UJM 3 (1) (2014)
Unnes Journal of Mathematics
http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm

MODEL MATEMATIKA UNTUK PENYAKIT DIABETES MELLITUS TANPA FAKTOR GENETIK DENGAN PERAWATAN

Julia Ulfah ✉ , M. Kharis, Moch Chotim

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt.1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima September 2013
Disetujui Oktober 2013
Dipublikasikan Mei 2014

Keywords:
Diabetes without Genetic Factors with Treatment
Mathematical Model
$SEII_T$

Abstrak

Diabetes mellitus merupakan penyakit degenerative yang disebabkan oleh hypokinetic (berkurangnya aktivitas fisik) dan merupakan penyebab kematian nomor enam dari seluruh kematian pada semua kelompok umur. Diabetes mellitus adalah penyakit gangguan metabolik menahun yang lebih dikenal dengan pembunuh manusia secara diam-diam atau “Silent killer”. Diabetes juga dikenal sebagai “Mother of Disease” karena merupakan induk atau ibu dari penyakit-penyakit lainnya seperti hipertensi, penyakit jantung dan pembuluh darah, stroke, gagal ginjal, dan kebutaan. Dalam tulisan ini akan dikaji model matematika untuk penyakit degenerative diabetes mellitus tanpa faktor genetik dengan pengaruh perawatan. Dalam artikel ini model yang digunakan untuk pendekatan dalam kasus ini berbentuk $SEII_T$. Analisa yang dilakukan meliputi penentuan titik ekuilibrium model dan analisa terkait kestabilan di sekitar titik ekuilibrium. Simulasi diberikan berdasarkan nilai-nilai parameter yang terkait dalam model matematika yang menggambarkan kondisi pada setiap kelas subpopulasi. Diharapkan hasil yang diperoleh dapat memberikan gambaran tentang adanya pengaruh perawatan terhadap individu penderita diabetes tanpa faktor genetik.

Abstract

Diabetes mellitus is a degenerative disease caused by hypokinetic (reduced physical activity) and is the sixth leading cause of death of all deaths in all age groups. Diabetes mellitus is a chronic metabolic disorder, better known by secret human assassins or "silent killer". Diabetes is also known as the "Mother of Disease" because it is the mother or the mother of other diseases such as hypertension, heart and blood vessel disease, stroke, kidney failure, and blindness. In this paper will be studied mathematical models for degenerative diabetes mellitus disease without genetic factors with the influence of treatment. In this article, the model used for the approach in this case is in form of SEIIT. Analysis which was conducted includes the determination of the equilibrium point of the model and the associated stability analysis around the equilibrium point. Simulation is given based on the values of the parameters involved in the mathematical models that describe the conditions at each grade subpopulations. It is expected that the results obtained can give an idea of the effect of treatment on diabetic individuals without genetic factors.

✉ Alamat korespondensi:
julia_4111409032@yahoo.com

ISSN 2252-6943

Pendahuluan

Diabetes mellitus (DM) adalah penyakit yang berhubungan dengan metabolisme karbohidrat teratur, dan pra-diabetes mellitus (PD) adalah DM ringan yang disebabkan oleh sekresi insulin teratur, glucagons dan epinefrin (Choi & Kang., 2009). Diabetes mempengaruhi orang dari segala macam kondisi sosial-ekonomi (Islam., 2011). Survei Kesehatan Inggris 1993 yang dilakukan oleh Kantor Sensus Penduduk dan Survei menemukan bahwa dalam sampel 16.569 orang dewasa berumur 16 tahun atau lebih, prevalensi diabetes sendiri dilaporkan adalah 3% pada pria dan 2% Pada wanita (BDA [6]) (Boutayeb et al., 2006).

Diabetes diklasifikasikan menjadi dua kategori utama: Type1 diabetes, onset remaja dan insulin-dependent, dan diabetes type2, onset dewasa dan insulin-independen (Makroglou et al., 2005). Diabetes Tipe I (insulin-dependent diabetes) adalah adalah sebuah kondisi tubuh dimana tubuh tidak mampu untuk menghasilkan insulinsendiri sehingga diperlukan injeksi insulin dari luar. Diabetes Tipe II (insulin-independen diabetes) terjadi karena adanya gangguan pengiriman gula ke sel tubuh akibat produksi pankreas yang tidak mencukupi atau sel lemak dan otot tubuh menjadi retensi terhadap insulin. Selain itu, dikenal pula Gestasional Diabetes merupakan komplikasi diabetes pada saat kehamilan yang dapat mengakibatkan cacat pada bayi khususnya pada jantung dan tulang belakang.

