



## **Konstruksi Model Pengaruh Pertumbuhan Pengangguran terhadap Dinamika Angka Kriminalitas melalui Pemberian Kontrol Optimal**

*Irma Fitria<sup>1</sup>, Nur Hanifa<sup>2</sup>, Annisa Rahmita Soemarsono<sup>2</sup>, Kartika Nugraheni<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Program Studi Statistika, Institut Teknologi Kalimantan. Email: [irma.fitria@lecturer.itk.ac.id](mailto:irma.fitria@lecturer.itk.ac.id)

<sup>2</sup> Program Studi Matematika, Institut Teknologi Kalimantan. Email: [nurhanifaa7@gmail.com](mailto:nurhanifaa7@gmail.com)

### **Abstract**

The decreasing of economic growth rate can bring some impacts on the labor sector, one of which is the increase of unemployed people. Unemployment is working age population who do not work or do not have a job. The increase in unemployment can increase the poverty rate, thus it will have an impact on the difficulty of fulfilling needs. So that with. The increase in the number of unemployed people can increase the news of criminal cases. Therefore, the control effort is needed to reduce the level of unemployment cases, so that the number of crimes can be minimized. In this research, the optimal control effort is proposed in the form of government policies for vacancies to provide jobs for unemployed people. The method used to solve this problem is the Pontryagin Minimum Principle. Numerical simulations are given to show the effectiveness of providing control in reducing the number of unemployed people as well as criminals. Based on the results of simulations that have been carried out, the control variable in the form of providing job vacancies for the unemployed can reduce the number of unemployed and criminals.

*Keywords:* Crime, Optimal Control, Pontryagin Minimum Principle, Unemployment People.

### **Abstrak**

*Pertumbuhan ekonomi yang melemah berdampak pada sektor ketenagakerjaan, salah satunya yaitu bertambahnya jumlah orang yang menganggur. Pengangguran adalah penduduk usia kerja yang tidak bekerja atau belum memiliki pekerjaan. Penambahan pengangguran dapat meningkatkan angka kemiskinan, dengan demikian akan berdampak pada kesulitan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Sehingga dengan penambahan jumlah orang yang menganggur dapat memicu tingginya kasus kriminalitas. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian untuk menekan pertumbuhan pengangguran, sehingga tidak memicu penambahan kasus kriminalitas. Dalam penelitian ini, kontrol optimal yang diusulkan berupa kebijakan pemerintah untuk penyediaan lowongan pekerjaan bagi pengangguran. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini, yaitu Prinsip Minimum Pontryagin. Simulasi numerik diberikan untuk menunjukkan keefektifan pemberian kontrol sehingga dapat menurunkan jumlah orang yang menganggur dan jumlah pelaku kriminalitas. Berdasarkan hasil dari simulasi yang telah dilakukan variabel kontrol yang berupa penyediaan lowongan pekerjaan bagi pengangguran dapat menurunkan jumlah pengangguran dan pelaku kriminalitas.*

*Kata Kunci:* Kendali Optimal, Kriminalitas, Pengangguran, Prinsip Minimum Pontryagin.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan perekonomian global pada akhir kuartal I di tahun 2020 diprediksi oleh dua organisasi berskala internasional yaitu *International Monetary Fund* dan *World Bank*. Hasil prediksi menunjukkan bahwa ekonomi global akan memasuki resesi (Liu *et al*, 2020). Pertumbuhan ekonomi global dapat merosot ke negatif 2,8 persen atau dengan kata lain mencapai hingga 6 persen dari pertumbuhan ekonomi global di periode sebelumnya (Carrillo-Larco and Castillo-Cara, 2020). Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (BPS) disebutkan bahwa pada kuartal II 2020, pertumbuhan ekonomi Indonesia minus 5,32 persen. Kinerja ekonomi yang melemah ini turut berdampak pada sektor ketenagakerjaan, salah satu dampaknya yaitu bertambahnya jumlah pengangguran di Indonesia (www.kompas.com, 2020).

Pengangguran adalah masalah serius bagi seluruh dunia. Pengangguran berpengaruh secara ekonomi, sosial dan mental yang dapat menyerang siapa saja (Pathan, 2017). Pengangguran adalah penduduk usia kerja yang tidak bekerja atau belum memiliki pekerjaan (BPS, 2019). Masalah pengangguran sangat erat kaitannya dengan angkatan kerja yang dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk (Galindro, 2018). Pengangguran adalah suatu kondisi yang tidak diinginkan, namun menjadi suatu permasalahan yang banyak ditemukan di beberapa negara, yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti sedikitnya lapangan pekerjaan yang menampung para pencari kerja, kurang keahlian yang dimiliki oleh para pencari kerja, kurang meratanya lapangan pekerjaan dan sebagainya (Franita, 2016). Hal yang paling dikhawatirkan dari peningkatan jumlah orang yang menganggur adalah dapat menjadi pemicu semakin tingginya kasus kriminalitas. Hal ini dapat disebabkan karena kesulitan memenuhi kebutuhan hidup sehari-harinya (Wulansari, 2017). Meningkatnya pengangguran dapat mengarahkan ke peningkatan tindak kriminal, berdasarkan angka tingkat pelaporan, penangkapan dan hukum penjara (Box, 1985).

