan Variabel Dependen
      Variabel independen yang digunakan, yaitu nilai tukar uang (kurs) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat, rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah, dan bawang merah), *output gap*, dan diskon faktor. Sedangkan variabel dependen yang digunakan, yaitu tingkat inflasi nasional pada setiap keadaan untuk $i = 1,2,\dots,n$.

b. Mengidentifikasi Variabel Keputusan Setiap Tahap
Keputusan yang akan diambil pada setiap tahap adalah jumlah dari nilai ekspektasi faktor-faktor yang mempengaruhi inflasi.

c. Merumuskan Persamaan Fungsi Objektif
Menentukan fungsi tujuan yang akan digunakan berdasarkan variabel independen, variabel dependen, variabel keputusan setiap *stage* pada sistem sehingga membentuk sebuah persamaan.

d. Penyelesaian Model Pemrograman Dinamis
Penyelesaian model berdasarkan keadaan dan variabel-variabel lainnya dengan menetapkan output yang dapat diperoleh dengan fungsi rekursif, yaitu meminimalkan nilai tingkat inflasi nasional Indonesia pada tahun 2019.



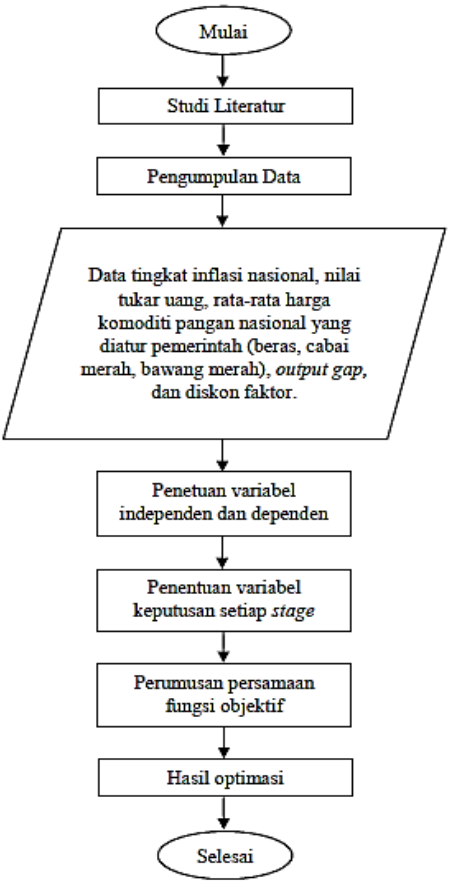
Gambar 3. 1 Pemecahan Masalah Metode Pemrograman Dinamis

dengan
S_n : keadaan yang terjadi pada tahap n
n : tahap ke-n
X_n : keputusan ke tahap selanjutnya (X_{n-1})

e. Analisis Penyelesaian Masalah
Melakukan perhitungan hasil dari penerapan metode Pemrograman Dinamis dan dilakukan penentuan tingkat inflasi nasional melalui fungsi objektif yang dibentuk berdasarkan kendala yang ada.

5. Penarikan Kesimpulan
   Melakukan penarikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data.
6. Penulisan Laporan Tugas Akhir dan Hasil Penelitian
   Melakukan penulisan laporan tugas akhir berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini dijelaskan mengenai proses penentuan dan pengumpulan data penelitian, proses pengolahan data penelitian, dan pemecahan masalah dengan menggunakan metode pemrograman dinamis.

4.1 Penentuan dan Pengumpulan Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder tahun 2019 yang diuraikan sebagai berikut.

1. Data bulanan tingkat inflasi nasional yang diperoleh dari *website* Bank Indonesia.
2. Data bulanan nilai tukar uang (kurs) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat yang diperoleh dari *website* Bank Indonesia dan kemudian diolah.
3. Data bulanan rata-rata harga komoditi pangan nasional, diantaranya adalah beras, cabai merah dan bawang merah yang diperoleh *website* Kementrian Pertanian Indonesia. Ketiga bahan pokok tersebut merupakan bahan pokok yang harganya fluktuatif pada tahun 2019.
4. Data tingkat suku bunga periodik (BI 7-*Day (Reverse) Repo Rate*) yang diperoleh dari *website* Bank Indonesia.
5. Data nilai estimasi *output gap* menggunakan metode Hodrick-Prescott (HP) *Filter* sebesar 0,21% yang diperoleh dari artikel Kajian Ekonomi dan Keuangan, Pusat Kebijakan Ekonomi Makro, Badan Kebijakan Fiskal, Kementerian Keuangan Tahun 2018.

4.2 Proses Pengolahan Data Penelitian

Setelah dilakukan pengumpulan data, data tersebut akan diolah sehingga diperoleh data yang sesuai untuk melakukan identifikasi pada tingat inflasi nasional.

4.2.1 Perhitungan Diskon Faktor

Data suku bunga periodik (BI 7-*Day (Reverse) Repo Rate*) akan digunakan untuk menghitung diskon faktor. Perhitungan diskon faktor digunakan untuk memperoleh suatu nilai pada masa yang akan datang, berapa nilai yang digunakan pada saat ini.

Tabel 4. 1 Tingkat Suku Bunga Periodik Bank Indonesia Tahun 2019

Bulan	Tingkat Suku Bunga Periodik
Januari	6,00%
Februari	6,00%
Maret	6,00%
April	6,00%
Mei	6,00%
Juni	6,00%
Juli	5,75%
Agustus	5,50%
September	5,25%
Oktober	5,00%
November	5,00%
Desember	5,00%

Dari data tingkat suku bunga periodik Bank Indonesia tahun 2019 pada Tabel 4.1, akan dihitung nilai diskon faktor dengan menggunakan Persamaan 2.2. Perhitungan diskon faktor adalah sebagai berikut

1. Bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, dan Juni 2019
   Diketahui bahwa nilai $p = 6{,}00\%$ dengan jumlah pembayaran yang dilakukan sebanyak 1 tahun ($l = 12$ bulan), sehingga diperoleh:
   $$DF = \frac{1}{(1+p)^l} = \frac{1}{(1+6{,}00\%)^{12}} = 0{,}49696 = 49{,}70\%$$

2. Bulan Juli 2019
   Diketahui bahwa nilai $p = 5{,}75\%$ dengan jumlah pembayaran yang dilakukan sebanyak 1 tahun (l =12 bulan), sehingga diperoleh:
   $$DF = \frac{1}{(1+p)^l} = \frac{1}{(1+5{,}75\%)^{12}} = 0{,}51125 = 51{,}13\%$$

3. Bulan Agustus 2019
   Diketahui bahwa nilai $p = 5{,}50\%$ dengan jumlah pembayaran yang dilakukan sebanyak 1 tahun (l =12 bulan), sehingga diperoleh:
   $$DF = \frac{1}{(1+p)^l} = \frac{1}{(1+5{,}50\%)^{12}} = 0{,}52598 = 51{,}60\%$$

4. Bulan September 2019
   Diketahui bahwa nilai $p = 5{,}25\%$ dengan jumlah pembayaran yang dilakukan sebanyak 1 tahun (l =12 bulan), sehingga diperoleh:
   $$DF = \frac{1}{(1+p)^l} = \frac{1}{(1+5{,}25\%)^{12}} = 0{,}54117 = 54{,}12\%$$

5. Bulan Oktober, November, dan Desember 2019
   Diketahui bahwa nilai $p = 5{,}00\%$ dengan jumlah pembayaran yang dilakukan sebanyak 1 tahun (l =12 bulan), sehingga diperoleh:
   $$DF = \frac{1}{(1+p)^l} = \frac{1}{(1+5{,}00\%)^{12}} = 0{,}55684 = 55{,}68\%$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan nilai diskon faktor (DF) dan 1-Diskon Faktor (1-DF) yang ditampilkan melalui Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Rata-Rata Diskon Faktor Setiap Bulan Tahun 2019

