

**METODE DEKOMPOSISI ADOMIAN *MULTISTAGE* PADA
MODEL DINAMIKA PENINGKATAN POPULASI PEROKOK**



**ANGGUN PUTRI SARI
NIM 18030080/2018**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

**METODE DEKOMPOSISI ADOMIAN *MULTISTAGE* PADA
MODEL DINAMIKA PENINGKATAN POPULASI PEROKOK**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

**ANGGUN PUTRI SARI
NIM 18030080/2018**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Metode Dekomposisi Adomian Multistage pada Model
Dinamika Peningkatan Populasi Perokok

Nama : Anggun Putri Sari

NIM : 18030080

Program Studi : Matematika

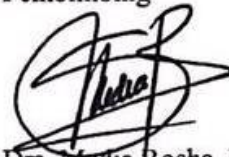
Departemen : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 04 November 2022

Disetujui Oleh,

Pembimbing



Dra. Media Rosha, M.Si

NIP. 19620815 198703 2 004

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Anggun Putri Sari
NIM : 18030080
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



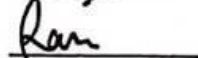
Dengan Judul Skripsi

METODE DEKOMPOSISI ADOMIAN *MULTISTAGE* PADA MODEL DINAMIKA PENINGKATAN POPULASI PEROKOK

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 04 November 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dra. Media Rosha, M.Si	
Anggota	: Dra. Helma, M.Si	
Anggota	: Rara Sandhy Winanda, S.Pd.,M.Sc	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anggun Putri Sari
NIM : 18030080
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul “**Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* pada Model Dinamika Peningkatan Populasi Perokok**” adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 04 November 2022

Diketahui oleh,
Ketua Departemen Matematika,



Dra. Media Rosha, M.Si
NIP. 19620815 198703 2 004

Saya yang menyatakan,



Anggun Putri Sari
NIM. 18030080

Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* pada Model Dinamika Peningkatan Populasi Perokok

Anggun Putri Sari

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan presentase perokok terbesar ketiga di dunia. Tingkat prevalensi merokok yang terus meningkat menjadi hal serius yang harus dipertimbangkan. Pada penelitian ini dibahas pemodelan matematika dinamika peningkatan populasi perokok dengan menentukan solusi dari model tersebut menggunakan metode Dekomposisi Adomian *Multistage* (MDAM). Metode ini mengkonstruksi sistem persamaan diferensial nonlinear pada model ke dalam bentuk dekomposisi adomian *multistage* yang memenuhi. MDAM dijalankan secara bertahap dengan membagi interval waktu sebanyak n dan diadopsikan polynomial Adomian sebagai pendekatannya.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menarik kesimpulan tentang model dinamika peningkatan populasi perokok menggunakan MDAM yaitu dengan menjelaskan model dinamika peningkatan populasi perokok dan teori mengenai MDAM, mengaplikasikan MDAM yaitu dengan mengubah sistem persamaan model matematika ke dalam bentuk $L = d(.) / dt$, menerapkan operator invers, mendekomposisi persamaan menjadi komponen jumlah deret yang tidak berhingga, menguraikan sistem persamaan, mendapatkan solusi dari masing-masing persamaan, membuat interpretasi dari solusi model yang diperoleh sesuai dengan parameter yang diberikan dan menarik kesimpulan.

Hasil penelitian ini adalah solusi model dinamika peningkatan populasi perokok menggunakan metode dekomposisi adomian *multistage* berbentuk deret. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa MDAM dapat digunakan untuk menghampiri penyelesaian eksak dari model dinamika peningkatan populasi perokok.

Kata kunci: Pemodelan_Matematika, Dinamika_Populasi_Perokok,
Metode_Dekomposisi_Adomian_Multistage_(MDAM).

***Multistage* Adomian Decomposition Method on the Dynamics Model of Smoking Population Increase**

Anggun Putri Sari

ABSTRACT

Indonesia is the third-largest smoking country in the world. The ever-increasing prevalence of smoking is a serious matter to consider. In this study, a mathematical modelling of the dynamics of smoking population increases by determining the solution of the model using the Adomian Multistage Decomposition (MDAM) method. This method constructs a system of nonlinear differential equations on a model into a form of satisfying multistage adomian decomposition. MDAM is implemented gradually by dividing the time interval n and adopting Adomian polynomials as its approach.