Perilaku kesehatan individu dipengaruhi oleh lingkungan sosial, ekonomi, budaya, dan fisiknya. Partisipasi pasien sangat penting dalam pengelolaan diabetes (Young & Unachukwu., 2012). Modifikasi gaya hidup merupakan bagian dari manajemen penderita diabetes (Patil., 2007). Manajemen gaya hidup diabetes melibatkan penurunan berat badan pada pasien obesitas dan perubahan dalam kebiasaan diet. Dalam meta-analisis, kemungkinan memiliki depresi dua kali lipat pada pasien diabetes dibandingkan dengan mereka yang tidak (Young & Unachukwu., 2012). Dalam Riaz (2009) disebutkan diabetes dapat menyebabkan konsekuensi jangka pendek dan jangka panjang yang parah mulai dari kerusakan otak, amputasi dan penyakit jantung (ADA, 2007). Faktor risiko utama untuk Diabetes Mellitus meliputi variabel modifikasi seperti Body Mass Index (BMI), aktivitas fisik, diet, dan variabel non-dimodifikasi seperti usia, riwayat keluarga DM (Roy et al., 2012).

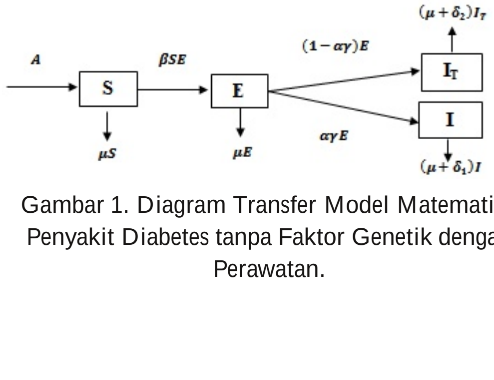
Di era globalisasi, perhatian diberikan untuk berkonsentrasi untuk membangun model matematis untuk pasien diabetes (Islam., 2011). Pemodelan Matematika dan biosimulation prediktif telah menemukan aplikasi dalam studi berbagai macam penyakit (Kansal., 2004). Dalam kasus ini dilakukan perawatan terhadap penderita penyakit diabetes mellitus. Sehingga diperoleh model matematika $SEII_T$ pada penyakit diabetes mellitus tanpa faktor genetik dengan perawatan pada penderita penyakit diabetes mellitus. Individu normal (belum terkena diabetes) dimasukkan dalam kelas Susceptible (populasi rentan), individu yang memiliki kebiasaan buruk, penurunan hormon insulin dan peningkatan glukosa darah dimasukkan dalam kelas Exposed (populasi laten) dan kelas ILL (populasi sakit) akan digolongkan menjadi dua kelas yaitu kelas ILL yang mendapatkan perawatan (I_T) dan kelas ILL yang tidak mendapat perawatan (I).

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, maka tujuan dari penelitian ini adalah (1) Membentuk model matematika penyebaran penyakit diabetes mellitus tanpa faktor genetik dengan perawatan. (2) Mengetahui analisis model penyebaran penyakit diabetes mellitus tanpa faktor genetik dengan perawatan. (3) Mengetahui simulasi model matematika penyebaran penyakit diabetes mellitus tanpa faktor genetik dengan perawatan.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Asumsi-asumsi yang digunakan untuk membentuk model matematika sebagai berikut. Recruitment masuk kelas S (Susceptible) dengan laju konstan. Laju kematian alami setiap kompartemen sama. Terjadi kematian akibat penyakit baik penderita mendapatkan perawatan ataupun tidak. Individu yang telah sakit tidak dapat disembuhkan. Individu yang mempunyai kebiasaan buruk, obesitas, dan mengalami penurunan jumlah hormon insulin masuk kelas E (Exposed). Faktor genetik diabaikan. Individu yang telah sakit dan tidak mendapatkan perawatan masuk kelas I (ILL). Individu yang telah sakit dan mendapatkan perawatan masuk kelas I_T (ILL with Treatment). Dengan adanya perawatan akan memperpanjang usia hidup penderita.

Berdasarkan asumsi tersebut dibentuk model yang sesuai adalah model $SEII_T$. Untuk memperoleh model yang sesuai diberikan diagram transfer seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Transfer Model Matematika Penyakit Diabetes tanpa Faktor Genetik dengan Perawatan.