Bulan	Diskon Faktor (DF)	$(DF)^2$	1-Diskon Faktor
Januari	49,70%	24,70%	53,70%
Februari	49,70%	24,70%	53,70%
Maret	49,70%	24,70%	53,70%
April	49,70%	24,70%	53,70%
Mei	49,70%	24,70%	53,70%
Juni	49,70%	24,70%	53,70%
Juli	51,13%	26,14%	48,87%
Agustus	52,60%	27,67%	47,40%
September	54,12%	29,29%	45,88%
Oktober	55,68%	31,01%	44,32%
November	55,68%	31,01%	44,32%
Desember	55,68%	31,01%	44,32%
Total	623,07%	324,30%	576,93%
Rata-Rata	51,92%	27,02%	48,08%

4.2.2 Perhitungan Nilai Periode Dalam *Loss Function*

Nilai aktual inflasi adalah tingkat inflasi yang sudah ditetapkan dan diumumkan oleh pemerintah pada setiap bulannya. Sedangkan menurut Bank Indonesia, target inflasi adalah tingkat inflasi yang harus dicapai oleh Bank Indonesia yang berkoordinasi dengan pemerintah. Dengan kata lain, target inflasi merupakan nilai minimum yang diharapkan dari inflasi. Target inflasi (T^*) pada tahun 2019 telah ditetapkan, yaitu sebesar $3{,}5 \pm 1\%$. Diasumsikan bahwa target inflasi setiap bulan pada tahun 2019 sebesar 3,5%. Tabel 4.3 merupakan data nilai aktual tingkat inflasi nasional tahun 2019.

Nilai *loss function* digunakan sebagai cara penargetan inflasi yang "fleksibel" bertujuan untuk menstabilkan inflasi sehingga nilainya di sekitar target inflasi. Diketahui bahwa λ adalah bobot relatif pada stabilisasi *output gap* dengan nilai $\lambda > 0$ agar mencapai penargetan inflasi yang fleksibel. Nilai *output gap*

yang digunakan diambil dari Kajian Ekonomi Keuangan Vol. 2 No. 3. Tahun 2018 Pusat Kebijakan Ekonomi Makro, Badan Kebijakan Fiskal, Kementrian Keuangan dengan metode Hodrick-Prescott (HP) *Filter*, yaitu sebesar 0,21%. Metode HP *Filter* merupakan teknik penghalusan data (*smoothing*) yang tergolong sederhana dan menjadi metode paling umum dalam melakukan ekspektasi *output* potensial dan *output gap* karena metode ini dapat meminimasi perbedaan antara *output* aktual dan *output* potensial sehingga dapat membatasi tingkat perubahan *output* potensial untuk seluruh sampel observasi. Berdasarkan Persamaan 2.7, berikut merupakan perhitungan nilai periode dalam *loss function* (L_n) pada inflasi setiap bulan tahun 2019 dengan asumsi nilai $\lambda = 1$ yang secara lengkap ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 3 Nilai Aktual Tingkat Inflasi Nasional Tahun 2019

Bulan	Nilai Aktual Inflasi (T_n)
Januari	2,82%
Februari	2,57%
Maret	2,48%
April	2,83%
Mei	3,32%
Juni	3,28%
Juli	3,32%
Agustus	3,49%
September	3,39%
Oktober	3,13%
November	3,00%
Desember	2,72%

1. Bulan Januari 2019

$$L_1 = \frac{1}{2}[(T_1 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_1^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(2{,}82\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$L_1 = \frac{1}{2}[4{,}62 \times 10^{-5} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 2{,}5325 \times 10^{-5}$$

2. Bulan Februari 2019

$$L_2 = \frac{1}{2}[(T_2 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_2^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(2{,}57\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[48{,}65 \times 10^{-5} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 4{,}545 \times 10^{-5}$$

3. Bulan Maret 2019

$$L_3 = \frac{1}{2}[(T_3 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_3^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(2{,}48\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[1{,}04 \times 10^{-4} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 5{,}4225 \times 10^{-5}$$

4. Bulan April 2019

$$L_4 = \frac{1}{2}[(T_4 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_4^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(2{,}83\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[4{,}49 \times 10^{-5} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 2{,}465 \times 10^{-5}$$

5. Bulan Mei 2019

$$L_5 = \frac{1}{2}[(T_5 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_5^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(3{,}32\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[3{,}24 \times 10^{-6} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 3{,}825 \times 10^{-6}$$

6. Bulan Juni 2019

$$L_6 = \frac{1}{2}[(T_6 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_6^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(3{,}28\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[4{,}48 \times 10^{-6} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 4{,}625 \times 10^{-6}$$

7. Bulan Juli 2019

$$L_7 = \frac{1}{2}[(T_7 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_7^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(3{,}32\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[3{,}24 \times 10^{-6} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 3{,}825 \times 10^{-6}$$

8. Bulan Agustus 2019

$$L_8 = \frac{1}{2}[(T_8 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_8^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(3{,}49\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$L_8 = \frac{1}{2}[1 \times 10^{-8} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 2{,}21 \times 10^{-6}$$

9. Bulan September 2019

$$L_9 = \frac{1}{2}[(T_9 - T^*)^2 + \lambda \times GAP_9^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(3{,}39\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[1{,}21 \times 10^{-6} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 2{,}281 \times 10^{-6}$$

10. Bulan Oktober 2019

$$L_{10} = \frac{1}{2}[(T_{10} - T^*)^2 + \lambda \times GAP_{10}^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(3{,}13\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[1{,}37 \times 10^{-5} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 9{,}05 \times 10^{-6}$$

11. Bulan November 2019

$$L_{11} = \frac{1}{2}[(T_{11} - T^*)^2 + \lambda \times GAP_{11}^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(3{,}00\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[2{,}5 \times 10^{-5} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 1{,}1471 \times 10^{-5}$$

12. Bulan Desember 2019

$$L_{12} = \frac{1}{2}[(T_{12} - T^{*})^2 + \lambda \times GAP_{12}^2]$$

$$= \frac{1}{2}[(2{,}72\% - 3{,}5\%)^2 + (0{,}0021^2)]$$

$$= \frac{1}{2}[6{,}08 \times 10^{-5} + 4{,}41 \times 10^{-6}]$$

$$= 3{,}2625 \times 10^{-5}$$

Tabel 4. 4 Perhitungan Nilai Periode Dalam *Loss Function* Inflasi Tahun 2019

Bulan	*Loss Function*
Januari	$2{,}5325 \times 10^{-5}$
Februari	$4{,}545 \times 10^{-5}$
Maret	$5{,}4225 \times 10^{-5}$
April	$2{,}465 \times 10^{-5}$
Mei	$3{,}825 \times 10^{-6}$
Juni	$4{,}625 \times 10^{-6}$
Juli	$3{,}825 \times 10^{-6}$
Agustus	$2{,}21 \times 10^{-6}$
September	$2{,}281 \times 10^{-6}$
Oktober	$9{,}05 \times 10^{-6}$
November	$1{,}1471 \times 10^{-5}$
Desember	$3{,}2625 \times 10^{-5}$
Total	$2{,}2333 \times 10^{-4}$
Rata-Rata	$1{,}861 \times 10^{-5}$

4.2.3 Perhitungan Nilai Ekspektasi Pada Variabel

Terdapat 4 variabel yang akan dihitung nilai ekspektasinya, yaitu nilai tukar uang (kurs) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat tahun 2019 yang diampilkan pada Tabel 4.5 dan rata-rata harga

komoditi pangan nasional, yaitu beras, cabai merah, dan bawang merah tahun 2019 yang ditampilkan pada Tabel 4.6. Nilai ekspektasi atau nilai harapan adalah suatu konsep dalam statistik untuk membantu dalam pengambilan keputusan.
Diketahui formula untuk memperoleh nilai ekspektasi adalah sebagai berikut.

$$E_n = \sum_{i=0}^{k} X_i P(X_i) \tag{4.1}$$

dengan
X_i : nilai peubah acak
$P(X_i)$: peluang dari nilai peubah acak

Tabel 4. 5 Nilai Tukar Uang (Kurs) Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat Tahun 2019