The steps taken to draw conclusions about the model of smoking population growth dynamics using MDAM are by describing the model of smoking population growth dynamics and the theory of MDAM, by converting the system of mathematical model equations into the form $L=d(\cdot)/dt$, applying the inverse operator, It decomposes equations into components of infinite series numbers, decomposes systems of equations, obtains solutions of each equation, makes interpretations of solutions of models obtained according to given parameters and draws conclusions.

The result of this study is a model solution for the dynamics of increasing smoking populations using a series-shaped *multistage* adomian decomposition method. Numerical simulation results show that MDAM can be used to simulate the effects of a dynamic model of increasing smoking population.

Keywords: Mathematical_Modeling, Dynamics_Of_Smoking_Population, Adomian_Multistage_Decomposition_Method_(MDAM).

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah peneliti ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia, kemampuan, kesempatan serta kemudahan, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* pada Model Dinamika Peningkatan Populasi Perokok ”**. Shalawat dan salam tidak lupa dijunjungkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Matematika Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Padang (UNP). Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini peneliti banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu peneliti ingin mengucapkan terimakasih atas bantuan berupa dukungan, semangat, bimbingan, petunjuk, nasihat dan kerja sama dari berbagai pihak, yaitu kepada :

1. Ibu Dra. Media Rosha, M.Si, Pembimbing, Penasehat Akademik dan Koordinator Program Studi Matematika sekaligus Kepala Departemen Matematika FMIPA UNP yang telah membimbing dan memberi ilmu pengetahuan kepada penulis.
2. Ibu Dra. Hj. Helma, M.Si dan Ibu Rara Sandhy Winanda, S.Pd, M.Sc, Penguji yang telah memberikan masukan kepada penulis.
3. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Matematika FMIPA UNP.
4. Semua pihak yang telah membantu selama studi dan penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga dukungan, bimbingan, dan kerja samanya dibalas oleh Allah SWT sebagai amal ibadah, Aamiin Allahumma Aamiin. Peneliti menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga dapat bermanfaat dan dipergunakan sebagaimana mestinya serta dapat menjadi pedoman bagi peneliti selanjutnya. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 04 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Pertanyaan Penelitian	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
F. Metode Penelitian	6
G. Teknik Analisis Data.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Metode Dekomposisi Adomian <i>Multistage</i> (MDAM).....	8
B. Model Matematika	15
C. Model Dinamika Peningkatan Populasi Perokok.....	17
BAB III PEMBAHASAN	24
A. Solusi Model Dinamika Peningkatan Populasi Perokok Menggunakan Metode Dekomposisi Adomian <i>Multistage</i>	24

B. Simulasi Solusi Numerik Model Dinamika Peningkatan Populasi

Perokok Menggunakan Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* . 30

BAB IV PENUTUP	32
A. Kesimpulan.....	32
B. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tahapan Membangun Model Matematika.....	17
2. Diagram Kompartemen Model Peningkatan Populasi Perokok.....	21
3. Hasil Simulasi Numerik	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. MDAM pada Model Dinamika Peningkatan Populasi Perokok.....	36
2. Model Matematika Prevalensi Merokok Menggunakan RK4.....	43

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan Negara dengan populasi perokok terbanyak ketiga di dunia (Soewarso, 2020, hal. 10). Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) menyatakan terdapat peningkatan prevalensi merokok dari 28,8% pada tahun 2013 menjadi 29,3% pada tahun 2018 pada penduduk umur 10 tahun. Kebiasaan merokok kini tidak hanya menjadi masalah pada orang dewasa, namun juga semakin marak pada kalangan anak dan remaja. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya prevalensi merokok pada populasi usia 10 hingga 18 tahun yakni sebesar 1,9% dari tahun 2013 (7,2%) ke tahun 2018 (9,1%) atau hampir 1 dari 10 anak di Indonesia merokok (Kemenkes, 2018, hal.326).

Usia remaja menjadi titik awal kebanyakan seseorang mengenal rokok. Alasan yang paling populer seseorang pertama kali mencoba rokok antara lain tuntutan sosial, perlawanan kepada lingkungan, kebiasaan orang terdekat, pelarian untuk melepas penat atau stress, penasaran dengan rasanya, menurunkan berat badan, dan lain-lain. Semakin sering seseorang berinteraksi dengan perokok mengakibatkan semakin meningkat populasi perokok. Remaja pada usia sekolah menengah ke atas menjadikan kegiatan merokok sebagai lambang kedewasaan, solidaritas, dan jati diri (Widiansyah, 2014, hal.10).