Nilai-nilai S(t), E(t), I(t), dan I_T(t) masing-masing menyatakan jumlah individu yang rentan, laten, sakit, dan sakit dengan perawatan saat t. Dengan para meter-parameter positif yang digunakan yaitu A menyatakan laju recruitment pada populasi, μ menyatakan laju kematian alami tiap kompartemen, β menyatakan laju kontak invektif individu yang rentan terhadap individu yang laten, $\alpha\gamma$ menyatakan laju perpindahan individu laten terhadap individu sakit tanpa perawatan, $(1-\alpha\gamma)$menyatakan laju perpindahan individu laten terhadap individu sakit dengan adanya perawatan, δ_1 menyatakan laju kematian akibat penyakit tanpa perawatan, δ_2 menyatakan laju kematian akibat penyakit dengan adanya perawatan.

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh model matematika yang berupa sistem persamaan differensial biasa yang memuat variabel S, E, I, I_T, dan N. N(t) menyatakan jumlah populasi pada saat t. Sehingga sistem persamaan differensial dari Gambar 1 adalah:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= A-\mu S-\beta SE,\\ \frac{dE}{dt} &= \beta SE-\mu E-E,\\ \frac{dI}{dt} &= \alpha\gamma E-(\mu+\delta_1)I,\\ \frac{dI_T}{dt} &= (1-\alpha\gamma)E-(\mu+\delta_2)I_T,\\ N &= S+E+I+I_T. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Analisa Model

Dari sistem (1) diperoleh $\frac{dN}{dt}=A-\mu N-\delta_1 I-\delta_2 I_T$.

Karena N=S+E+I+I_T maka $\frac{dS}{dt}=\frac{dE}{dt}-\frac{dI}{dt}-\frac{dI_T}{dt}$.

Jadi diperoleh sistem yang lebih sederhana yaitu

$$\left.\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= A-\mu N-\delta_1 I-\delta_2 I_T,\\ \frac{dE}{dt} &= \beta(N-E-I-I_T)E-\mu E-E,\\ \frac{dI}{dt} &= \alpha\gamma E-(\mu+\delta_1)I,\\ \frac{dI_T}{dt} &= (1-\alpha\gamma)E-(\mu+\delta_2)I_T. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Titik kesetimbangan diperoleh dengan cara mengubah setiap persamaan pada sistem persamaan (2) sama dengan nol. Diperoleh 2 titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit dan tak bebas penyakit. Dari persamaan pertama pada sistem (2) diperoleh $N=\frac{A-\delta_1 I-\delta_2 I_T}{\mu}$. Saat I=0,dan I_T=0 diperoleh titik ekuilibrium $N=\frac{A}{\mu}$ untuk populasi bebas penyakit dan untuk I>0,dan I_T>0 nilai $N<\frac{A}{\mu}$ karena untuk $t\to\infty$ berlaku $N(t)\to N_{eq}\le\frac{A}{\mu}$.

Jadi diperoleh pembatasan domain $D=\left\{(N,E,I,I_T)\in R_4{}^{+}\middle|0\le E,I,I_T<N\le\frac{A}{\mu}\right\}$ dengan $R_4{}^{+}$ menyatakan himpunan bagian non negatif dari R^4. Dan teorema yang berkaitan dengan eksistensi titik ekuilibrium model pada penyakit diabetes mellitus disebutkan pada Teorema 1.

Teorema 1

Dipunyai $R_0=\frac{\beta A}{\mu(1+\mu)}$.

Dari persamaan (2) dan berdasarkan nilai R_0 tersebut diperoleh:

1. Jika $R_0<1$ maka sistem persamaan (2) hanya mempunyai satu titik kesetimbangan bebas penyakit $P_0=(N,E,I,I_T)=\left(\frac{A}{\mu},0,0,0\right)$.
2. Jika $R_0>1$ maka sistem persamaan (2) mempunyai dua titik kesetimbangan yaitu titik kesetimbangan bebas penyakit $P_0=(N,E,I,I_T)=\left(\frac{A}{\mu},0,0,0\right)$.

Dan titik kesetimbangan endemik tak bebas penyakit yaitu $P_1=(N^*,E^*,I^*,I_T{}^*)$

$=\left(\frac{A}{\mu}-\frac{\delta_1\alpha\gamma[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_1)}-\frac{\delta_2(1-\alpha\gamma)[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_2)},\frac{\mu}{\beta}[R_0-1],\frac{\alpha\gamma\mu[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_1)},\frac{(1-\alpha\gamma)\mu[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_2)}\right)$.