Bulan	Nilai Tukar Uang Rupiah Terhadap Dollar Amerika (R_n)
Januari	Rp 14.233,909
Februari	Rp 14.105,368
Maret	Rp 14.282,100
April	Rp 14.213,316
Mei	Rp 14.464.762
Juni	Rp 14.297.733
Juli	Rp 14.114,261
Agustus	Rp 14.313,045
September	Rp 14.181,571
Oktober	Rp 14.188,210
November	Rp 14.139,060
Desember	Rp 14,087,540

Tabel 4. 6 Rata-Rata Harga Eceran Nasional Beras, Cabai Merah, dan Bawang Merah Tahun 2019

Bulan	Beras (A_n)	Cabai Merah (C_n)	Bawang Merah (B_n)	Jumlah (Q_n)
Januari	Rp 8.328	Rp 27.560	Rp 31.443	Rp 67.331
Februari	Rp 10.737	Rp 23.676	Rp 27.626	Rp 62.039
Maret	Rp 10.682	Rp 24.888	Rp 31.826	Rp 67.396
April	Rp 10.581	Rp 29.154	Rp 38.074	Rp 77.809
Mei	Rp 11.002	Rp 35.091	Rp 37.309	Rp 83.402
Juni	Rp 9.417	Rp 36.698	Rp 33.211	Rp 79.326
Juli	Rp 11.067	Rp 47.399	Rp 34.150	Rp 92.616
Agustus	Rp 10.963	Rp 49.766	Rp 28.188	Rp 88.917
September	Rp 11.085	Rp 37.104	Rp 23.772	Rp 71.961
Oktober	Rp 11.129	Rp 36.838	Rp 25.089	Rp 73.056
November	Rp 11.064	Rp 34.015	Rp 29.633	Rp 74.712
Desember	Rp 10.873	Rp 28.188	Rp33.653	Rp 72.714

Agar diperoleh ekspektasi pada tingkat minimum, maka diasumsikan nilai ekspektasi yang diambil dibagi dengan 2, dan masing-masing variabel memiliki peluang sebesar $X_i = 0{,}25$, sehingga perhitungan nilai ekspektasi untuk data pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 adalah sebagai berikut.

$$E(X) = \frac{1}{2}\sum_{i=0}^{k} X_i P(X_i) \tag{4.2}$$

NE_{R_n} adalah nilai perhitungan ekspektasi yang bergantung dalam informasi pada nilai tukar uang (kurs) pada setiap bulannya dan NE_{Q_n} adalah penjumlahan dari nilai perhitungan ekspektasi yang bergantung dalam informasi pada harga komoditi pangan nasional, yang terdiri dari beras, cabai merah, dan bawang merah.

Berdasarkan persamaan 4.2, maka perhitungan nilai ekspektasi pada data nilai tukar uang (kurs) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat adalah sebagai berikut.

$$NE_{R_n} = \frac{1}{2}\sum_{i=0}^{k} X_i P(X_i) \tag{4.3}$$

Dan perhitungan nilai ekspektasi pada data rata-rata harga eceran nasional beras (A_n), cabai merah (C_n), dan bawang merah (B_n) adalah sebagai berikut. Diketahui bahwa $Q_n = A_n + C_n + B_n$.

$$NE_{Q_n} = \frac{1}{2}\sum_{i=0}^{k} X_i P(X_i) \tag{4.4}$$

1. Bulan Januari 2019

$$\begin{aligned}
NE_{R_{n_1}} &= \frac{1}{2}\left(X_{R_n} P\left(X_{R_n}\right)\right) \\
&= \frac{1}{2}\left(X_{R_1} P\left(X_{R_1}\right)\right) \\
&= \frac{1}{2}\left(14233{,}909(0{,}25)\right) \\
&= \frac{1}{2}(3558{,}4773) \\
&= 1779{,}239 \\
NE_{Q_{n_1}} &= \frac{1}{2}\left(X_{A_n} P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n} P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n} P\left(X_{B_n}\right)\right) \\
&= \frac{1}{2}\left(X_{A_1} P\left(X_{A_1}\right) + X_{C_1} P\left(X_{C_1}\right) + X_{B_1} P\left(X_{B_1}\right)\right) \\
&= \frac{1}{2}\left(8328(0{,}25) + 27560(0{,}25) + 31443(0{,}25)\right) \\
&= \frac{1}{2}(2082 + 6890 + 7860{,}75) \\
&= 8416{,}375
\end{aligned}$$

2. Bulan Februari 2019

$$NE_{R_{n_2}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n} P\left(X_{R_n}\right)\right)$$

$$NE_{R_{n_2}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_2}P\left(X_{R_2}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14105{,}3684(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3526{,}3421)$$
$$= 1763{,}171$$
$$NE_{Q_{n_2}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_2}P\left(X_{A_2}\right) + X_{C_2}P\left(X_{C_2}\right) + X_{B_2}P\left(X_{B_2}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(10737(0{,}25) + 23676(0{,}25) + 27626(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(2684{,}25 + 5919 + 6906{,}5)$$
$$= 7754{,}875$$

3. Bulan Maret 2019

$$NE_{R_{n_3}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_3}P\left(X_{R_3}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14282{,}1(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3570{,}25)$$
$$= 1785{,}263$$
$$NE_{Q_{n_3}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_3}P\left(X_{A_3}\right) + X_{C_3}P\left(X_{C_3}\right) + X_{B_3}P\left(X_{B_3}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(10682(0{,}25) + 24888(0{,}25) + 31826(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(2670{,}5 + 6222 + 7956{,}5)$$
$$= 10209{,}763$$

4. Bulan April 2019

$$NE_{R_{n_4}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_4}P\left(X_{R_4}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14213{,}316(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3553{,}328947)$$
$$= 1776{,}664$$
$$NE_{Q_{n_4}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_4}P\left(X_{A_4}\right) + X_{C_4}P\left(X_{C_4}\right) + X_{B_4}P\left(X_{B_4}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(10581(0{,}25) + 29154(0{,}25) + 38074(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(2645{,}25 + 7288{,}5 + 9518{,}5)$$
$$= 9726{,}125$$

5. Bulan Mei 2019

$$NE_{R_{n_5}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_5}P\left(X_{R_5}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14464{,}762(0{,}25)\right)$$
$$NE_{R_{n_5}} = \frac{1}{2}(3616{,}190476)$$
$$= 1808{,}095$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_5}P\left(X_{A_5}\right) + X_{C_5}P\left(X_{C_5}\right) + X_{B_5}P\left(X_{B_5}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(11002(0{,}25) + 35091(0{,}25) + 37309(0{,}25)\right)$$

$$NE_{R_{n_5}} = \frac{1}{2}(2750{,}5 + 8772{,}75 + 9327{,}25)$$
$$= 10425{,}250$$

6. Bulan Juni 2019

$$NE_{R_{n_6}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_6}P\left(X_{R_6}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14297{,}733(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3574{,}43333)$$
$$= 1787{,}217$$
$$NE_{Q_{n_6}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_6}P\left(X_{A_6}\right) + X_{C_6}P\left(X_{C_6}\right) + X_{B_6}P\left(X_{B_6}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(9417(0{,}25) + 36698(0{,}25) + 33211(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(2354{,}25 + 9174{,}5 + 8302{,}75)$$
$$= 9915{,}750$$

7. Bulan Juli 2019

$$NE_{R_{n_7}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_7}P\left(X_{R_7}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14114{,}261(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3528{,}565217)$$
$$= 1764{,}283$$
$$NE_{Q_{n_7}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$

$$NE_{Q_{n_7}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_7}P\left(X_{A_7}\right) + X_{C_7}P\left(X_{C_7}\right) + X_{B_7}P\left(X_{B_7}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(11067(0{,}25) + 47399(0{,}25) + 34150(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(2766{,}75 + 11849{,}75 + 8537{,}5)$$
$$= 11577$$

8. Bulan Agustus 2019

$$NE_{R_{n_8}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_8}P\left(X_{R_8}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14313{,}045(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3578{,}261364)$$
$$= 1789{,}131$$
$$NE_{Q_{n_8}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_8}P\left(X_{A_8}\right) + X_{C_8}P\left(X_{C_8}\right) + X_{B_8}P\left(X_{B_8}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(10963(0{,}25) + 49766(0{,}25) + 28188(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(2740{,}75 + 12441{,}5 + 7047)$$
$$= 11114{,}625$$

