

# **PENYEBARAN VIRUS EBOLA DENGAN KOMBINASI TRANSMISI SEKSUAL DAN NON-SEKSUAL**

*SKRIPSI*



Oleh  
NOSARANI DWI RESTU  
NIM 14030214020

**UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
**PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA**  
2023



# **PENYEBARAN VIRUS EBOLA DENGAN KOMBINASI TRANSMISI SEKSUAL DAN NON-SEKSUAL**

*SKRIPSI*

Diajukan kepada Universitas Negeri Surabaya untuk Memenuhi  
Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Matematika

Oleh  
NOSARANI DWI RESTU  
**NIM 14030214020**

**UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN MATEMATIKA  
**PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA**  
2023



## **HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi oleh : Nosarani Dwi Restu  
NIM : 14030214020  
Judul : PENYEBARAN VIRUS EBOLA DENGAN  
KOMBINASI TRANSMISI SEKSUAL DAN NON-  
SEKSUAL

ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan  
dalam ujian skripsi.

Surabaya, 25 Mei 2023  
Pembimbing,

Dr. Yusuf Fuad, M.App.Sc.  
NIP. 196006221991031001



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi oleh : Nosarani Dwi Restu  
NIM : 14030214020  
Judul : PENYEBARAN VIRUS EBOLA DENGAN  
KOMBINASI TRANSMISI SEKSUAL DAN NON-  
SEKSUAL

ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji tanggal 6 Juni  
2023

	Dewan Penguji	Tanda Tangan	Tanggal Selesai Revisi
1	Dr. Yusuf Fuad, M.App.Sc. NIP. 196006221991031001	....	.....
2	Budi Priyo Prawoto, S.Pd., M.Si. NIP. 198504172009121004	....	.....
3	Yuliani Puji Astuti, S.Si., M.Si. NIP. 197807312006042001	....	.....

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Matematika  
dan Ilmu Pengetahuan  
Alam Universitas Negeri  
Surabaya

Mengetahui,  
Ketua Departemen Matem-  
atika Universitas Negeri  
Surabaya

Dekan  
NIP. Dekan

Kadep  
NIP. Kadep





## **SURAT PERNYATAAN KEORISINILAN SKRIPSI**

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Skripsi oleh : Nosarani Dwi Restu  
NIM : 14030214020  
Program Studi/Departemen : S1 Matematika/Matematika  
Judul Skripsi : PENYEBARAN VIRUS EBOLA  
DENGAN KOMBINASI  
TRANSMISI SEKSUAL DAN  
NON-SEKSUAL

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. produk dari penelitian/skripsi yang telah saya kembangkan adalah benar merupakan hasil karya saya bersama pembimbing dan belum diajukan hak cipta/paten oleh saya pribadi atau orang lain ke instansi/lembaga manapun;
2. menyerahkan sepenuhnya produk penelitian saya ke Program Studi S1 Matematika sebagai produk milik program Studi;
3. tidak menuntut/meminta ganti rugi dalam bentuk apapun atau segala sesuatu yang dilakukan oleh Program Studi S1 Matematika terhadap produk penelitian/skripsi saya ini;
4. apabila ternyata dikemudian hari produk penelitian/skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Negera Kesatuan Republik Indonesia.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 6 Juni 2023  
Yang membuat pernyataan,

Meterai  
(Rp. 10.000)

Nosarani Dwi Restu  
NIM. 14030214020



## **KATA PENGANTAR**

Tulis Kata Pengantar disini



## ABSTRAK

### PENYEBARAN VIRUS EBOLA DENGAN KOMBINASI TRANSMISI SEKSUAL DAN NON-SEKSUAL

Nama : Nosarani Dwi Restu  
NIM : 14030214020  
Program Studi : S1 Matematika  
Departemen : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Nama Lembaga : Universitas Negeri Surabaya  
Pembimbing : Dr. Yusuf Fuad, M.App.Sc.

Ebola merupakan penyakit menular yang mematikan dan disebabkan oleh virus ebola dari famili Filoviridae, dan genus Ebolavirus. Penularan ke manusia diakibatkan oleh hewan atau bangkai hewan yang terinfeksi, seperti gorila, kera, simpanse, kelelawar, dan sebagainya. Virus ini juga dapat disebarkan melalui hubungan seksual dengan penderita.