Bukti:

Titik kesetimbangan diperoleh dengan membuat setiap persamaan pada sistem persamaan (2) sama dengan nol.

Diperoleh sistem (3)

$$\left.\begin{aligned} A-\mu N-\delta_1 I-\delta_2 I_T &= 0,\\ \beta(N-E-I-I_T)E-\mu E-E &= 0,\\ \alpha\gamma E-(\mu+\delta_1)I &= 0, \text{dan}\\ (1-\alpha\gamma)E-(\mu+\delta_2)I_T &= 0. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Titik ekulibrium bebas penyakit adalah suatu keadaan dimana setiap individu tidak akan menderita penyakit. Untuk mendapatkan titik bebas penyakit maka dimisalkan E=0 sehingga diperoleh nilai I=0 dan I_T=0. Kemudian substitusikan I=0, I_T=0 dan E=0 ke persamaan 1 pada sistem (3) diperoleh nilai $N=\frac{A}{\mu}$.

Jadi saat E=0 diperoleh titik ekuilibrium bebas penyakit $P_0=(N,E,I,I_T)=\left(\frac{A}{\mu},0,0,0\right)$.

Untuk kasus E≠0 diperoleh $E=\frac{\beta A-\mu(1+\mu)}{\beta(1+\mu)}$ jelas E>0 apabila $\frac{\beta A}{\mu(1+\mu)}>1$. Misalkan $R_0=\frac{\beta A}{\mu(1+\mu)}$ jadi $E^*=\frac{\mu}{\beta}[R_0-1]$.

Substitusikan $E^*=\frac{\mu}{\beta}[R_0-1]$ ke persamaan I^*, $I_T{}^*$, dan N^*.

Diperoleh nilai I^*, $I_T{}^*$, dan N^* adalah

$I^*=\frac{\alpha\gamma\mu[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_1)}$, $I_T{}^*=\frac{(1-\alpha\gamma)\mu[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_2)}$, dan

$N^*=\frac{A}{\mu}-\frac{\delta_1\alpha\gamma[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_1)}-\frac{\delta_2(1-\alpha\gamma)[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_2)}$.

Teorema 2

1. Jika $R_0<1$ maka titik kesetimbangan P_0 stabil asimtotik lokal.
2. Jika $R_0>1$ maka titik kesetimbangan P_0 tidak stabil dan titik kesetimbangan endemik P_1 stabil asimtotik lokal.

Bukti:

Matriks jacobian untuk model matematika untuk penyakit diabetes tanpa faktor genetik adalah:

$$J=\begin{pmatrix} -\mu & 0 & -\delta_1 & -\delta_2\\ \beta E & \beta(N-E-I-I_T)-\beta E-(1+\mu) & -\beta E & -\beta E\\ 0 & \alpha\gamma & -(\mu+\delta_1) & 0\\ 0 & (1-\alpha\gamma) & 0 & -(\mu+\delta_2) \end{pmatrix}$$

Untuk $P_0 = \left(\frac{A}{\mu}, 0,0,0\right)$ dan $P_1 = (N^*, E^*, I^*, I_T^*)$ dengan $I^* = \frac{\alpha\gamma\mu[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_1)}$, $I_T^* = \frac{(1-\alpha\gamma)\mu[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_2)}$, dan $N^* = \frac{A}{\mu} - \frac{\delta_1\alpha\gamma[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_1)} - \frac{\delta_2(1-\alpha\gamma)[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_2)}$.

Untuk kasus P_0, diperoleh semua nilai eigen negatif untuk $R_0 < 1$ dan terdapat nilai eigen yang positif apabila $R_0 > 1$. Dengan kata lain jika $R_0 < 1$ maka titik ekuilibrium P_0 stabil asimtotik lokal dan jika $R_0 > 1$ maka titik P_0 tidak stabil.

Untuk kasus P_1, diperoleh

$\lambda_1 = -(\mu + \delta_1), \lambda_2 = -(\mu + \delta_2)$,

$$\lambda_3 = \frac{-(\mu R_0) - \sqrt{(\mu R_0)^2 - 4(\mu R_0(\mu+1) - \mu(\mu+1))}}{2},$$

$$\text{dan } \lambda_4 = \frac{-(\mu R_0) + \sqrt{(\mu R_0)^2 - 4(\mu R_0(\mu+1) - \mu(\mu+1))}}{2}.$$

Jelas $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ dan λ_4 negatif untuk $R_0 > 1$. Sehingga titik ekuilibrium P_1 stabil asimtotik lokal.