9. Bulan September 2019

$$NE_{R_{n_9}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_9}P\left(X_{R_9}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14181{,}571(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3525{,}392857)$$

$$NE_{R_{n_9}} = 1772{,}696$$

$$NE_{Q_{n_9}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_9}P\left(X_{A_9}\right) + X_{C_9}P\left(X_{C_9}\right) + X_{B_9}P\left(X_{B_9}\right)\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(11085(0{,}25) + 37104(0{,}25) + 23771(0{,}25)\right)$$

$$= \frac{1}{2}(2771{,}25 + 9276 + 5943)$$

$$= 8995{,}125$$

10. Bulan Oktober 2019

$$NE_{R_{n_{10}}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_{10}}P\left(X_{R_{10}}\right)\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(14188{,}21(0{,}25)\right)$$

$$= \frac{1}{2}(3547{,}0525)$$

$$= 1773{,}526$$

$$NE_{Q_{n_{10}}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_{10}}P\left(X_{A_{10}}\right) + X_{C_{10}}P\left(X_{C_{10}}\right) + X_{B_{10}}P\left(X_{B_{10}}\right)\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(11129(0{,}25) + 36828(0{,}25) + 25089(0{,}25)\right)$$

$$= \frac{1}{2}(2782{,}25 + 9209{,}5 = 6272{,}25)$$

$$= 9132$$

11. Bulan November 2019

$$NE_{R_{n_{11}}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_{11}}P\left(X_{R_{11}}\right)\right)$$

$$NE_{R_{n_{11}}} = \frac{1}{2}\left(14139{,}06(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3534{,}765)$$
$$= 1767{,}383$$
$$NE_{Q_{n_{11}}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_{11}}P\left(X_{A_{11}}\right) + X_{C_{11}}P\left(X_{C_{11}}\right) + X_{B_{11}}P\left(X_{B_{11}}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(11064(0{,}25) + 34015(0{,}25) + 29633(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(2766 + 8503{,}75 + 7408{,}25)$$
$$= 9339$$

12. Bulan Desember 2019

$$NE_{R_{n_{12}}} = \frac{1}{2}\left(X_{R_n}P\left(X_{R_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{R_{12}}P\left(X_{R_{12}}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(14087{,}54(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(3521{,}884875)$$
$$= 1760{,}942$$
$$NE_{R_{n_{12}}} = \frac{1}{2}\left(X_{A_n}P\left(X_{A_n}\right) + X_{C_n}P\left(X_{C_n}\right) + X_{B_n}P\left(X_{B_n}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(X_{A_{12}}P\left(X_{A_{12}}\right) + X_{C_{12}}P\left(X_{C_{12}}\right) + X_{B_{12}}P\left(X_{B_{12}}\right)\right)$$
$$= \frac{1}{2}\left(10873(0{,}25) + 28188(0{,}25) + 33653(0{,}25)\right)$$
$$= \frac{1}{2}(2718{,}25 + 7047 + 8413{,}25)$$
$$= 9089{,}250$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, akan diperoleh nilai rata-rata dari nilai perhitungan ekspektasi dari 4 variabel yang diteliti, selengkapnya akan ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Nilai Perhitungan Ekspektasi Pada Variabel Pengaruh Inflasi Tahun 2019

Bulan	NE_{R_n}	NE_{Q_n}
Januari	1779,239	8416,375
Februari	1763,171	7754,875
Maret	1785,263	8424,500
April	1776,664	9726,125
Mei	1808,095	10425,250
Juni	1787,217	9915,750
Juli	1764,283	11577,000
Agustus	1789,131	11114,625
September	1772,696	8995,125
Oktober	1773,526	9132,000
November	1767,383	9339,000
Desember	1760,942	9089,250
Total	21327,609	113909,875
Rata-Rata	1777,301 $\cong 1780$	9492,490 $\cong 9490$

4.3 Pemecahan Masalah dengan Menggunakan Metode Pemrograman Dinamis

Pemrograman dinamis adalah teknik matematika yang dapat digunakan untuk membuat urutan keputusan yang saling terkait sehingga memberikan prosedur sistematis untuk menentukan keputusan kombinasi yang optimal. Pada penelitian ini akan dilakukan minimasi pada tingkat inflasi nasional dengan mempertimbangkan variabel-variabel *cost push inflation*, yaitu nilai tukar uang (kurs) dan rata-rata harga komoditas pangan nasional, seperti beras, cabai merah, dan bawang merah. Model

formulasi perhitungan identifikasi tingkat inflasi tahun 2019 menggunakan metode pemrograman dinamis adalah sebagai berikut.

Fungsi tujuan:

$$f_n(I_n) = \sum_{n=1}^{12} I_n(R_n, A_n, C_n, B_n) \tag{4.5}$$

dengan batasan:

$$0 \leq T_n \leq T^*$$
$$0 \leq I_n \leq T^*$$
$$0 \leq DF_n \leq 1$$
$$0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$$
$$R_n, A_n, C_n, B_n \geq 0$$

Persamaan 4.5 dapat dituliskan menjadi formula yang lebih lengkap mengacu pada formula *Inflation Loss Function*, dengan mempertimbangkan nilai ekspektasi dari variabel-variabel *cost push inflation* yang akan dihitung, yaitu nilai tukar uang (kurs) dan rata-rata harga komoditas pangan nasional, seperti beras, cabai merah, dan bawang merah pada setiap bulannya. Secara lengkap fungsi tujuan dari identifikasi tingkat inflasi adalah sebagai berikut.

$$f_n(I_n) = \min\{[(1 - DF_n) \times DF_n^2 \times L_n \times NE_n] + f_{n-1}^*\} \tag{4.6}$$
$$n = 1,2, \dots ,12$$

dengan batasan:

$$0 \leq T_n \leq T^*$$
$$0 \leq I_n \leq T^*$$
$$0 \leq DF_n \leq 1$$
$$0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$$

dengan

n : tahap

I_n : tingkat inflasi nasional pada tahap n

R_n : nilai tukar uang rupiah terhadap dollar pada tahap n

A_n : rata-rata harga eceran nasional beras pada tahap n

C_n : rata-rata harga eceran nasional cabai merah pada tahap n
B_n : rata-rata harga eceran nasional bawang merah pada tahap n
T_n : nilai inflasi aktual pada tahap n
T^* : target inflasi nasional
NE_n : nilai perhitungan ekspektasi yang bergantung dalam informasi yang tersedia pada tahap n
L_n : rata-rata nilai periode dalam *loss function* pada tahap n
DF_n : rata-rata nilai diskon faktor pada tahap n
f_{n-1}^* : nilai minimum pada tahap sebelumnya $(n-1)$
$f_n(I_n)$: nilai minimum optimasi tingkat inflasi pada tahap n

Dari perhitungan dari data-data pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.4, diperoleh rata-rata faktor diskon yang dihitung setiap bulan pada tahun 2019, yaitu sebesar $27{,}02\%$ dan perhitungan nilai periode dalam *inflation loss function* tahun 2019, yaitu sebesar $2{,}2333 \times 10^{-5}$. NE_n adalah total dari nilai perhitungan ekspektasi variabel *cost push inflation*, yaitu nilai tukar uang (kurs) dan rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah, dan bawang merah), selanjutnya dapat diperoleh fungsi tujuan dari optimasi tingkat inflasi nasional tahun 2019 berdasarkan Persamaan 4.5 dan Persamaan 4.6 adalah sebagai berikut.

$$f_n(I_n) = \min\{[(1-DF_n) \times DF_n^2 \times L_n \times NE_n] + f_{n-1}^*\}$$
$$f_n(I_n) = \min\{[(1-DF_n) \times DF_n^2 \times L_n \times (NE_{R_n} + NE_{Q_n})] + f_{n-1}^*\}$$
$$f_n(I_n) = \min\{[48{,}08\% \times (27{,}02\%)^2 \times 2{,}2333 \times 10^{-5} \times (NE_{R_n} + NE_{Q_n})] + f_{n-1}^*\}$$
$$f_n(I_n) = \min\{[2{,}418 \times 10^{-6} \times (NE_{R_n} + NE_{Q_n})] + f_{n-1}^*\} \quad (4.7)$$

dengan batasan:

$$0 \le T_n \le T^*$$
$$0 \le I_n \le T^*$$
$$0 \le DF_n \le 1$$
$$0 \le NE_{R_n} \le 1780$$

Dengan menggunakan data nilai perhitungan ekspektasi variabel pengaruh inflasi tahun 2019 pada Tabel 4.7, penyelesaian identifikasi tingkat inflasi nasional menggunakan metode pemrograman dinamis deterministik dengan rekursif maju (*forward recursive*) adalah sebagai berikut.