Penelitian ini bertujuan untuk merekonstruksi model matematika dari penyebaran virus Ebola dengan kombinasi transmisi seksual dan non-seksual berdasarkan model epidemik SIR-SI. Populasi dalam komunitas terdiri dari populasi manusia dan populasi kelelawar. Pada populasi manusia dibagi menjadi tiga, yakni populasi manusia rentan, populasi manusia terinfeksi dan populasi manusia yang telah sembuh. Sedangkan, terdapat dua pada populasi kelelawar yaitu populasi kelelawar rentan dan populasi kelelawar terinfeksi. Pada manusia terinfeksi dapat menyebarkan virus terhadap manusia rentan melalui hubungan seksual.

**Kata kunci:** Analisis kestabilan, virus Ebola, diagram kompartemen, titik kesetimbangan, linierisasi



## ABSTRACT

### DISTRIBUTION OF EBOLA VIRUS WITH SEXUAL AND NON-SEXUAL TRANSMISSION

Name : Nosarani Dwi Restu  
Student ID : 14030214020  
Programme : Bachelor of Mathematics  
Departement : Mathematics  
Faculty : Mathematics and Natural Sciences  
Insitution : State University of Surabaya  
Supervisor : Dr. Yusuf Fuad, M.App.Sc.

Ebola is a deadly infectious disease, caused by the ebola virus from the family of Filoviridae, and genus Ebolavirus. Most of the transmission to humans is caused by animals or carcasses of infected animals, such as gorillas, monkeys, chimpanzees, bats and others. This virus can also be spread through sexual contact with the patient.

This study aims to reconstruct a mathematical model of the spreading of the Ebola virus with combinations of sexual and non-sexual transmission routes based on the SIR-SI epidemic model. The population within a community consists of the human population and the bat population. In the human population, it is divided into three cases, namely the vulnerable human population, the infected human population and the healed human population. Whereas, there are only two in the bat population that is the population of vulnerable bats and the population of infected bats. Infected humans can spread the virus to vulnerable humans through sexual intercourse.

**Keywords:** Stability analysis, Ebola virus, compartment diagram, the equilibrium point, linearization





## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
SURAT PERNYATAAN KEORISINIAL SKRIPSI	ix
KATA PENGANTAR	xi
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR SIMBOL	xxi
BAB I      PENDAHULUAN	1
A.   Latar Belakang . . . . .	1
B.   Rumusan Masalah . . . . .	2
C.   Tujuan Penelitian . . . . .	3
D.   Manfaat Penelitian . . . . .	3
E.   Batasan Masalah . . . . .	3
F.   Asumsi . . . . .	4
DAFTAR PUSTAKA	7
LAMPIRAN	9
A <i>Source code</i>	9
B   Biodata Penulis	17



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Logo Unesa .....	4
------------	------------------	---



## DAFTAR SIMBOL

$m$	Massa
$p$	Momentum
$F$	Gaya
$P$	Tekanan
$A$	Luas permukaan
$g$	Percepatan gravitasi bumi
$h$	Kedalaman sungai
$\rho$	Massa jenis air sungai
$\mu$	Viskositas air
$\nu$	Viskositas kinematik
$\tau$	Tekanan viskose
$c$	Kecepatan bunyi
$L$	Panjang
■	Kecepatan anguler
$\sigma$	Tegangan permukaan
$Q$	Debit
$F_s$	<i>Surface force</i>
$F_b$	<i>Body force</i>
<b>V</b>	Kecepatan
<b>x</b>	Jarak
$C$	Konsentrasi
$t$	Waktu
$P_x$	Gradien tekanan pada- $x$
$P_y$	Gradien tekanan pada- $y$



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Air adalah salah satu unsur vital bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Air diperlukan dalam berbagai aktivitas manusia seperti kebutuhan minum, MCK, irigasi, dan minuman untuk ternak. Selain itu, air juga diperlukan dalam kelangsungan industri dan pengembangan teknologi untuk meningkatkan taraf kesejahteraan hidup manusia. Sungai merupakan salah satu sumber untuk mendapatkan air untuk mencukupi kebutuhan hidup manusia. Air juga membentuk 70% bumi, termasuk di dalamnya laut dan sungai. Sungai telah menjadi bagian yang penting dalam kehidupan manusia.