Simulasi Model

Simulasi dilakukan dengan memberikan nilai-nilai untuk masing-masing parameter sesuai dengan kondisi R_0 dengan teorema yang telah diberikan di atas. Simulasi ini diberikan untuk memberikan gambaran geometris dari teorema eksistensi dan kestabilan dari titik-titik ekuilibrium model ini.

Berdasarkan penjelasan makna-makna parameter-parameter, nilai μ menyatakan laju kematian alami individu, δ_2 menyatakan laju kematian karena penyakit diabetes tanpa perawatan, δ_1 laju kematian karena penyakit diabetes dengan adanya pengaruh perawatan (treatment), $\alpha\gamma$ menyatakan laju perpindahan individu yang laten menjadi sakit, β menyatakan laju kontak invektif individu yang rentan dengan individu yang laten. Jadi diasumsikan laju kematian individu adalah 63 tahun, maka

$$\mu = \frac{1}{63\times 12} = 0{,}00132,\ \beta = 0{,}0009$$

artinya rata-rata ada 9 individu rentan yang menjadi laten apabila ada 1000 individu yang rentan yang melakukan kontak dengan individu laten, diasumsikan laju perpindahan individu yang laten menjadi sakit 20 tahun, laju kematian karena penyakit diabetes 60 tahun, laju kematian karena penyakit diabetes dengan adanya pengaruh perawatan 62 tahun, sehingga diperoleh

$\alpha\gamma = \frac{1}{20\times 12} = 0{,}004$, $\delta_1 = \frac{1}{60\times 12} = 0.00139$,

$\delta_2 = \frac{1}{62\times 12} = 0.00134$.

Simulasi untuk $R_0<1$

Simulasi $R_0<1$ diberikan tabel untuk nilai-nilai parameter, yaitu:

Tabel 1. Nilai-nilai parameter untuk $R_0<1$

Parameter	Nilai	Parameter	Nilai
A	1	δ_2	0.00134
μ	0.00132	β	0.0009
δ_1	0.00139	α	0.004

Dari nilai-nilai parameter yang telah diberikan, diperoleh nilai R0=0,68. Pada teorema 1 disebutkan bahwa diperoleh 1 titik kesetimbangan pada saat $R_0<1$, yaitu titik

$$P_0 = (N, E, I, I_T) = \left(\frac{A}{\mu}, 0,0,0\right).$$

Dan pada teorema 1 disebutkan bahwa P_0 stabil asimtotik lokal.

Dari Gambar 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut diperoleh $N(t) \to \frac{A}{\mu}$ artinya dengan bertambahnya waktu jumlah individu yang ada pada populasi rentan akan menuju titik ekuilibrium dari N(t), $E(t) \to 0$ artinya dengan bertambahnya waktu jumlah individu yang masuk pada kelas E(t) akan hilang, $I(t) \to 0$ artinya jumlah individu yang masuk kelas I(t) akan hilang, $I_T(t) \to 0$ artinya jumlah individu yang masuk kelas $I_T(t)$ akan hilang.

Simulasi untuk $R_0>1$

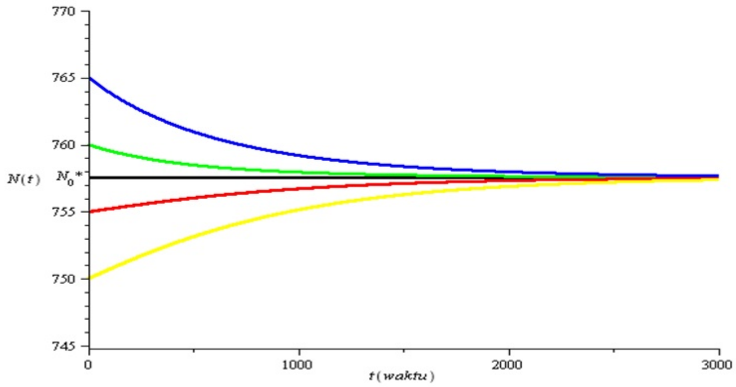
Simulasi $R_0>1$ diberikan tabel untuk nilai-nilai parameter, yaitu:

Tabel 2. Nilai-nilai parameter untuk $R_0>1$

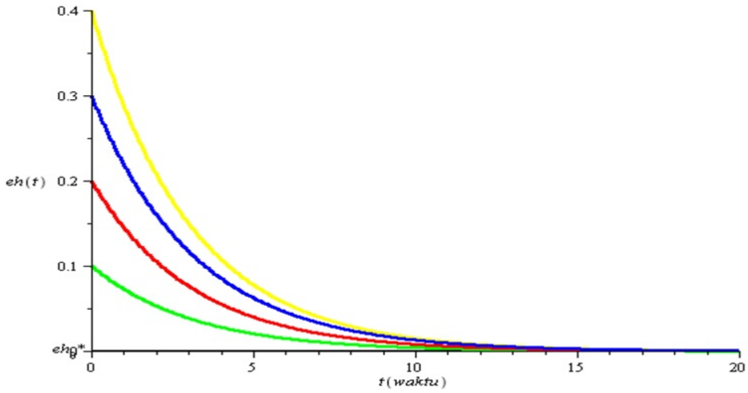
Dari nilai-nilai parameter yang telah diberikan, diperoleh nilai R_0=1,36. Pada teorema 2 disebutkan bahwa diperoleh 2 titik kesetimbangan pada saat $R_0>1$, yaitu titik P_0 tidak stabil dan P_1 stabil asimtotik lokal.

Parameter	Nilai	Parameter	Nilai
A	2	δ_2	0.00134
μ	0.00132	β	0.0009
δ_1	0.00139	α	0.004

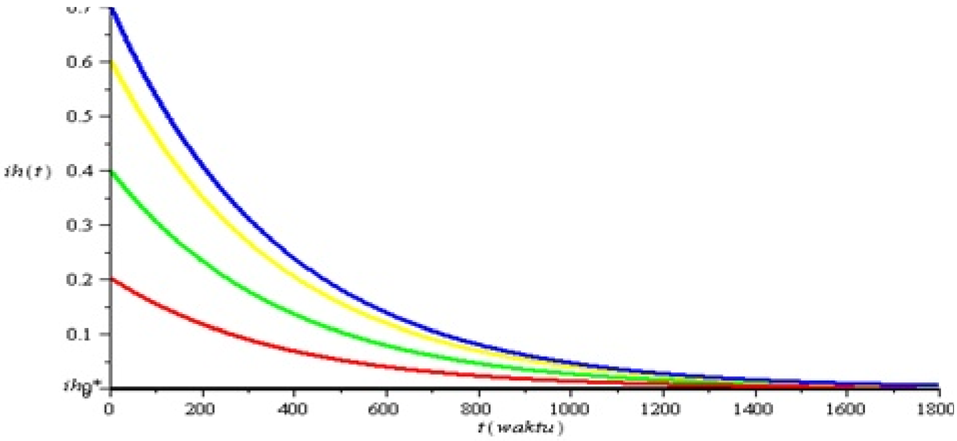
Untuk menggambarkan kondisi pada kelas N(t), E(t), I(t), dan $I_T(t)$ disajikan grafik sebagai berikut.