1. Tahap 1: Bulan Januari

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Karena $f_0(I_0) = 0$, maka fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_1(I_1) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_1} + NE_{Q_1}\right) \tag{4.8}$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Januari 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.1. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Januari, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_1} = 1780$ dan $NE_{Q_1} = 9155$.

$$\begin{aligned} f_1(I_1) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_{12}} + NE_{Q_{12}}\right) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 9155) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 10935 \\ &= 0{,}0264409 \end{aligned}$$

2. Tahap 2: Bulan Februari

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_2(I_2) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_2} + NE_{Q_2}\right) + f_1(I_1) \tag{4.9}$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Februari 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.2. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Februari, dimana

tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_2} = 1780$ dan $NE_{Q_2} = 8738$.

$$\begin{aligned} f_2(I_2) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_{11}} + NE_{Q_{11}}\right) + f_1(I_1) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 8738) + 0{,}0264409 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 10518 + 0{,}0264409 \\ &= 0{,}0254326 + 0{,}0264409 \\ &= 0{,}0518736 \end{aligned}$$

3. Tahap 3: Bulan Maret

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_3(I_3) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_3} + NE_{Q_3}\right) + f_2(I_2) \qquad (4.10)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Maret 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.3. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Maret, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_3} = 1780$ dan $NE_{Q_3} = 8650$.

$$\begin{aligned} f_3(I_3) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_{10}} + NE_{Q_{10}}\right) + f_{11}(I_{11}) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 8650) + 0{,}0518736 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 10430 + 0{,}0518736 \\ &= 0{,}0252198 + 0{,}0518736 \\ &= 0{,}0770934 \end{aligned}$$

4. Tahap 4: Bulan April

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_4(I_4) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_4} + NE_{Q_4}\right) + f_3(I_3) \qquad (4.11)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan April 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.4. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan April, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_4} = 1780$ dan $NE_{Q_4} = 9683$.

$$\begin{aligned} f_4(I_4) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_9} + NE_{Q_9}\right) + f_{10}(I_{10}) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 9683) + 0{,}0770934 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 11463 + 0{,}0770934 \\ &= 0{,}0277176 + 0{,}0770934 \\ &= 0{,}1048111 \end{aligned}$$

5. Tahap 5: Bulan Mei

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_5(I_5) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_5} + NE_{Q_5}\right) + f_4(I_4) \qquad (4.12)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Mei 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.5. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Mei, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_5} = 1780$ dan $NE_{Q_5} = 10673$.

$$\begin{aligned} f_5(I_5) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_8} + NE_{Q_8}\right) + f_9(I_9) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 10673) + 0{,}1048111 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 12453 + 0{,}1048111 \\ &= 0{,}0301115 + 0{,}1048111 \\ &= 0{,}1349225 \end{aligned}$$

6. Tahap 6: Bulan Juni

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana

$0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_6(I_6) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_6} + NE_{Q_6}\right) + f_5(I_5) \qquad (4.13)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Juni 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.6. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Juni, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika jika $NE_{R_6} = 1780$ dan $NE_{Q_6} = 10143$.

$$\begin{aligned} f_6(I_6) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_7} + NE_{Q_7}\right) + f_8(I_8) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 10143) + 0{,}1349225 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 11923 + 0{,}1349225 \\ &= 0{,}288299 + 0{,}1349225 \\ &= 0{,}1627525 \end{aligned}$$

7. Tahap 7: Bulan Juli

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_7(I_7) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_7} + NE_{Q_7}\right) + f_6(I_6) \qquad (4.14)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Juli 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.7. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Juli, dimana tingkat inflasi nasional optimal $NE_{R_7} = 1780$ dan $NE_{Q_7} = 11521$.

$$\begin{aligned} f_7(I_7) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_6} + NE_{Q_6}\right) + f_7(I_7) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 11521) + 0{,}1627525 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 13301 + 0{,}1627525 \\ &= 0{,}0321619 + 0{,}1627525 \\ &= 0{,}1959144 \end{aligned}$$

8. Tahap 8: Bulan Agustus

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_8(I_8) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_8} + NE_{Q_8}\right) + f_7(I_7) \qquad (4.15)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Agustus 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.8. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Agustus, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_8} = 1780$ dan $NE_{Q_8} = 11344$.

$$\begin{aligned} f_8(I_8) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_5} + NE_{Q_5}\right) + f_6(I_6) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 11344) + 0{,}1959144 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 13124 + 0{,}1959144 \\ &= 0{,}0317340 + 0{,}1959144 \\ &= 0{,}2276484 \end{aligned}$$

9. Tahap 9: Bulan September

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_9(I_9) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_9} + NE_{Q_9}\right) + f_8(I_8) \qquad (4.16)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan September 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.9. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan September, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_9} = 1780$ dan $NE_{Q_9} = 9728$.

$$\begin{aligned} f_9(I_9) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_4} + NE_{Q_4}\right) + f_5(I_5) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 9728) + 0{,}2276484 \end{aligned}$$

$$f_9(I_9) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times 11508 + 0{,}2276484$$
$$= 0{,}0278265 + 0{,}2276484$$
$$= 0{,}2554748$$

10. Tahap 10: Bulan Oktober

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_{10}(I_{10}) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_{10}} + NE_{Q_{10}}\right) + f_9(I_9) \quad (4.17)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Oktober 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.10. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Oktober, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_{10}} = 1780$ dan $NE_{Q_{10}} = 9606$.

$$f_{10}(I_{10}) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_3} + NE_{Q_3}\right) + f_4(I_4)$$
$$= 2{,}418 \times 10^{-6}(1780 + 9606) + 0{,}2554748$$
$$= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 11386 + 0{,}2554748$$
$$= 0{,}0275315 + 0{,}2554748$$
$$= 0{,}2830063$$

11. Tahap 11: Bulan November

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_{11}(I_{11}) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_{11}} + NE_{Q_{11}}\right) + f_{10}(I_{10}) \quad (4.18)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan November 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.11. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan November,

dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_{11}} = 1780$ dan $NE_{Q_{11}} = 9546$.

$$\begin{aligned} f_{11}(I_{11}) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_2} + NE_{Q_2}\right) + f_3(I_3) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 9546) + 0{,}2830063 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 11326 + 0{,}2830063 \\ &= 0{,}0273864 + 0{,}2830063 \\ &= 0{,}3103927 \end{aligned}$$

12. Tahap 12: Bulan Desember

Dalam tahap ini terdapat 8 alternatif kebijakan berdasarkan nilai perhitungan ekspektasi nilai tukar uang (kurs), dimana $0 \leq NE_{R_n} \leq 1780$. Fungsi objektif pada tahap ini dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$f_{12}(I_{12}) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_{12}} + NE_{Q_{12}}\right) + f_{11}(I_{11}) \quad (4.19)$$

Hasil perhitungan tingkat inflasi pada bulan Desember 2019 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A Tabel A.12. Berikut merupakan hasil perhitungan optimal pada Bulan Desember, dimana tingkat inflasi nasional optimal jika $NE_{R_{12}} = 1780$ dan $NE_{Q_{12}} = 9550$.