Permasalahan yang berkaitan dengan pengangguran telah diteliti oleh beberapa ilmuwan, salah satunya adalah Munoli dan Gani (2015). Hasil penelitian yang diperoleh Munoli dan Gani (2015) melibatkan analisis kontrol optimal pada model matematika untuk pengangguran. Variabel-variabel yang dipilih dalam penelitian tersebut meliputi jumlah pengangguran, jumlah pekerja dan jumlah lowongan pekerjaan. Adapun pemberian variabel kontrol terhadap model matematika yang dijelaskan pada penelitian itu berupa kebijakan pemerintah untuk membuka lowongan pekerjaan baru, serta penyediaan lowongan pekerjaan bagi pengangguran. Penelitian lain yang mengkaji terkait pengangguran telah dilakukan oleh Sundar (2018), yang membahas mengenai apakah kenaikan pengangguran menyebabkan kriminalitas yang mengarahkan peningkatan beban di penjara. Sehingga, berdasarkan penelitian sebelumnya, dilakukan rekonstruksi model dari ke tiga penelitian tersebut. Dalam penelitian ini, model matematika untuk permasalahan pengangguran yang dibentuk oleh Munoli dan Gani (2015) selanjutnya direkonstruksi melalui pendefinisian variabel kriminalitas sebagai dampak dari pertumbuhan pengangguran. Proses pendefinisian variabel kriminalitas dilakukan berdasarkan penelitian yang dikaji oleh Sundar (2018). Adapun variabel kontrol yang diterapkan adalah kebijakan pemerintah untuk menyediakan lowongan pekerjaan secara optimal. Rekonstruksi model matematika pada pengaruh pertumbuhan pengangguran terhadap angka kriminalitas bertujuan untuk mengamati pengaruh pemberian kontrol optimal terhadap dinamika angka kriminalitas.

Penyelesaian permasalahan kontrol optimal ini, menggunakan metode Prinsip Minimum Pontryagin. Prinsip Minimum Pontryagin merupakan prinsip penting dalam menyelesaikan masalah kontrol optimal, karena prinsip ini menyatakan kondisi yang diperlukan agar diperoleh solusi yang optimal. Prinsip ini digunakan untuk menyelesaikan masalah kontrol optimal dengan meminimumkan fungsi tujuan, dengan kendala dan diberikan fungsi kontrol (Naidu, 2002). Metode ini sangat populer dan banyak diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan kontrol optimal. Beberapa penelitian yang menerapkan metode ini dapat ditemukan pada penelitian yang dikerjakan oleh Fitria, dkk (2017) yang membahas tentang kontrol optimal pada model penyebaran penyakit DBD dan kolera (2019), serta penelitian Subchan, dkk (2019) yang juga membahas tentang implementasi kontrol optimal pada model penyebaran penyakit kolera.

## 2. Metode

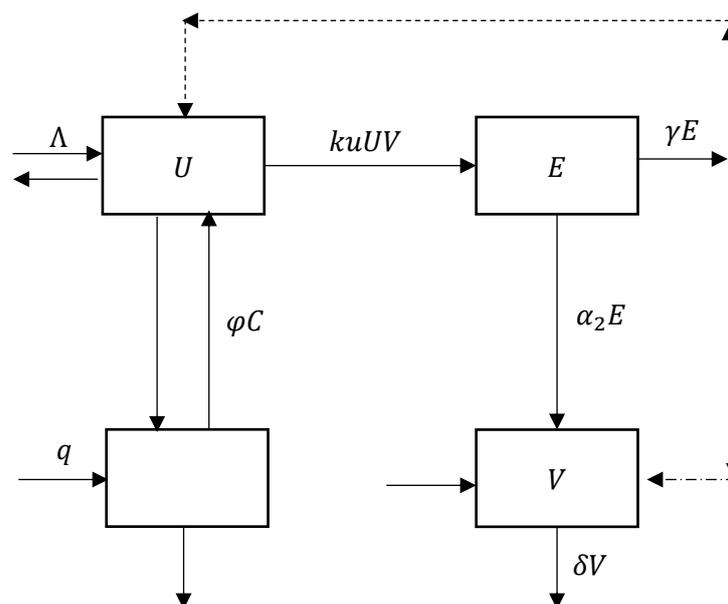
Dalam penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan antara lain:

### 2.1. Studi literatur

Pada tahap studi literatur dicari topik tentang masalah pengangguran, model matematika untuk masalah pengangguran, serta teori kontrol optimal dengan penyelesaian menggunakan metode Prinsip Minimum Pontryagin. Studi literatur dilakukan dari beberapa sumber buku, jurnal, maupun artikel internet.