Masih banyak masyarakat Indonesia yang menggantungkan hidupnya pada air sungai sebagai sumber air yang digunakan untuk aktivitas sehari-hari seperti mencuci baju, mencuci peralatan dapur, irigasi, maupun transportasi. Salah satu hal penting dari fungsi sungai adalah peranannya dalam mengendalikan banjir dengan mengalirkan air hujan. Sungai berpengaruh besar terhadap kelangsungan hidup ekosistem sungai maupun manusia yang hidup di sekitar sungai. Oleh karena itu, kualitas air sungai perlu dijaga dari pencemaran baik dari limbah industri maupun non-industri.

Sungai merupakan salah satu air permukaan yang rentan terhadap pencemaran. Perkembangan industri yang berupa pabrik-pabrik di sepanjang daerah aliran sungai turut menyumbang polutan di sungai. Secara umum, limbah industri menempati posisi utama penyebab pencemaran jangka panjang terhadap air permukaan, terutama industri-industri yang memiliki air buangan dengan bahan pencemar tinggi, seperti industri pertambangan, industri baja dan besi maupun industri bahan-bahan kimia.

Industri di Indonesia berkembang dengan cukup pesat beberapa dalam beberapa dekade terakhir ini. Perkembangan tersebut tidak hanya membawa dampak positif bagi masyarakat,

dampak negatif juga turut mempunyai andil dalam perkembangan industri ini. Selain hasil industri yang bermanfaat bagi masyarakat, dihasilkan pula hasil industri yang berupa limbah dan polutan lainnya. Polutan merupakan zat atau benda yang masuk ke dalam suatu badan penerima sehingga memberikan suatu perubahan sifat atau terhadap badan penerima tersebut. Pada daerah perairan, dampak polutan dapat memberikan dampak pada pola ataupun karakteristik perairan. Karena itu, pemodelan pola penyebaran polutan sangat penting untuk mengevaluasi risiko dari pembuangan yang disengaja, berbahaya, dan terkontaminasi dalam sungai dan untuk memahami transportasi biogeokimia dalam ekosistem sungai, terutama dalam siklus hara.

Pembuangan limbah cair industri atau non-industri ke sungai mempunyai potensi sebagai penyebab pencemaran bagi sungai tersebut. Ini disebabkan karena setiap beban limbah cair yang dibuang ke sungai mengandung parameter-parameter yang bersifat fisik, kimiawi dan biologis yang dapat merubah kualitas air sungai atau mempengaruhi besar nilai oksigen terlarut dalam sungai tersebut. Sedangkan beban limbah cair yang dibuang ke sungai semakin lama semakin meningkat, oleh karena itu untuk menjaga kualitas air sungai tersebut diperlukan upaya pengawasan dan *monitoring* kualitas air sungai.

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini akan dikaji penyebaran polutan di pertemuan dua sungai. Penelitian ini akan dikembangkan dengan metode volume hingga skema *Quadratic Upwind Interpolation Convective Kinematics (QUICK)*. Untuk mencari penyelesaian numeriknya dan visualisasi hasil akan digunakan perangkat lunak MATLAB.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model matematika penyebaran polutan pada pertemuan dua sungai.
2. Bagaimana menerapkan Metode Volume Hingga skema *QUICK* pada model penyebaran polutan pada pertemuan dua sungai tersebut.
3. Bagaimana hasil penyebaran polutan di daerah aliran pertemuan dua sungai dengan Metode Volume Hingga skema *QUICK*.



### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengkaji dan menganalisis model matematika penyebaran polutan pada pertemuan dua sungai.
2. Menerapkan Metode Volume Hingga skema *QUICK* dan menyelesaikan model matematika penyebaran polutan pada pertemuan dua sungai tersebut.
3. Menyimulasikan dan memvisualisasikan penyelesaian numerik pola penyebaran polutan pada pertemuan dua sungai.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai pola penyebaran polutan pada pertemuan dua sungai dengan pendekatan matematis
2. Sebagai referensi pilihan alternatif bagi peneliti yang lain untuk melengkapi metode penyelesaian numerik yang ada.