$$\begin{aligned} f_{12}(I_{12}) &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_1} + NE_{Q_1}\right) + f_2(I_2) \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times (1780 + 9550) + 0{,}3103927 \\ &= 2{,}418 \times 10^{-6} \times 11330 + 0{,}3103927 \\ &= 0{,}0273961 + 0{,}3103927 \\ &= 0{,}3377887 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan identifikasi tingkat inflasi nasional tahun 2019 dengan menggunakan metode pemrograman dinamis dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam identifikasi tingkat inflasi nasional adalah nilai aktual tingkat inflasi nasional, nilai tukar (kurs) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat, tingkat

suku bunga nasional, rata-rata harga komoditi pangan nasional (beras, cabai merah dan bawang merah), dan *output gap* pada periode Januari - Desember 2019. Sedangkan, dalam menentukan nilai tingkat inflasi di Indonesia dilakukan pertimbangan pada banyak faktor lain. Menurut Bank Indonesia, inflasi di Indonesia dihitung dengan Indeks Harga Konsumen (IHK) yang dikelompokkan menjadi 7 kelompok pengeluaran, yaitu kelompok bahan makanan, kelompok makanan jadi, minuman, rokok, dan tembakau; kelompok perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar; kelompok sandang; kelompok kesehatan; kelompok pendidikan, rekreasi dan olahraga; dan kelompok transport, komunikasi dan jasa keuangan. Selain itu, faktor eksternal, seperti inflasi mitra dagang, harga komoditas global, dan faktor hari raya juga menjadi salah satu faktor dalam menentukan besarnya nilai inflasi di Indonesia.

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Identifikasi Tingkat Inflasi Nasional Tahun 2019 Menggunakan Metode Pemrograman Dinamis

No.	Bulan	Akumulasi Tingkat Inflasi	Tingkat Inflasi Optimal	Tingkat Inflasi Optimal (%)
1.	Januari	0,0264409	0,0264409	2,64%
2.	Februari	0,0518736	0,0254326	2,54%
3.	Maret	0,0770934	0,0252198	2,52%
4.	April	0,1048111	0,0277176	2,77%
5.	Mei	0,1349225	0,0301115	3,01%
6.	Juni	0,1627525	0,2882990	2,88%
7.	Juli	0,1959144	0,0321619	3.22%
8.	Agustus	0,2276484	0,0317340	3,17%
9.	September	0,2554748	0,0278265	2,78%
10.	Oktober	0,2830063	0,0275315	2,75%
11.	November	0,3103927	0,0273864	2,74%
12.	Desember	0,3377887	0,0273961	2,74%

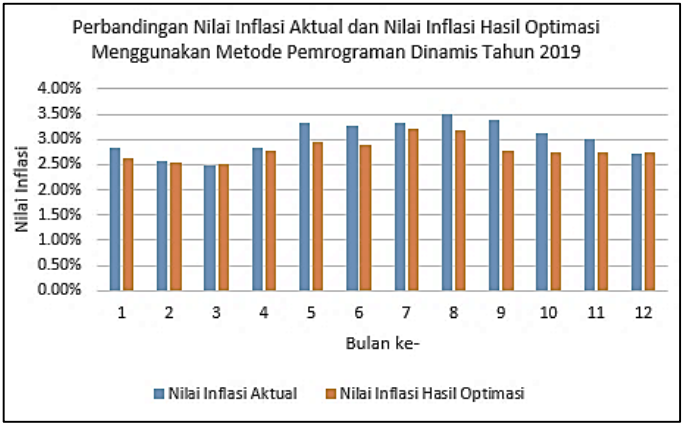
Kelebihan dalam penelitian ini adalah dapat diperoleh jumlah nilai ekspektasi dari faktor-faktor yang menyebabkan inflasi dan nilai tingkat inflasi yang lebih rendah dari nilai aktualnya. Sedangkan, kekurangannya adalah belum semua faktor-faktor yang menyebabkan inflasi dapat dimasukkan ke pengolahan data sehingga beberapa nilai perhitungan identifikasi nilainya jauh dari nilai aktual.

Tabel 4.9 merupakan perbandingan perhitungan nilai inflasi aktual dan nilai inflasi hasil identifikasi dan Gambar 5.1 merupakan perbandingan nilai inflasi aktual dan nilai inflasi hasil identifikasi menggunakan metode pemrograman dinamis tahun 2019 dalam bentuk grafik. Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan, diperoleh jumlah nilai ekspektasi dari 4 faktor penyebab inflasi dan nilai inflasi. Dari hasil pengolahan, dapat dilihat bahwa secara keseluruhan perhitungan identifikasi mendapatkan nilai yang lebih optimal, dimana nilai inflasi hasil identifikasi lebih rendah daripada nilai inflasi aktualnya, akan tetapi terdapat beberapa nilai inflasi hasil identifikasi yang melebihi nilai aktualnya, yaitu pada bulan Maret dan Desember.

Pada perbandingan perhitungan nilai inflasi aktual dan nilai inflasi hasil identifikasi, pada bulan Januari menuju bulan Februari 2019, ditunjukkan bahwa perhitungan keduanya mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat dari nilai tukar uang (kurs), harga cabai merah, dan harga bawang merah mengalami kenaikan yang cukup besar, sedangkan harga beras cenderung turun. Pada bulan Maret menuju bulan April 2019, ditunjukkan bahwa perhitungan keduanya mengalami kenaikan. Hal ini dapat dilihat dari harga cabai merah dan harga bawang merah mengalami kenaikan yang cukup besar, sedangkan nilai tukar uang (kurs) dan harga beras mengalami penurunan sangat kecil.

Tabel 4. 9 Perbandingan Perhitungan Nilai Inflasi Aktual dan Nilai Inflasi Hasil Identifikasi Tahun 2019

Bulan	Inflasi Aktual	Inflasi Optimasi
Januari	2,82%	2,64%
Februari	2,57%	2,54%
Maret	2,48%	2,52%
April	2,83%	2,77%
Mei	3,32%	3,01%
Juni	3,28%	2,88%
Juli	3,32%	3.22%
Agustus	3,49%	3,17%
September	3,39%	2,78%
Oktober	3,13%	2,75%
November	3,00%	2,74%
Desember	2,72%	2,74%



Gambar 4. 1 Grafik Perhitungan Nilai Inflasi Aktual dan Nilai Inflasi Hasil Optimasi Tahun 2019

BAB V
PENUTUP

Pada bab ini diberikan kesimpulan Tugas Akhir yang diperoleh dari pembahasan pada bab sebelumnya serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penerapan model pemrograman dinamis pada identifikasi tingkat inflasi nasional tahun 2019 dinilai cukup baik, karena dapat merepresentasikan perhitungan tingkat inflasi nasional dengan mempertimbangkan nilai perhitungan ekspektasi faktor-faktor yang menyebabkan inflasi, yaitu nilai tukar uang (kurs) rupiah terhadap dollar Amerika Serikat, dan rata-rata harga komoditi pangan nasional yang diatur pemerintah, diantaranya adalah beras, cabai merah dan bawang merah sehingga memperoleh hasil optimasi yang sesuai.
2. Dari hasil analisis pada identifikasi tingkat inflasi nasional tahun 2019, secara keseluruhan perhitungan identifikasi mendapatkan nilai yang lebih optimal, dimana nilai inflasi hasil identifikasi lebih rendah daripada nilai inflasi aktualnya, akan tetapi terdapat beberapa nilai inflasi hasil identifikasi yang melebihi nilai aktualnya, yaitu pada bulan Maret dan Desember. Perbedaan hasil perhitungan nilai inflasi hasil identifikasi dan nilai inflasi aktual disebabkan oleh faktor-faktor penyebab inflasi yang belum dicantumkan pada identifikasi tingkat inflasi nasional dengan menggunakan metode pemrograman dinamis, karena inflasi di Indonesia dihitung berdasarkan Indeks Harga Konsumen (IHK) yang dibagi menjadi 7 kelompok pengeluaran.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Mempertimbangkan variabel-variabel penyebab besarnya nilai inflasi yang lain sehingga akan mendapatkan nilai identifikasi yang lebih akurat, misalnya dengan menambahkan faktor atau variabel harga bahan bakar minyak, inflasi mitra dagang Indonesia, dan lain sebagainya.
2. Menambahkan metode mengenai peramalan pada variabel-variabel yang akan diteliti, agar hasil yang diperoleh dapat menjadi pertimbangan pemerintah maupun pihak-pihak terkait dalam pengambilan kebijakan ekonomi kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Indonesia, Bank. (2020). "Laporan Perekonomian Indonesia 2019". Jakarta: Bank Indonesia. Tersedia di: **www.bi.go.id**. Diakses pada 15 Juni 2020 pukul 10.21 WIB.