Peningkatan populasi perokok terjadi karena sulitnya para perokok berhenti akibat kecanduan nikotin serta kegiatan merokok yang dilakukan berulang-ulang kali. Semakin sering frekuensi merokok maka semakin tinggi kandungan nikotin dalam tubuh, hal ini akan memberikan perasaan positif dan

kenyamanan ketika merokok. Ketika seseorang kecanduan rokok, kandungan nikotin di dalam tembakau merangsang otak untuk melepas zat yang memberi rasa nyaman (Dopamine). Seorang pecandu saat tidak merokok akan mengalami gejala putus nikotin yaitu perasaan tidak nyaman, sulit konsentrasi, dan mudah marah (Kemenkes, 2018, hal. 326).

Kebiasaan merokok tidak hanya mengancam kesehatan diri sendiri, tetapi juga kesehatan keluarga, teman, dan orang sekitar. Pada tahun 2017 angka kematian nasional di Indonesia akibat rokok adalah 88 orang per 100.000 penduduk, dimana sebanyak 10 provinsi berada di atas rata-rata angka kematian nasional (Soewarso, 2020, hal. 22). Rokok mengandung senyawa nikotin yang bersifat toksik. Salah satu efek toksik yang membahayakan kesehatan manusia yaitu mempengaruhi integritas struktur pembuluh darah yang secara langsung akan mempengaruhi kualitas kerja otak secara keseluruhan (Nurarrahman, 2014, hal. 77).

Penyebaran peningkatan populasi perokok dapat digambarkan menggunakan model matematika, karena model matematika merupakan salah satu cara untuk merepresentasikan suatu fenomena atau peristiwa dalam konsep matematis dengan tujuan mempermudah dalam proses penyelesaian. Model matematika merupakan abstraksi, penyederhanaan, dan konstruksi matematika terkait bagian dari kenyataan dan didesain untuk tujuan khusus. Model matematika dikarakterisasikan dengan asumsi tentang variabel (*things that change*), parameter (*things that not change*), dan bentuk fungsi (relasi antara variabel dan parameter) (Ndi, 2018, hal. 2).

Model dinamika populasi perokok yang mengacu pada Roman Ullah (2016) membagi populasi menjadi lima subkelas yaitu, calon perokok $P(t)$, perokok $S(t)$, perokok yang berhenti merokok sementara $Q_i(t)$, perokok yang berhenti merokok secara permanen $Q_p(t)$, dan orang yang sesekali merokok $O(t)$. Solusi model dinamika peningkatan populasi perokok yang telah diselesaikan Roman Ullah didekati oleh titik ekuilibrium. Dengan menyelidiki sifat kestabilan titik ekuilibrium diperoleh bilangan reproduksi dasar yang merupakan bilangan yang menyatakan banyaknya jumlah individu rentan yang dapat terinfeksi penyakit akibat tertular oleh individu terinfeksi.

Interpretasi dari titik ekuilibrium yang diperoleh model dinamika peningkatan populasi perokok yaitu dengan mengontrol laju individu rentan menjadi individu perokok karena adanya interaksi antara individu rentan dengan individu perokok. Selanjutnya dengan meningkatkan individu yang berhenti merokok secara permanen. Dengan begitu peningkatan populasi perokok dalam suatu populasi tidak akan mewabah (Roman, 2016, hal. 92).

Masalah matematika khususnya persamaan diferensial parsial dapat diselesaikan baik secara analitik maupun numerik. Solusi analitik merupakan solusi kontinu sehingga solusi dari nilai variabel bebas dapat ditemukan, sangat akurat, dan tepat. Sedangkan solusi numerik solusi dapat diperoleh pada poin-poin grid terpisah, aproksimasi, kesalahan kuantitatif harus dikendalikan dengan baik untuk ketelitian (Lam, 1994, hal. 20). Solusi analitik adalah selesaian yang memenuhi persamaan semula secara eksak sedangkan numerik adalah selesaian yang berupa hampiran (Susila, 1993, hal. 1).

Salah satu metode yang dapat menyelesaikan sistem persamaan diferensial nonlinear adalah Metode Dekomposisi Adomian (ADM). ADM merupakan suatu metode yang dikembangkan oleh G. Adomian yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1980 untuk memecahkan masalah stokastik dan memberikan solusi analisis tanpa linearisasi, perturbasi, atau transformasi diskritisasi (Wihartako, 2014, hal. 17). Dalam memecahkan sistem persamaan diferensial, prinsip ADM memperoleh solusi dengan iterasi setiap persamaan.