### **E. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan dalam bentuk simulasi numerik di komputer.
2. Data kecepatan yang dipergunakan dalam penelitian ini diambil dari PT. Jasa Tirta I.
3. Unsur-unsur hidrodinamika yang diteliti adalah kecepatan aliran.
4. Pola penyebaran polutan yang diamati adalah arah panjang sungai (longitudinal) dan arah lebar sungai (lateral) selama tahun 2012.
5. Parameter kualitas sungai yang digunakan adalah TSS (*Total Suspended Solid*).
6. Aliran sungai ditentukan bersifat kondisi Laminer.
7. Kepadatan air sungai konstan karena air sungai adalah fluida yang tidak mampu mampat.
8. Perubahan viskositas air cukup kecil sehingga dianggap konstan.

9. Permukaan sungai adalah horizontal dan dinding sungai berkarakteristik relatif halus.
10. Air sungai mengandung polutan TSS, dan polutan TSS menyebar mengikuti kecepatan aliran sungai.
11. Pengaruh putaran bumi (gaya *Coriolis*) sangat kecil sehingga dianggap nol.
12. Gradien tekanan pada masing-masing sumbu ditentukan.
13. Pengaruh angin sangat kecil sehingga gesekan di permukaan diasumsikan nol.
14. Panjang sungai yang diukur dari pertemuan dua sungai adalah  $1500m$  dan lebarnya  $25m$
15. Sungai yang menjadi objek penelitian ini adalah Kali Surabaya yang mengalir diantara Jalan Raya Mastrip (Karangpilang, Surabaya) dan Jalan Ngelom Rolak (Sepanjang, Sidoarjo)

#### F. Asumsi

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:



Gambar 1.1: Logo Unesa

Rumus umum persamaan pythagoras diberikan oleh persamaan 1.1 berikut ini

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (1.1)$$

Model penyebaran penyakit diberikan oleh sistem persamaan diferensial sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \beta SI \\ \frac{dI}{dt} &= -\beta SI \end{aligned} \quad (1.2)$$

$$I = \int_0^{\infty} e^{at} dt \quad (1.3)$$

Matriks Identitas  $3 \times 3$  diberikan oleh:

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & \vdots \\ \cdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1.4)$$



## DAFTAR PUSTAKA

- Apsley, D., 2013. *Computational Hydraulics*. Lecture Notes. Manchester: University of Manchester.
- Asyhar, A., 2012. *Pola Penyebaran Polutan di Daerah Aliran Sungai*. Tesis, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Chaudry, M. H., 2008. *Open-Channel Flow*. New York: Springer, 2nd ed.
- Fardiaz, S., 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius, 11 ed.
- Ferziger, M., J. H. dan Perić, 2002. *Computational Methods for Fluid Dynamics*. Berlin: Springer, 3rd rev. ed.
- Holzbecher, E., 2012. *Environmental Modelling Using MATLAB*. Berlin: Springer, 2nd ed.
- Karnaningroem, e. a., N., 2006. Hydrodynamics of pollutant dispersion in river. In *Majalah IPTEK*, vol. 17, (pp. 136–146). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Munson, e. a., B. R., 2009. *Fundamentals of Fluid Mechanics*. USA: Wiley, 6th ed.
- Norris, S. E., 2006. *A Parallel Navier Stokes Solver for Natural Convection and Free Surface Flow*, chap. 2, (pp. 7–51). University of Sydney. Engineering.
- Siing, B., M. dan Widodo, 2011. Penyelesaian model matematika penelusuran banjir gelombang difusi. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, (pp. M-77 – M-84). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Soehardjo, 1997. *Refreshing Matematika*. Surabaya: Jurusan Matematika FMIPA ITS.

- Subiono, 2013. *Sistem Linear dan Kontrol Optimal*. Surabaya: Jurusan Matematika FMIPA ITS, 2.1.1 ed.
- Veersteg, W., H. K. dan Malalasekera, 2007. *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Methods*. Glasgow: Pearson Education Limited, 2nd ed.
- Widodo, e. a., B., 2012. *Pengaruh Hidrodinamika pada Dispersi Polutan di Sungai*. Penelitian, Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## LAMPIRAN A