### 2.2. Pembentukan model matematika

Model matematika untuk permasalahan pengangguran yang diusulkan pada penelitian ini mengacu pada penelitian (Munoli dan Gani, 2015). Pada penelitian ini, diperkenalkan variabel baru yaitu jumlah kriminalitas yang dapat terjadi sebagai akibat dari banyaknya jumlah pengangguran. Dengan demikian, model matematika untuk permasalahan ini terdiri atas empat variabel yaitu jumlah pengangguran ( $U$ ), jumlah pekerja ( $E$ ), jumlah lowongan pekerjaan ( $V$ ), dan jumlah kriminalitas ( $C$ ). Kebijakan terhadap persediaan lowongan pekerjaan dijadikan sebagai variabel kontrol yang bertujuan untuk menekan jumlah pengangguran. Dengan adanya kebijakan ini, diharapkan jumlah pengangguran dapat diminimumkan atau dengan kata lain jumlah pekerja dapat semakin bertambah, sehingga dapat mengurangi risiko meningkatnya angka kriminalitas yang disebabkan oleh banyaknya pengangguran. Terdapat beberapa asumsi yang diberikan dalam pengembangan model ini, antara lain (i) seseorang yang termasuk ke dalam kategori pengangguran adalah seseorang yang telah memasuki usia 15 tahun ke atas dan belum mendapatkan pekerjaan, (ii) seorang pengangguran dapat menjadi pekerja setelah mendapatkan lowongan pekerjaan, (iii) seseorang yang bekerja diasumsikan tidak akan terlibat dalam tindak kriminal, (iv) jika terdapat pekerja yang telah memasuki masa pensiun atau terdapat pekerja yang di-PHK, maka kondisi ini dapat menimbulkan lowongan pekerjaan, namun juga sekaligus menambah jumlah orang yang tidak bekerja, (v) lowongan pekerjaan disediakan dengan tingkat yang optimal, sehingga diperlukan adanya kebijakan terhadap tingkat ketersediaan lowongan pekerjaan untuk mengurangi jumlah pengangguran dan meningkatkan jumlah pekerja, (vi) seorang pelaku kriminalitas diasumsikan bukan termasuk orang yang menganggur. Selanjutnya, berdasarkan asumsi-asumsi tersebut, dibentuk diagram kompartemen model yang disajikan pada Gambar 1 untuk memvisualisasi pemodelan pada penelitian ini.



Gambar 1: Diagram Kompartemen Model

Berdasarkan asumsi yang ditetapkan dan diagram kompartemen pada Gambar 1, disusunlah model matematika pengaruh pertumbuhan pengangguran terhadap jumlah kriminalitas yang direpresentasikan sebagai berikut:

$$\frac{dU}{dt} = \Lambda - kuUV - \alpha_1 U + \gamma E - \beta UC + \phi C \tag{1}$$

$$\frac{dE}{dt} = kuUV - (\alpha_2 + \gamma)E \tag{2}$$

$$\frac{dV}{dt} = (\alpha_2 + \gamma)E - \delta V + \phi U \tag{3}$$

$$\frac{dC}{dt} = q + \beta UC - \alpha_3 C - \phi C \tag{4}$$

Tabel 1: Variabel dan Parameter

Simbol	Definisi	Syarat
$U$	Jumlah orang yang menganggur	$U(t) \geq 0$
$E$	Jumlah orang yang bekerja	$E(t) \geq 0$
$V$	Jumlah lowongan pekerjaan	$V(t) \geq 0$
$C$	Jumlah pelaku kriminalitas	$C(t) \geq 0$
$\Lambda$	Peningkatan pengangguran yang konstan	$\Lambda > 0$
$k$	Peluang pengangguran menjadi pekerja	$k > 0$
$\alpha_1$	Peluang kematian orang yang menganggur	$\alpha_1 > 0$
$\alpha_2$	Peluang kematian orang yang bekerja	$\alpha_2 > 0$
$\alpha_3$	Peluang kematian pelaku kriminalitas	$\alpha_3 > 0$
$\gamma$	Peluang orang yang pensiun atau pekerja yang di PHK	$\gamma > 0$
$\beta$	Peluang pengangguran melakukan tindak kriminal dan menjadi pelaku kriminalitas	$\beta > 0$
$\phi$	Peluang ketersediaan lowongan pekerjaan baru	$\phi > 0$
$\varphi$	Peluang orang yang berhenti melakukan tindak kriminal dan menjadi pengangguran	$\varphi > 0$
$\delta$	Peluang pengurangan lowongan pekerjaan karena kurangnya dana	$\delta > 0$
$q$	Peningkatan pelaku kriminalitas yang konstan	$q > 0$
$u$	Variabel kontrol optimal berupa kebijakan pemerintah dalam menyediakan lowongan pekerjaan bagi pengangguran	$0 \leq u \leq 1$

### 2.3. Pembentukan formulasi permasalahan kontrol optimal

Variabel kontrol yang digunakan dalam permasalahan ini berupa kebijakan pemerintah terhadap penyediaan lowongan pekerjaan bagi pengangguran yang disimbolkan dengan  $u$ . Pemberian kontrol optimal bertujuan untuk meminimumkan jumlah pengangguran, dengan biaya yang optimal. Secara matematis, fungsi tujuan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\min J = \int_{t_0}^{t_f} \left[ B_1 U + \frac{B_2}{2} u^2 \right] dt.$$

Notasi  $t_0$  menunjukkan waktu awal, sedangkan waktu akhir ditunjukkan dengan notasi  $t_f$ . Parameter  $B_i$  merupakan parameter bobot sebagai faktor penyeimbang dari fungsi biaya, dengan  $B_i > 0$  untuk setiap  $i = 1, 2$ .