[2] Lesmana, Teresia. (2014). "Perkembangan Indikator Ekonomi dan Kemakmuran Indonesia Dibandingkan Dengan 6 Negara Tetangga Periode 2005-2012". **Binus Business Review Vol. 5**, No. 1, Mei 2014, Hal. 101-111. Departemen Akuntansi dan Keuangan, Fakultas Ekonomi dan Komunikasi: Binus University.

[3] Indonesia, Bank. (2018). "Tujuan Kebijakan Moneter, Kerangka Kebijakan Moneter, Inflasi, dan BI 7-*Day* (*Reverse*) *Repo Rate*". Tersedia di: **www.bi.go.id**. Diakses pada 15 Januari 2020 pukul 10.49 WIB dan 3 Mei 2020 pukul 16.30 WIB.

[4] Utari, G.A. Diah, Cristina, R. dan Pambudi, Sudiro. (2015). "Inflasi di Indonesia: Karakteristik dan Pengendaliannya". **Seri Kebanksentralan No. 23**. Bank Indonesia Institute.

[5] Pusat Statistik, Badan. (2020). "Konsep Inflasi". Tersedia di: **www.bps.go.id**. Diakses pada 15 Januari 2020 pukul 11.37 WIB.

[6] CNN Indonesia. (2020). **https://www. Cnnindonesia. com/ekonomi/20200103194543-532-462274/bi-ungkap-penyebab-inflasi-2019-terendah-sejak-1998**. Diakses pada 22 Januari 2020 pukul 18.41 WIB.

[7] Kontan. (2019). **https://nasional.kontan.co.id/ news/ pemerintah-targetkan-inflasi-2020-sebesar-31-idef-kami-pesimis**. Diakses pada 22 Januari 2020 pukul 18.47.

[8] Cornuejols, G. and Tutungu, R. (2006). "*Optimization Methods in Finance*". **Carnegie Mellon University, Pittsburgh PA 15213**: United States.

[9] Raharjo, J. S. D. (2013). "Model *Artificial Neural Network* Berbasis *Particle Swarm Optimation* Untuk Prediksi Laju Inflasi". **Jurnal Sistem Komputer** – Vol. 3, No. 1, Juni 2013. Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer: Eresha Jakarta.

[10] Brahmana, Andi Riananta. (2013). "Optimasi Produksi Dengan Program Dinamis Pada Pabrik *Fractination and Refinery Factory* (FRF) PT. Socfindo Kebun Tanah Gambus". **Tugas Akhir Departemen Teknik Industri**. Universitas Sumatera Utara.

[11] Kapetanios, G., Marcellino, M. and Papailias, F. (2015). "*Forecasting Inflation and GDP Growth Using Heuristic Optimization Of Information Criteria and Variable Reduction Methods*". **Computational Statistics and Data Analysis**.

[12] Basalamah, Fikri. (2017). "Optimasi Distribusi Produk Semen Dengan Menggunakan Pemrograman Dinamis (Studi Kasus: PT. Semen Gresik). **Tugas Akhir Departemen Sistem Informasi**. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[13] Martine van den Boomen, Pieter L. van den Berg & A. Rogier M. Wolfert. (2019). "*A Dynamic Programming Approach For Economic Optimisation Of Lifetime-Extending Maintenance, Renovation, and Replacement Of Public Infrastructure Assets Under Differential Inflation*". **Structure and Infrastructure Engineering, 15:2**, 193-205.

[14] Mankiw, N. Gregory. (2016). "*Macroeconomics Ninth Edition*". **Harvard University**: New York.

[15] Svensson, L.E.O. (2002). "*Inflation Targeting: Should It Be Modeled As An Instrument Rule Or A Targeting Rule*?". **European Economic Review 46**, Hal 771-780.

[16] Sugiharti, L., Esquivias, M.A., and Setyorani, B. (2020). "*The Impact Of Exchange Rate Volatility On*

Indonesia's Top Exports To The Five Main Export Markets". **Heliyon 6** e03141.

[17] Prabowo, D.W. (2014). "Pengelompokan Komoditi Bahan Pangan Pokok Dengan Metode *Analytical Hierarchy Process*". **Pusat Kebijakan Perdagangan Dalam Negeri, BP2KP, Kementrian Perdagangan RI**: Jakarta Pusat.

[18] Nurwanda, Asep dan Rifai, Bakhtiar. (2018). "Diagnosis Pertumbuhan Ekonomi dan Output Potensial Indonesia". **Kajian Ekonomi Keuangan Vol. 2 No. 3**. Pusat Kebijakan Ekonomi Makro, Badan Kebijakan Fiskal, Kementrian Keuangan.

[19] Ross, S. M. (2011). "*An Elementary Introduction to Mathematical Finance Third Edition*". **Cambridge University Press**: New York, America.

[20] Hillier, F. S. (2005). "*Introduction To Operations Research Ninth Edition*". **McGraw-Hill Companies, Inc.**: New York, America.

[21] Svensson, Lars E.O. (2003). "*The Inflation Forecast and The Loss Function*". Princeton University and Stockholm University.

LAMPIRAN A

Tabel A.1 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan Januari 2019

	$f_1(I_1) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_1} + NE_{Q_1}\right)$							
	10413	10673	10933	11193	11453	11713	11973	12233
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	0.1343905
480	-	-	-	-	-	-	0.1349225	0.1355512
740	-	-	-	-	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799
1000	-	-	-	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799	0.1368085
1260	-	-	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799	0.1368085	0.1374373
1520	-	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799	0.1368085	0.1374373	0.1380659
1780	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799	0.1368085	0.1374373	0.1380659	0.1386946

Tabel A.2 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan Februari 2019

	$f_2(I_2) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_2} + NE_{Q_2}\right) + f_1(I_1)$							
	7698	7958	8218	8478	8738	8998	9258	9518
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-
480	-	-	-	-	-	-	-	-
740	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-	0.0518736
1260	-	-	-	-	-	-	0.0518736	0.0525023
1520	-	-	-	-	-	0.0518736	0.0525023	0.0531309
1780	-	-	-	-	0.0518736	0.0525023	0.0531309	0.0537596

Tabel A.3 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan Maret 2019

	$f_3(I_3) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_3} + NE_{Q_3}\right) + f_2(I_2)$							
	8390	8650	8910	9170	9430	9690	9950	10210
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	0.0770934
480	-	-	-	-	-	-	0.0770934	0.0777221
740	-	-	-	-	-	0.0770934	0.0777221	0.0783508
1000	-	-	-	-	0.0770934	0.0777221	0.0783508	0.0789795
1260	-	-		0.0770934	0.0777221	0.0783508	0.0789795	0.0796081
1520	-	-	0.0770934	0.0777221	0.0783508	0.0789795	0.0796081	0.0802368
1780	-	0.0770934	0.0777221	0.0783508	0.0789795	0.0796081	0.0802368	0.0808655

Tabel A.4 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan April 2019

	$f_4(I_4) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_4} + NE_{Q_4}\right) + f_3(I_3)$							
	9683	9943	10203	10463	10723	10983	11243	11503
0	-	-	-	-	-	-	-	0.1049078
220	-	-	-	-	-	-	0.1048111	0.1054397
480	-	-	-	-	-	0.1048111	0.1054397	0.1060684
740	-	-	-	-	0.1048111	0.1054397	0.1060684	0.1066971
1000	-	-	-	0.1048111	0.1054397	0.1060684	0.1066971	0.1073258
1260	-		0.1048111	0.1054397	0.1060684	0.1066971	0.1073258	0.1079545
1520	-	0.1048111	0.1054397	0.1060684	0.1066971	0.1073258	0.1079545	0.1085832
1780	0.1048111	0.1054397	0.1060684	0.1066971	0.1073258	0.1079545	0.1085832	0.1092118