### Source code

```
# -*- coding: utf-8 -*-  
"""Epidemiology.ipynb
```

*Automatically generated by Colaboratory.*

*Original file is located at*

*[https://colab.research.google.com/drive/1\\_lpafKgogXNRvV](https://colab.research.google.com/drive/1_lpafKgogXNRvV)*

```
import numpy as np  
from scipy.integrate import odeint  
import matplotlib.pyplot as plt
```

*#SIS Model*

```
t = np.linspace(0,50)  
i0 = 0.4  
beta = 0.5
```

```
def model(i,t,beta,gamma):  
    didt = (beta-gamma-beta*i)*i  
    return didt
```

```
gamma = 0.05  
y1 = odeint(model,i0,t,args=(beta,gamma))  
gamma = 0.6  
y2 = odeint(model,i0,t,args=(beta,gamma))
```

```
fig=plt.figure()  
plt.plot(t,y1,'r',label='$beta > gamma$')  
plt.plot(t,y2,'g',label='$beta < gamma$')  
plt.xlim([0,50])  
plt.xlabel('Time')
```

```
plt.ylabel('Infected_people')
plt.grid(b=True, which='both', c='k', lw=1, ls=':')
legend = plt.legend()
legend.get_frame().set_alpha(0.5)
```

```
import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
t=np.linspace(0,3)
er=0.02
alfa=0.0001
a=0.01
delta=0.0082
n=10000
ce=50
satu=1
pe=13.44
be=1
teta=2.03
k=1.01
ks=0.0006
ki=0.6
kp=0.6
kc=0.8
gamma=-0.9
vm=1
m0,v0,i0,s0,p0,c0 = 13, 13, 13, 13, 13, 13
```

```
def model(y,t,er,alfa,a,delta,n,ce,satu,pe,be,teta,k,ks,ki,kp)
    m,v,i,s,p,c = y
    dmdt=gamma*m+vm
    dvdt=n*i-ce*v
    didt=alfa*s*v-a*i-delta*i-ki*m*i
    dsdt=er*s*satu-(s+i)-alfa*s*v-ks*m*s
    dpdt=delta*p*i+be*pe-(teta*p*p)/(satu+p*p)-ks*m*p
    dcdt=teta*p*p/(satu+p*p)-k*c-kc*m*c
```



```

    return dmdt, dvdt, didt, dsdt, dpdt, dcdt
y0=m0,v0,i0,s0,p0,c0
hasil = odeint(model,y0,t,args=(er, alfa ,a,delta ,n,ce ,satu ,p
m,v,i,s,p,c = hasil.T

```

```

fig=plt.figure()
plt.plot(t,s,'k',label='NORMAL')
plt.plot(t,i,'g',label='INFECTED')
plt.plot(t,v,'b',label='VIRUS')
plt.plot(t,p,'y',label='precancer')
plt.plot(t,c,'r',label='cancer')
plt.plot(t,m,'g',label='chemoterpy')
#plt.ylim([t0,1])
#plt.xlim([t0,tf])
plt.xlabel('Time')
plt.ylabel('Population')
plt.grid(b=True, which='both',c='k',lw=1,ls=':')
legend = plt.legend()
legend.get_frame().set_alpha(0.5)

```

```

import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt

```

```

t0=0
tf=30
t = np.linspace(t0,tf)
miu = 0.0125
beta1 = 0.1961
beta2 = 0.0101
gamma1 = 0.0772
gamma2 = 0.1008
teta = 0.1245
c = 0.0822
p0, s0, e0, q0 = 0, 0.39, 0.3, 0.2