Permasalahan kontrol optimal diselesaikan menggunakan Prinsip Minimum Pontryagin dengan langkah-langkah berikut (Naidu, 2002).

1. Membentuk fungsi Hamiltonian

$$H = B_1U + \frac{B_2}{2}u^2 + \lambda_U(\Lambda - kuUV - \alpha_1U + \gamma E - \beta UC + \varphi C) + \lambda_E(kuUV - (\alpha_2 + \gamma)E) + \lambda_V((\alpha_2 + \gamma)E - \delta V + \phi U) + \lambda_C(q + \beta UC - \alpha_3C - \varphi C).$$

2. Meminimumkan  $H$  terhadap  $u(t)$  atau kondisi stasioner

$$\begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial u} &= 0 \\ B_2u - kUV(\lambda_U - \lambda_E) &= 0 \\ u &= \frac{kUV(\lambda_U - \lambda_E)}{B_2}. \end{aligned}$$

Dalam hal ini  $0 \leq u \leq 1$ , sehingga diperoleh

$$u^* = \min \left\{ 1, \max \left( 0, \left( \frac{kUV(\lambda_U - \lambda_E)}{B_2} \right) \right) \right\}. \quad (5)$$

3. Menentukan persamaan untuk *state*

$$\dot{\mathbf{x}} = \frac{\partial H}{\partial \boldsymbol{\lambda}}$$

dengan  $\mathbf{x} = (U, E, V, C)'$ ,  $\boldsymbol{\lambda} = (\lambda_U, \lambda_E, \lambda_V, \lambda_C)'$ , dan tanda dot ( $\dot{\phantom{x}}$ ) pada persamaan berarti menyatakan turunan pertama dari variabel yang berkaitan terhadap waktu. Persamaan diferensial untuk *state* adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \dot{U}^*(t) &= \Lambda - ku^*UV - \alpha_1U + \gamma E - \beta UC + \varphi C \\ \dot{E}^*(t) &= ku^*UV - (\alpha_2 + \gamma)E \\ \dot{V}^*(t) &= (\alpha_2 + \gamma)E - \delta V + \phi U \\ \dot{C}^*(t) &= q + \beta UC - \alpha_3C - \varphi C. \end{aligned}$$

dengan  $u^*$  diberikan pada Persamaan 5 dan tanda \* menunjukkan kondisi optimal.

4. Menentukan persamaan untuk *co-state*

$$\dot{\boldsymbol{\lambda}} = -\frac{\partial H}{\partial \mathbf{x}}$$

sehingga diperoleh persamaan diferensial *co-state* yaitu

$$\begin{aligned} \dot{\lambda}_U^*(t) &= -B_1 + ku^*V(\lambda_U - \lambda_E) + \alpha_1\lambda_U - \phi\lambda_V + \beta C(\lambda_U - \lambda_C) \\ \dot{\lambda}_E^*(t) &= -\gamma\lambda_U + (\alpha_2 + \gamma)\lambda_E - (\alpha_2 + \gamma)\lambda_V \\ \dot{\lambda}_V^*(t) &= ku^*U(\lambda_U - \lambda_E) + \delta\lambda_V \\ \dot{\lambda}_C^*(t) &= \beta U(\lambda_U - \lambda_C) + \varphi(\lambda_C - \lambda_U) + \alpha_3\lambda_C. \end{aligned}$$

Jenis permasalahan kontrol optimal yang diterapkan pada penelitian ini adalah *fixed-final time* ( $t_f$ ) dan *free-final state* ( $\mathbf{x}(t_f)$ ) dengan  $0 \leq t \leq t_f$ . Dengan demikian, kondisi awal untuk *state* adalah:

$$\mathbf{x}(0) = (U_0, E_0, V_0, C_0),$$

dan kondisi transversalitas untuk *co-state* pada waktu akhir ditunjukkan oleh

$$\boldsymbol{\lambda}^*(t_f) = (\lambda_U^*(t_f), \lambda_E^*(t_f), \lambda_V^*(t_f), \lambda_C^*(t_f)) = 0.$$

Setelah menentukan batasan-batasan yang digunakan pada *state* awal dan *co-state* pada waktu akhir, persamaan diferensial *state* dan *co-state* diselesaikan secara numerik menggunakan metode Runga Kutta Forward Backward Sweep (Burden and Faires, 2011; Lenhart, 2007).

#### 2.4. Simulasi numerik

Pada tahap ini, dicari solusi numerik menggunakan Runge-Kutta orde empat dari permasalahan kontrol optimal pada model matematika masalah pengangguran dengan memanfaatkan persamaan *state* dan *co-state*, persamaan kontrol optimal serta kondisi-kondisi yang harus terpenuhi.