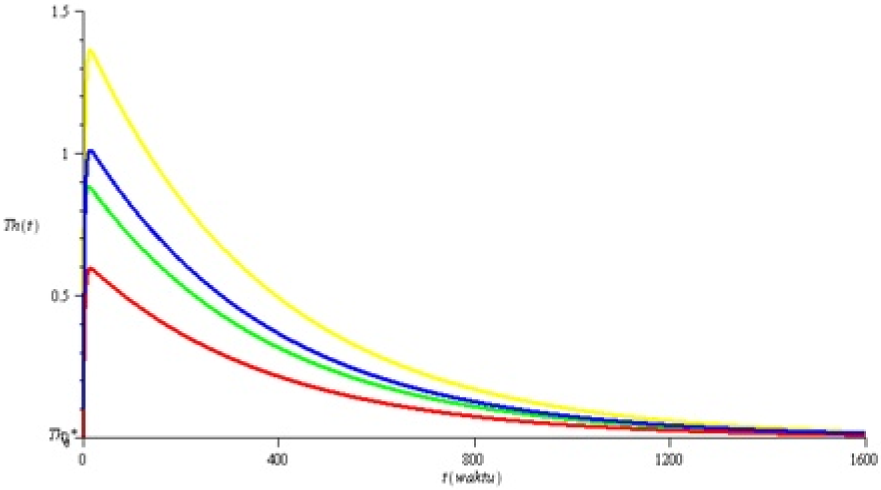
Gambar 2. Potret Fase N(t) saat R_0<1



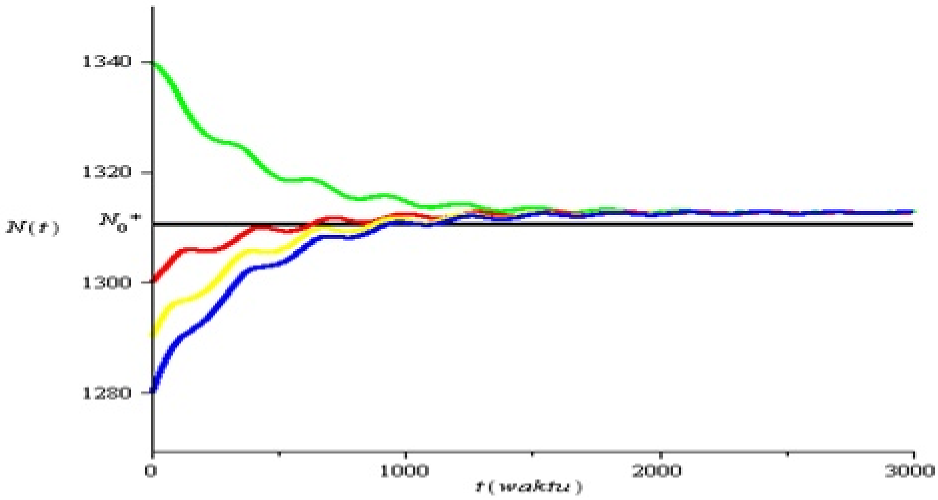
Gambar 3. Potret Fase E(t) saat R_0<1



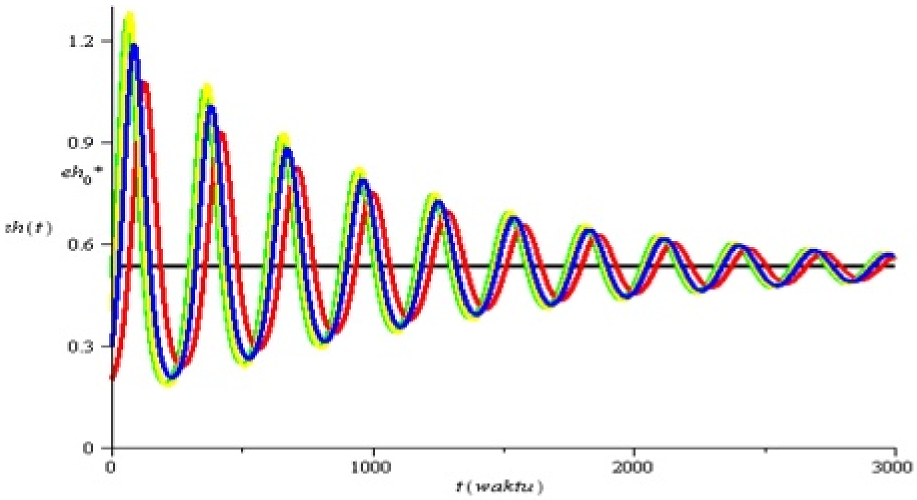
Gambar 4. Potret Fase I(t) saat R_0<1



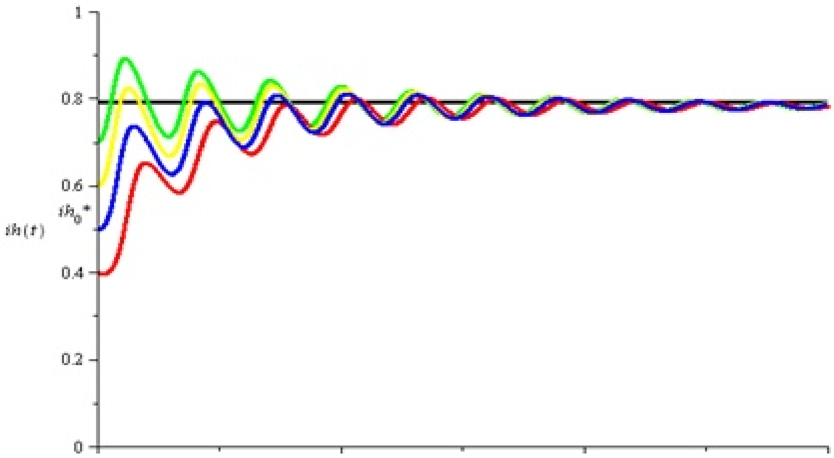
Gambar 5. Potret Fase $I_T(t)$ saat R_0<1