Menurut Rangkuti (2013) ADM dibentuk sebagai algoritma untuk aproksimasi respon dinamika dalam barisan dari interval waktu (yaitu step waktu) $[0, t_1), [t_1, t_2), \dots, [t_{m-1}, T)$ maka syarat awal dalam $[t^*, t_{m+1})$ diambil menjadi syarat pada t^* . Teknik ini disebut Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* (MDAM). Teknik ini dilakukan karena solusi yang diperoleh melalui ADM tidak akan konvergen secara global. Keuntungan utama dari membagi domain adalah bahwa beberapa bagian deret diperlukan untuk mendapatkan pendugaan yang baik dalam interval waktu yang kecil (Wihartako, 2014, hal. 20).

Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* (MDAM) diperkenalkan oleh Noorani pada tahun 2007. Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* (MDAM) diharapkan dapat memberikan solusi model peningkatan populasi perokok sebagai solusi seri t (waktu) untuk setiap m subinterval selama periode $[0, T]$ (Noorani, 2007, hal. 1296). Tatacara penyelesaian MDAM sangat akurat dan bisa memperoleh penyelesaian dengan menggunakan iterasi pendek (Rangkuti, 2013, hal. 121). Dalam penelitian ini, perhitungan akan dihitung menggunakan *software* Maple.

Metode dekomposisi adomian *multistage* pernah digunakan dalam menyelesaikan model epidemi yaitu Rangkuti (2013) yang mencari solusi numerik pemodelan matematika SIR dan SEIR untuk penularan demam berdarah dengan Metode Iterasi Variasi (MIV), Metode Parturbasi Homotopi (MPH), Metode Analisis Homotopi (MAH), dan Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* (MDAM). Hasil yang diperoleh didapat bahwa menggunakan MDAM lebih akurat jika dibandingkan dengan metode lain.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini diberi judul “**Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* pada Model Dinamika Peningkatan Populasi Perokok**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimanakah solusi dari Model Dinamika Peningkatan Populasi Perokok dengan Menggunakan Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* (MDAM)?

C. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka pertanyaan penelitian yang akan dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana solusi dari model dinamika peningkatan populasi perokok menggunakan Metode Dekomposisi Adomian *Multistage*?
2. Bagaimana simulasi solusi numerik dari model dinamika peningkatan populasi perokok menggunakan Metode Dekomposisi Adomian *Multistage*?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diajukan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Solusi dari model dinamika peningkatan populasi perokok dengan metode dekomposisi adomian *multistage*.
2. Simulasi solusi numerik dari model dinamika peningkatan populasi perokok dengan metode dekomposisi adomian *multistage*.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai salah satu cara mencari solusi dari suatu model matematika atau sistem persamaan diferensial dengan metode dekomposisi adomian *multistage*.
2. Menambah pengetahuan penulis dan pembaca tentang cara mencari solusi dari suatu model matematika atau sistem persamaan diferensial.
3. Sebagai referensi bagi pembaca dalam melakukan penelitian selanjutnya.

F. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian dasar (teoritis) yang membahas cara menentukan solusi dari model dinamika peningkatan populasi perokok dengan menggunakan metode dekomposisi adomian *multistage*. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi yang sesuai dengan topik penelitian baik itu bersasal dari buku, jurnal, maupun sumber-sumber dari internet. Pada penelitian ini MDAM digunakan untuk menyelesaikan model.

G. Teknik Analisis Data

Langkah-langkah yang dilakukan untuk dapat menarik kesimpulan tentang model dinamika peningkatan populasi perokok menggunakan Metode Dekomposisi Adomian *Multistage* adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan model dinamika peningkatan populasi perokok dan teori mengenai metode dekomposisi adomian *multistage*.
2. Mengaplikasikan metode dekomposisi adomian *multistage* dalam menentukan solusi dari model dinamika peningkatan populasi perokok dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Mengubah sistem persamaan model matematika ke dalam bentuk

$$L = \frac{d(\cdot)}{dt}.$$
 - b. Menerapkan operator invers L^{-1} pada sistem persamaan langkah a.
 - c. Mendekomposisi P, O, S, Q_t dan Q_p menjadi komponen jumlah deret yang tidak berhingga.
 - d. Mengubah komponen nonlinear dari sistem persamaan pada langkah b.
 - e. Substitusikan persamaan pada langkah c dan d ke dalam sistem persamaan langkah b.
 - f. Menguraikan sistem persamaan pada langkah e.
 - g. Solusi dari masing-masing persamaan diferensial pada sistem persamaan diferensial nonlinear berbentuk deret tak hingga.
3. Membuat interpretasi dari solusi model yang diperoleh sesuai dengan parameter yang diberikan.
4. Menarik kesimpulan.