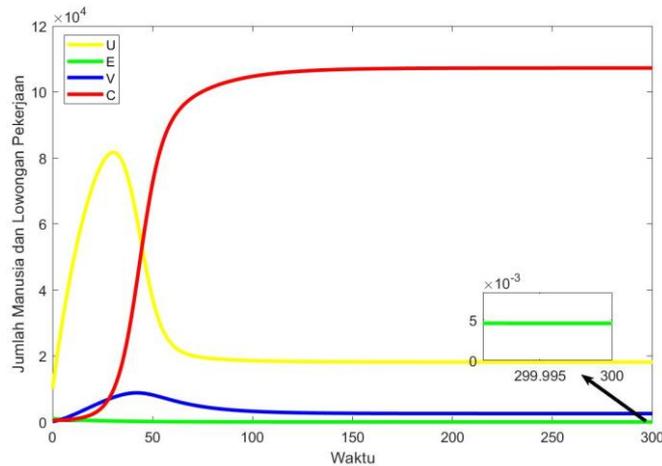
### 3. Hasil dan Pembahasan

Simulasi numerik diberikan untuk menunjukkan pengaruh dari penerapan kontrol optimal pada model. Simulasi numerik pada model pengaruh pertumbuhan pengangguran terhadap perubahan angka kriminalitas dilakukan dengan membandingkan dinamika dari model dengan dan tanpa pemberian kontrol optimal. Simulasi dilakukan untuk memudahkan pengamatan terhadap perbandingan laju perubahan setiap variabel sebelum dan sesudah diberikan kontrol optimal.

Tabel 2: Nilai Parameter Model

Parameter	Nilai Parameter	Sumber	Parameter	Nilai Parameter	Sumber
$\Lambda$	5000	Misra, A.K., dan Singh, A.K. (2013)	$\delta$	0,05	Munoli dan Gani (2015)
$\alpha_1$	0,04	Misra, A.K., dan Singh, A.K. (2013)	$\varphi$	$5 \times 10^{-5}$	Asumsi
$\alpha_2$	0,04	Misra, A.K., dan Singh, A.K. (2013)	$\beta$	$2,2 \times 10^{-6}$	Asumsi
$\alpha_3$	0,04	Asumsi	$q$	15	Asumsi
$\gamma$	0,001	Munoli dan Gani (2015)	$B_1$	20	Munoli dan Gani (2015)
$k$	$9 \times 10^{-5}$	Asumsi	$B_2$	10	Munoli dan Gani (2015)
$\phi$	0,007	Munoli dan Gani (2015)	$B_3$	10	Munoli dan Gani (2015)

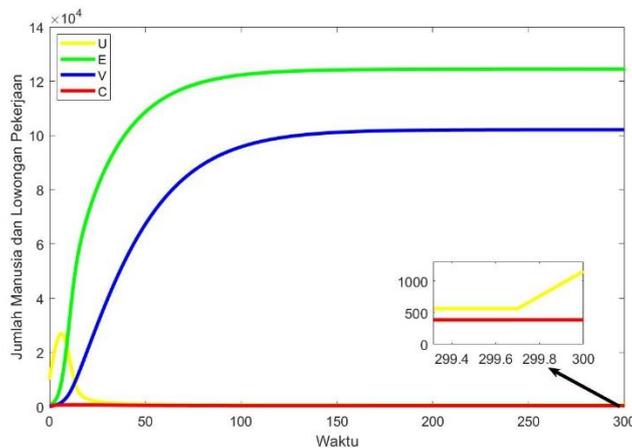
Berdasarkan Tabel 2 nilai parameter peluang orang yang menganggur menjadi pekerja ( $k$ ) tidak boleh lebih kecil dari nilai parameter orang menganggur berhubungan dengan pelaku kriminalitas ( $\beta$ ). Jika  $k < \beta$  dapat menyebabkan orang yang bekerja berkurang, dan tidak memenuhi tujuan yang diinginkan. Kemudian untuk parameter  $\varphi$  juga tidak boleh lebih kecil dari  $\beta$ . Hal ini dikarenakan, jika  $\beta > \varphi$  dapat menyebabkan pelaku kriminalitas semakin bertambah. Nilai parameter tersebut juga harus memenuhi syarat yang terdapat pada Tabel 1. Nilai parameter tersebut digunakan untuk membantu simulasi penyelesaian masalah kontrol optimal. Adapun nilai awal untuk variabel yang digunakan adalah  $x(0) = (10.000, 1.000, 100, 500)$  dan  $t_f = 300$  hari. Tujuan dilakukannya simulasi numerik adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian kontrol optimal pada masing-masing variabel. Hal tersebut dapat dilihat dari perbandingan sebelum dan sesudah pemberian kontrol optimal.



Gambar 2: Dinamika Setiap Variabel tanpa Kontrol Optimal

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa lowongan pekerjaan ( $V$ ) yang disediakan sangat sedikit sehingga jumlah pekerja ( $E$ ) tidak mengalami peningkatan dan menyebabkan jumlah orang yang menganggur ( $U$ ) lebih tinggi dari pada jumlah orang yang bekerja. Pengangguran yang lebih tinggi dari pekerja mengakibatkan bertambahnya jumlah pelaku kriminalitas ( $C$ ), karena orang yang menganggur tidak memiliki penghasilan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Oleh sebab itu, peluang orang yang menganggur melakukan tindak kriminal akan mengalami peningkatan.