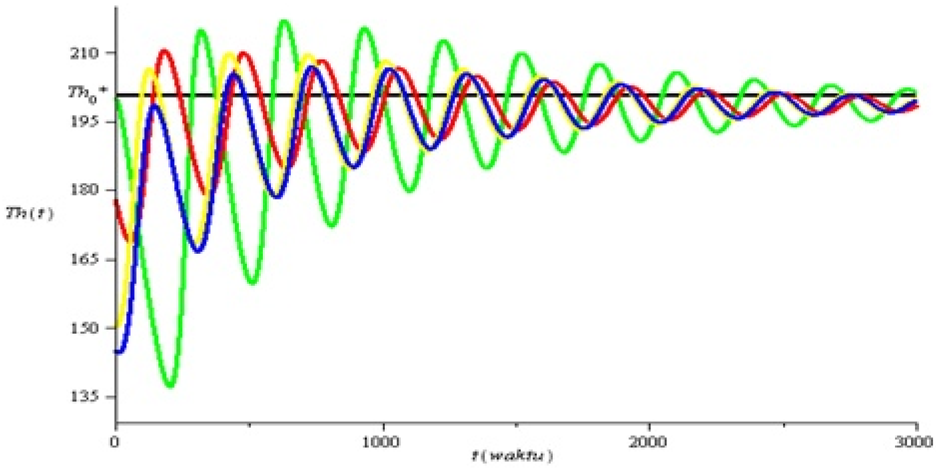
Gambar 6. Potret Fase N(t) saat R_0>1



Gambar 7. Potret Fase E(t) saat R_0>1



Gambar 8. Potret Fase I(t) saat R_0>1



Gambar 9. Potret Fase I_T(t) saat R_0>1

Dari gambar 6, 7, 8, dan 9 secara berturut-turut masing-masing diperoleh $N(t) \to N_0^* = \frac{A}{\mu} - \frac{\delta_1\alpha[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_1)} - \frac{\delta_2(1-\alpha)[R_0-1]}{\beta(\mu+\delta_2)}$ artinya dengan bertambahnya waktu jumlah individu yang ada pada populasi rentan akan menuju titik kesetimbangan N_0^*, $E(t) \to E_0^* = 0{,}5$ artinya jumlah individu yang laten tidak akan pernah hilang karena terjadi kontak infektif antara subpopulasi S(t) dan E(t), $I(t) \to I_0^* = 0{,}8$ artinya jumlah individu yang sakit tidak akan pernah hilang karena masih terdapat individu yang memiliki kebiasaan buruk, $I_T(t) \to Th_0^* = 200$ artinya jumlah individu yang sakit dengan adanya perawatan tidak akan pernah hilang karena masih terdapat individu yang memiliki kebiasaan buruk.

Daftar Pustaka

Boutayeb A, Twizell E H, Achouayb K, & Chetouani A. 2006. A Non-Linear Population Model of Diabetes Mellitus. J. Appl. Math. & Computing. 18(1-2):128

Choi J H & Kang N L. 2009. A Simple Method of Determining Pre-Diabetes. The Open Diabetes Journal. 2: 29

Islam Md R. 2011. Modeling of Diabetic Patients Associated with Age: Polynomial Model Approach. International Journal of Statistics and Application. 1(1): 1

Kansal A R. 2004. Modeling Approach to Type 2 Diabetes. Diabetes Technology & Therapeutics. 6(1):39

Makrogou A, Li J, & Kuang Y. 2006. Mathematical Models and Software Tools for The Glucose-Insulin Regulatory System and Diabetes. Applied Numerical Mathematics. 56 :560

Patil M. 2007. Nutrition Theraphy and Exercise. The National Medical Journal of India. 20(3): 142

Riaz S. 2009. Diabetes Mellitus. Scientific Research and Essay. 4(5): 367

Roy G, Majgi S M & Sourdarssanane B, Kumar D A. 2012. Prevalence of Diabetes Mellitus and Role of Stress in Diabetes in Rural Pondicherry an Union Territory of India. Gobal Journal of Medicine and Public Health. 1(5): 40

Young E E & Unachukwu C N. 2012. Pshychosocial Aspect of Diabetes Mellitus. African Journal of Diabetes Medicine. 20(1): 5-7