```

```

#PSEQ Model

```

```

def model(y,t,beta1,beta2,gamma1,gamma2,teta,miu,c):
    p,s,e,q = y
    dpdt = (miu*s)-(miu*p)-(beta1*p*s)
    dsdt = (beta1*s*p)+(beta2*s*q)+c*e-miu*s-(gamma1*s)-(teta*s)
    dedt = (teta*s*e)-(gamma2*e)-miu*e-c*e
    dqdt = (gamma1*s)+(gamma2*e)-(beta2*s*q)-miu*q
    return dpdt, dsdt, dedt, dqdt
y0=p0,s0,e0,q0
hasil = odeint(model,y0,t,args=(miu,beta1,beta2,gamma1,gamma2,
p,s,e,q) = hasil.T

fig=plt.figure()
plt.plot(t,p,'r',label='Susceptible')
plt.plot(t,s,'k',label='Exposed')
plt.plot(t,e,'g',label='Infected')
plt.plot(t,q,'b',label='Recovered')
#plt.ylim([t0,1])
#plt.xlim([t0,tf])
plt.xlabel('Time')
plt.ylabel('Population')
plt.grid(b=True, which='both',c='k',lw=1,ls=':')
legend = plt.legend()
legend.get_frame().set_alpha(0.5)

I'mimport numpy as np
import control as ct
import control.optimal as opt
import matplotlib.pyplot as plt

def vehicle_update(t,x,u,params):
    ####_Get_the_parameters_for_the_model
    ####l=params.get('wheelbase',3.0)#####_vehicle_wheelbase
    ####phimax=params.get('maxsteer',0.5)#####_max_steering_angle

    ####_Saturate_the_steering_input
    ####phi=np.clip(u[1],-phimax,phimax)

    ####_Return_the_derivative_of_the_state
    ####return np.array([

```

```

        np.cos(x[2])*u[0], #xdot=cos(theta)
        np.sin(x[2])*u[0], #ydot=sin(theta)
        (u[0]/l)*np.tan(phi) #thdot=v/l*tan(phi)
    ])

def vehicle_output(t, x, u, params):
    return x #return x, y, theta

# Define the vehicle steering dynamics as an input/output system
vehicle = ct.NonlinearIOSystem(
    vehicle_update, vehicle_output, states=3, name='vehicle'
    inputs=('v', 'phi'), outputs=('x', 'y', 'theta'))

x0 = [0., -2., 0.]; u0 = [10., 0.]
xf = [100., 2., 0.]; uf = [10., 0.]
Tf = 10

Q = np.diag([0.1, 10, 1]) #keep lateral error low
R = np.eye(2)*0.1
cost = opt.quadratic_cost(vehicle, Q, R, x0=xf, u0=uf)

constraints = [opt.input_range_constraint(vehicle, [8, -0.

horizon = np.linspace(0, Tf, 20, endpoint=True)
bend_left = [10, 0.01] #slight left veer

result = opt.solve_ocp(
    vehicle, horizon, x0, cost, constraints, initial_guess=
    options={'eps': 0.01}) #set step size for gradient

# Extract the results
u = result.inputs
t, y = ct.input_output_response(vehicle, horizon, u, x0)

# Plot the results
plt.subplot(3, 1, 1)
plt.plot(y[0], y[1])
plt.plot(x0[0], x0[1], 'ro', xf[0], xf[1], 'ro')
plt.xlabel("x[m]")

```

```

plt.ylabel("y[m]")

plt.subplot(3,1,2)
plt.plot(t,u[0])
plt.axis([0,10,8.5,11.5])
plt.plot([0,10],[9,9], 'k--', [0,10],[11,11], 'k--')
plt.xlabel("t[sec]")
plt.ylabel("u1[m/s]")

plt.subplot(3,1,3)
plt.plot(t,u[1])
plt.axis([0,10,-0.15,0.15])
plt.plot([0,10],[-0.1,-0.1], 'k--', [0,10],[0.1,0.1], 'k--')
plt.xlabel("t[sec]")
plt.ylabel("u2[rad/s]")

plt.suptitle("Lane_change_manuever")
plt.tight_layout()
plt.show()

import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt

#SI_Model
t=np.linspace(0,25)
i0=0.05
def model(i,t,beta):
    didt=beta*(1-i)*i
    return didt

beta=0.3
y1=odeint(model,i0,t,args=(beta,))
beta=0.5
y2=odeint(model,i0,t,args=(beta,))
beta=0.9
y3=odeint(model,i0,t,args=(beta,))

```

```

fig=plt.figure()
plt.plot(t,y1,'r',label='$\beta = 0.3$')
plt.plot(t,y2,'g',label='$\beta = 0.5$')
plt.plot(t,y3,'b',label='$\beta = 0.9$')
plt.xlim([0,25])
plt.xlabel('Time')
plt.ylabel('Infected people')
plt.grid(b=True,which='both',c='k',lw=1,ls=':')
legend=plt.legend()
legend.get_frame().set_alpha(0.5)

```



## **LAMPIRAN B**

### **Biodata Penulis**

Biodata Penulis