Berdasarkan kondisi tersebut, model sebelum diberikan kontrol optimal dapat dikatakan belum cukup baik. Selanjutnya, pemberian kontrol optimal diharapkan mampu mengurangi jumlah orang yang menganggur sehingga angka kriminalitas dapat menurun. Oleh karena itu, dibutuhkan model dengan pemberian kontrol optimal untuk dapat memenuhi tujuan yang diinginkan.

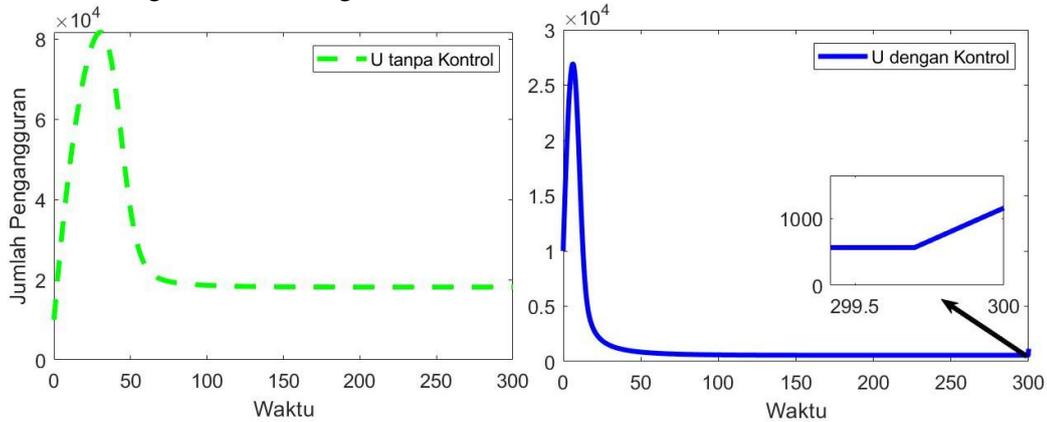


Gambar 3: Dinamika Setiap Variabel dengan Kontrol Optimal

Selanjutnya, Gambar 3 menyajikan dinamika dari perubahan setiap variabel dengan adanya pemberian kontrol optimal. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa kondisi optimal untuk ketersediaan jumlah lowongan pekerjaan berada pada angka 102.100. Sehingga dengan ketersediaan lowongan pekerjaan sebanyak 102.000 tersebut dapat meningkatkan jumlah pekerja. Peningkatan jumlah pekerja dapat menyebabkan jumlah orang yang menganggur mengalami penurunan. Di sisi lain, turunnya jumlah pengangguran menyebabkan penurunan angka kriminalitas. Oleh karena itu, dapat diindikasikan bahwa jika lowongan pekerjaan meningkat maka akan terjadi penambahan jumlah orang yang bekerja, penurunan jumlah orang yang menganggur dan juga penurunan angka pelaku kriminalitas. Selanjutnya, dilakukan analisis laju perubahan pada masing-masing variabel sebelum dan sesudah adanya kontrol optimal.

1. Banyaknya orang yang menganggur

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa saat sebelum diberikan kontrol optimal jumlah orang yang menganggur lebih tinggi dibandingkan setelah diberikan kontrol dengan jumlah tertinggi mencapai 81.670 orang yang menganggur. Kemudian jumlah orang yang menganggur akan konstan di angka 18.140 orang.

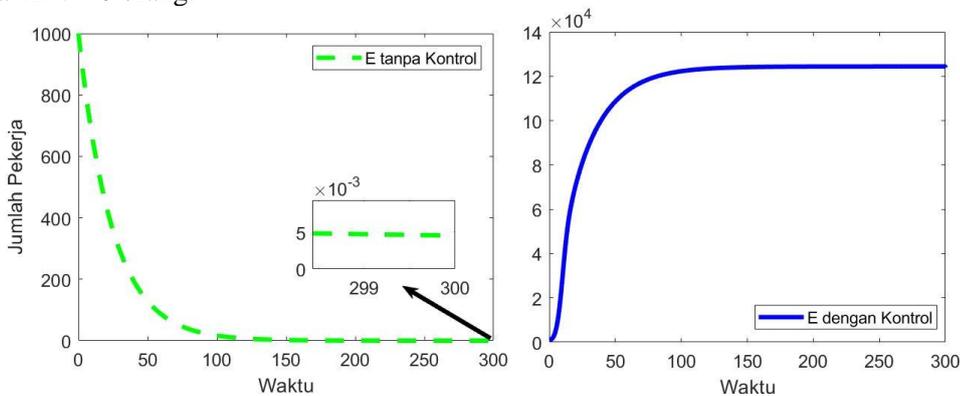


Gambar 4: Dinamika Jumlah Orang yang Menganggur

Selanjutnya saat diberikan kontrol jumlah orang yang menganggur tertinggi berada di angka 26.910 orang. Setelah berada di angka tertinggi jumlah orang yang menganggur akan menurun, kemudian akan stabil di angka 564 orang. Hal ini dikarenakan ketersediaan lowongan pekerjaan setelah hari ke 30 mengalami peningkatan dan ketersediaan tersebut stabil atau dapat diartikan bahwa ketersediaan lowongan pekerjaan selalu ada tetapi tetap di angka yang sama tidak ada peningkatan maupun penurunan. Namun di waktu akhir jumlah orang yang menganggur pada mengalami peningkatan kembali karena lowongan pekerjaan yang tersedia mengalami penurunan.