Tabel A.5 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan Mei 2019

	$f_5(I_5) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times (NE_{R_5} + NE_{Q_5}) + f_4(I_4)$							
	10413	10673	10933	11193	11453	11713	11973	12233
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	0.1349225
480	-	-	-	-	-	-	0.1349225	0.1355512
740	-	-	-	-	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799
1000	-	-	-	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799	0.1368086
1260	-	-	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799	0.1368086	0.1374373
1520	-	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799	0.1368086	0.1374373	0.1380659
1780	-	0.1349225	0.1355512	0.1361799	0.1368086	0.1374373	0.1380659	0.1386946

Tabel A.6 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan Juni 2019

	$f_6(I_6) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_6} + NE_{Q_6}\right) + f_5(I_5)$							
	9883	10143	10403	10663	10923	11183	11443	11703
0	-	-	-	-	-	-	-	0.1632205
220	-	-	-	-	-	-	0.1631238	0.1632205
480	-	-	-	-	-	0.1631238	0.1637525	0.1643812
740	-	-	-	-	0.1631238	0.1637525	0.1643812	0.1650098
1000	-	-	-	0.1631238	0.1637525	0.1643812	0.1650098	0.1656385
1260	-	-	0.1631238	0.1637525	0.1643812	0.1650098	0.1656385	0.1662672
1520	-	0.1631238	0.1637525	0.1643812	0.1650098	0.1656385	0.1662672	0.1668959
1780	0.1631238	0.1637525	0.1643812	0.1650098	0.1656385	0.1662672	0.1668959	0.1675246

Tabel A.7 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan Juli 2019

	$f_7(I_7) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_7} + NE_{Q_7}\right) + f_6(I_6)$							
	11521	11781	12041	12301	12561	12821	13081	13341
0	-	-	-	-	-	-	-	0.1960111
220	-	-	-	-	-	-	0.1959144	0.1960111
480	-	-	-	-	-	0.1959144	0.1965431	0.1971718
740	-	-	-	-	0.1959144	0.1965431	0.1971718	0.1978005
1000	-	-	-	0.1959144	0.1965431	0.1971718	0.1978005	0.1984291
1260	-	-	0.1959144	0.1965431	0.1971718	0.1978005	0.1984291	0.1990578
1520	-	0.1959144	0.1965431	0.1971718	0.1978005	0.1984291	0.1990578	0.1996865
1780	0.1959144	0.1965431	0.1971718	0.1978005	0.1984291	0.1990578	0.1996865	0.2003152

Tabel A.8 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan Agustus 2019

	$f_8(I_8) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_8} + NE_{Q_8}\right) + f_7(I_7)$							
	11084	11344	11604	11864	12124	12384	12644	12904
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	0.2271164
480	-	-	-	-	-	-	0.2276484	0.2282771
740	-	-	-	-	-	0.2276484	0.2282771	0.2289057
1000	-	-	-	-	0.2276484	0.2282771	0.2289057	0.2295344
1260	-	-	-	0.2276484	0.2282771	0.2289057	0.2295344	0.2301631
1520	-	-	0.2276484	0.2282771	0.2289057	0.2295344	0.2301631	0.2307918
1780	-	0.2276484	0.2282771	0.2289057	0.2295344	0.2301631	0.2307918	0.2314205

Tabel A.9 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan September 2019

	$f_9(I_9) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_9} + NE_{Q_9}\right) + f_8(I_8)$							
	8948	9208	9468	9728	9988	10248	10508	10768
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-
480	-	-	-	-	-	-	-	-
740	-	-	-	-	-	-	-	0.2554748
1000	-	-	-	-	-	-	0.2554748	0.2561035
1260	-	-	-	-	-	0.2554748	0.2561035	0.2567322
1520	-	-	-	-	0.2554748	0.2561035	0.2567322	0.2573609
1780	-	-	-	0.2554748	0.2561035	0.2567322	0.2573609	0.2579896

Tabel A.10 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan Oktober 2019

	$f_{10}(I_{10}) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_{10}} + NE_{Q_{10}}\right) + f_9(I_9)$							
	9086	9346	9606	9866	10126	10386	10646	10906
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-
480	-	-	-	-	-	-	-	0.2830063
740	-	-	-	-	-	-	0.2830063	0.2836350
1000	-	-	-	-	-	0.2830063	0.2836350	0.2842637
1260	-	-	-	-	0.2830063	0.2836350	0.2842637	0.2848923
1520	-	-	-	0.2830063	0.2836350	0.2842637	0.2848923	0.2855210
1780	-	-	0.2830063	0.2836350	0.2842637	0.2848923	0.2855210	0.2861497

Tabel A.11 Optimasi Tingkat Inflasi Nasional Bulan November 2019

	$f_{11}(I_{11}) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times \left(NE_{R_{11}} + NE_{Q_{11}}\right) + f_{10}(I_{10})$							
	9286	9546	9806	10066	10326	10586	10846	11106
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	0.3103927
480	-	-	-	-	-	-	0.3103927	0.3110214
740	-	-	-	-	-	0.3103927	0.3110214	0.3116500
1000	-	-	-	-	0.3103927	0.3110214	0.3116500	0.3122787
1260	-	-	-	0.3103927	0.3110214	0.3116500	0.3122787	0.3129074
1520	-	-	0.3103927	0.3110214	0.3116500	0.3122787	0.3129074	0.3135361
1780	-	0.3103927	0.3110214	0.3116500	0.3122787	0.3129074	0.3135361	0.3141648

Tabel A.12 Optimasi Tinggi Jatuhan Nasional Bulan Desember 2019

	$f_{12}(l_{12}) = 2{,}418 \times 10^{-6} \times (NE_{12}^{8} + NE_{12}^{9}) + f_{11}(l_{11})$						
	9030	9290	9550	9810	10070	10330	10590	10850
0	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-
480	-	-	-	-	-	-	-	0.337788 7
740	-	-	-	-	-	-	0.337788 7	0.338417 4
1000	-	-	-	-	-	0.337788 7	0.338417 4	0.339046 1
1260	-	-	-	-	0.337788 7	0.338417 4	0.339046 1	0.339674 8
1520	-	-	-	0.337788 7	0.338417 4	0.339046 1	0.339674 8	0.340303 5
1780	-	-	0.337788 7	0.338417 4	0.339046 1	0.339674 8	0.340303 5	0.340932 1

BIODATA PENULIS

Kirana Damayanti Putri Hapsari, lahir di Madiun, 5 September 1997. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, pernah menempuh pendidikan formal mulai dari TK Dharmawanita Geger Madiun, SD Negeri Purworejo I Madiun, SMP Negeri 1 Geger Madiun, dan SMA Negeri 1 Geger Madiun. Saat ini, penulis menempuh pendidikan S1 di Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Analisa Data (FSAD), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN. Selama proses perkuliahan, penulis mengambil bidang minat Matematika Terapan. Selama berkuliah penulis aktif mengikuti beberapa organisasi intra kampus. Penulis pernah menjabat pada beberapa organisasi kampus, seperti Bendahara II (2017) dan Bendahara I (2018) UKM IBC ITS, Kepala Divisi Kajian Strategis Internal Affair HIMATIKA ITS 2018/2019, dan Wakil Manajer Management Education Movement BSO IECC BEM ITS Kolaborapi 2019/2020. Selain itu, penulis juga aktif mengikuti kepanitiaan organisasi intra kampus, seperti Staff Divisi ICT dan Penanggung Jawab Regional Madiun OMITS 2018, Bendahara I ITS OPEN 2017, Koordinator Teknis ITS OPEN 2018 dan Staff Divisi Sponsorship OMITS 2019, dan beberapa kegiatan lain. Apabila ada pertanyaan, kritik dan saran mengenai laporan Tugas Akhir ini dapat menghubungi penulis melalui *e-mail* kiranadph@gmail.com.