2. Banyaknya orang yang bekerja

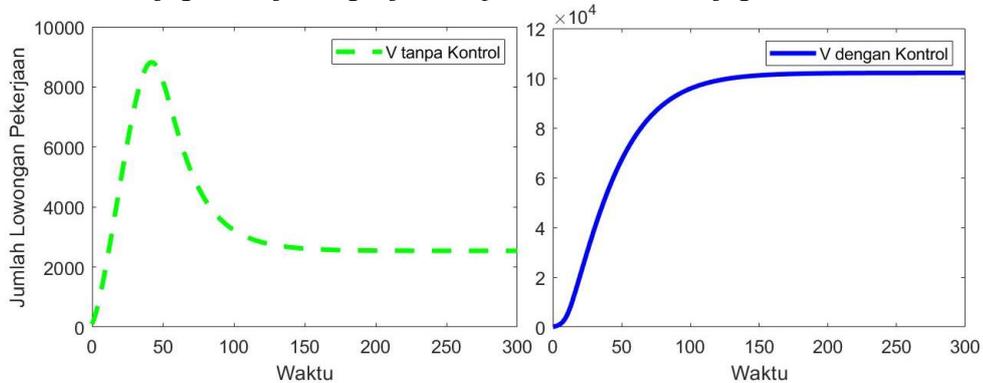
Jumlah orang yang bekerja saat diberikan kontrol lebih tinggi dibandingkan sebelum diberikan kontrol. Hal tersebut dikarenakan, pada saat diberikan kontrol lowongan pekerjaan yang tersedia mengalami peningkatan sehingga besar kemungkinan akan terjadi lonjakan pekerja. Sedangkan saat sebelum diberikan kontrol, lowongan pekerjaan yang tersedia sangatlah sedikit, ini menyebabkan penambahan jumlah orang yang bekerja sangat sedikit. Jumlah orang yang bekerja pada waktu awal sebesar 1.000 orang, kemudian setelah diberikan kontrol jumlah orang yang bekerja mengalami peningkatan yang sangat signifikan hingga mencapai angka 124.440 orang.



Gambar 5: Dinamika Jumlah Orang yang Bekerja

3. Banyaknya lowongan pekerjaan

Berdasarkan Gambar 6 jumlah lowongan pekerjaan yang tersedia sebelum diberikan kontrol sangatlah sedikit bahkan sampai tidak ada penambahan ketersediaan lowongan pekerjaan. Hal ini, dapat mengakibatkan jumlah orang yang menganggur mengalami peningkatan tiap waktu. Sehingga diperlukan pengontrolan agar jumlah orang yang menganggur mengalami penurunan, hal ini juga bertujuan agar jumlah pelaku kriminalitas juga semakin berkurang.

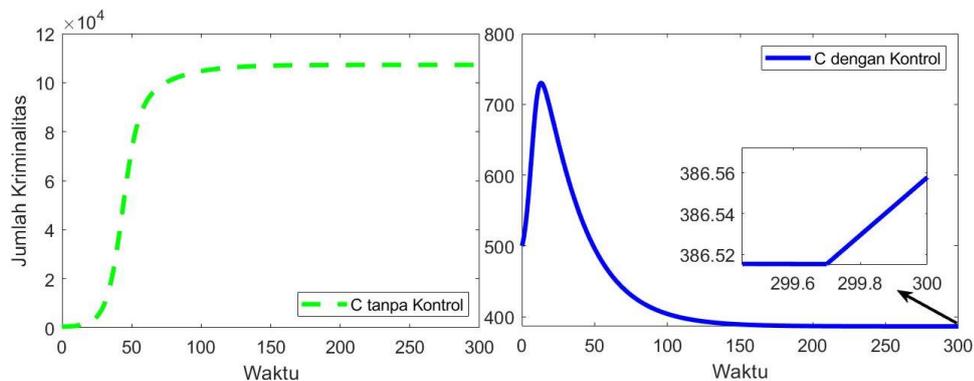


Gambar 6: Dinamika Jumlah Lowongan Pekerjaan

Selanjutnya dengan diberikan kontrol optimal jumlah lowongan yang tersedia meningkat sangat signifikan hingga mencapai angka 102.100 orang yang dibutuhkan, dimana sebelumnya hanya membutuhkan 100 orang saja. Berdasarkan hal tersebut, maka pemberian kontrol ini sangat berpengaruh agar dapat menekan jumlah orang yang menganggur.

4. Banyaknya pelaku kriminalitas

Jumlah pelaku kriminalitas sebelum diberikan kontrol optimal sangat tinggi hingga mencapai 107.200 orang. Hal ini dikarenakan jumlah lowongan pekerjaan yang disediakan sangat sedikit, yang menyebabkan terjadinya penurunan jumlah pekerja. Penurunan jumlah lowongan pekerjaan sangat berpengaruh pada seseorang dalam usia produktif yang membutuhkan pekerjaan. Sehingga terdapat kemungkinan seseorang tersebut menjadi pengangguran yang terus berusaha untuk mendapatkan pekerjaan dan kemungkinan lainnya akan menjadi pelaku kriminalitas, dikarenakan kesulitan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Oleh karena itu, perlu diberikan kontrol agar dapat menekan pertumbuhan jumlah pengangguran dan juga jumlah pelaku kriminalitas. Berdasarkan Gambar 7, jumlah pelaku kriminalitas setelah diberikan kontrol mengalami penurunan yang sangat signifikan. Sehingga pemberian kontrol ini sangat diperlukan agar dapat menekan pertumbuhan jumlah orang yang menganggur yang dapat menyebabkan peningkatan jumlah pelaku kriminalitas.



Gambar 7: Dinamika pelaku kriminalitas

#### 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, telah dikonstruksi suatu model matematika yang menggambarkan hubungan antara jumlah pengangguran, pekerja, lowongan pekerjaan, dan kriminalitas. Model tersebut dinyatakan ke dalam suatu sistem persamaan diferensial biasa. Pada model tersebut, dikenalkan suatu variabel kontrol optimal berupa kebijakan pemerintah dalam menyediakan lowongan pekerjaan bagi pengangguran. Pemberian kontrol optimal ini bertujuan untuk meminimumkan jumlah pengangguran dengan biaya pengendalian yang minimum. Permasalahan kontrol optimal ini telah diselesaikan menggunakan metode Pontryagin Minimum Principle dan disimulasikan secara numerik. Berdasarkan hasil simulasi, kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah pemberian kontrol berupa penyediaan lowongan pekerjaan bagi pengangguran dapat mengurangi jumlah orang yang menganggur. Dengan berkurangnya jumlah pengangguran, risiko meningkatnya tindak kriminal dapat diminimalkan.

#### Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. (2019) 'Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi', Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Box, S., and Hale, C. (1985). 'Unemployment, imprisonment and prison overcrowding', *Contemporary Crises*, Vol. 6, No. 3, hal 209-228.
- Burden, R. L. and Faires, J. D. (2011) 'Numerical Analysis 9th Ed.'. USA: Brooks/Cole.
- Carrillo-Larco, R. M., & Castillo-Cara, M. (2020) 'Using Country-Level Variables to Classify Countries According to The Number of Confirmed COVID-19 Cases: An Unsupervised Machine Learning Approach'. Wellcome Open Research, Maret(31), 1–8. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.15819.1>
- Naidu, D.S. (2002) 'Optimal Control System'. New York: CRC Press.
- Fitria, I., dkk. (2017) 'An Optimal Control Strategies using Vaccination and Fogging in Dengue Fever Transmission Model', *AIP Conference Proceedings*.
- Fitria, I., dkk. (2019) 'The Optimal Implementation of Chlorination, Treatment, and Education Controls in Reducing the Transmission of Cholera Disease', *IOP Conf. Series: Journal of Physics*.
- Franita, R. (2016) 'Analisa pengangguran di Indonesia'. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, Vol 1, hal. 88-93.
- Galindro, A., and Torres, D.F.M. (2018) 'A Simple Mathematical Model for Unemployment: A Case Study in Portugal with Optimal Control, *Stat., Optim. Inf. Comput*, Vol. 6, hal 116-129.
- Lenhart, S. and Workman, J. T. (2007) 'Optimal Control Applied to Biological Models'. UK: Chapman & Hall/CRC.
- Liu, W., Yue, X.-G., and Tchounwou, P. B. (2020) 'Response to the COVID-19 Epidemic: The Chinese Experience and Implications for Other Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2304. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072304>
- Munoli, S. B. and Gani, S. (2015), 'Optimal Control Analysis of a Mathematical for Unemployment', *Optimal Control Application Methods*, Vol. 37, No. 4, hal. 798–806.
- Pathan, G. and Bhathawala, P.H. (2017) 'A Mathematical Model for Unemployment-Taking an Action without Delay', *Int. J. Appl. Math. Stat.*, Vol. 12, hal. 41-48.
- Subchan, dkk. (2019) 'An epidemic cholera model with control treatment and intervention, *IOP Conf. Series: Journal of Physics*.
- Sundar, S., Agraj, T., dan Ram, N. (2018), 'Does Unemployment Induce Crime in Society? A Mathematical Study', *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, Vol. 6, No. 2, hal. 44-53.
- Ulya, F. M. (2020) 'Pertumbuhan ekonomi RI minus 5,32 persen pada kuarta II tahun 2020', available from - <https://money.kompas.com/read/2020/08/05/120854826/pertumbuhan-ekonomi-ri-minus-532-persen-pada-kuartal-ii-2020>
- Wulansari, F. A. (2017) 'Analisis pengaruh pengangguran dan distribusi pendapatan terhadap kriminalitas dan investasi di indonesia tahun 2011-2015', *Skripsi*, Universitas Hasanuddin, Makassar.