

MODEL *SUSCEPTIBLE DIABETES COMPLICATION (SDC)*



oleh

RIFQI CHOIRIL AFFAN

M0113040

SKRIPSI

ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains Matematika

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017**

MODEL *SUSCEPTIBLE DIABETES COMPLICATION (SDC)*

SKRIPSI

RIFQI CHOIRIL AFFAN

NIM. M0113040

dibimbing oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Purnami Widyaningsih, M.App.Sc.
NIP. 19620815 198703 2 003

Dr. Dewi Retno Sari S., S.Si., M.Kom.
NIP. 19700720 199702 2 001

telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji
dan dinyatakan memenuhi syarat
pada hari Selasa, tanggal 13 Juni 2017

Dewan Penguji

Jabatan	Nama dan NIP	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Drs. Santoso Budiwiyono, M.Si. NIP. 19620203 199103 1 001
Sekretaris	Dr. Sutanto, DEA NIP. 19710302 199603 1 001
Anggota Penguji	Dra. Purnami Widyaningsih, M.App.Sc. NIP. 19620815 198703 2 003 Dr. Dewi Retno Sari S., S.Si., M.Kom. NIP. 19700720 199702 2 001

Disahkan

di Surakarta pada tanggal

Kepala Program Studi Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Supriyadi Wibowo, S.Si., M.Si.
NIP. 19681110 199512 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Model *Susceptible Diabetes Complication (SDC)*” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, Juni 2017

Rifqi Choiril Affan

ABSTRAK

Rifqi Choiril Affan, 2017. MODEL *SUSCEPTIBLE DIABETES COMPLICATION* (*SDC*). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret.

Diabetes merupakan penyakit kronis yang ditandai dengan kadar gula darah tinggi. Proporsi penderita diabetes dalam populasi (prevalensi) tergolong cukup tinggi. Diabetes juga tergolong sebagai penyakit yang mematikan. Kematian biasanya terjadi pada penderita diabetes yang mengalami komplikasi. Pemodelan matematika untuk meneliti perubahan prevalensi diabetes telah dijelaskan melalui model *diabetes complication* (*DC*). Model tersebut mengelompokkan penderita diabetes menjadi dua kelompok individu, yaitu diabetes tanpa komplikasi (*D*) dan diabetes dengan komplikasi (*C*). Salah satu faktor yang berpengaruh dalam perubahan prevalensi diabetes adalah penderita baru penyakit diabetes (insidensi). Banyaknya insidensi pada model *DC* diasumsikan konstan tanpa mempertimbangkan faktor penyebabnya.

Faktanya, banyaknya insidensi tidak konstan, faktor-faktor penyebab diabetes dapat berpengaruh pada fluktuasi insidensi. Diabetes dikenal sebagai penyakit yang disebabkan oleh faktor gaya hidup dan genetik. Gaya hidup yang tidak sehat merupakan penyebab seorang individu sehat namun rentan (*susceptible*) menjadi penderita diabetes. Di sisi lain, faktor genetik merupakan penyebab utama terjadinya kelahiran berpenyakit diabetes. Dengan mempertimbangkan kedua faktor tersebut, model *DC* dikembangkan menjadi model *susceptible diabetes complication* (*SDC*).

Tujuan penelitian ini adalah menurunkan model *SDC*, menerapkannya, dan mengukur keakuratan model tersebut dalam penerapan. Selanjutnya, memprediksi prevalensi dan banyaknya kematian karena diabetes dari penyelesaian model yang diperoleh.

Model *SDC* berbentuk sistem persamaan diferensial nonlinier orde satu dengan tiga variabel terikat yaitu *S*, *D*, dan *C* serta satu variabel bebas yaitu *t* (waktu). Model tersebut diterapkan di Amerika Serikat dengan mengestimasi nilai parameter berdasarkan data tahun 2000-2011. Keakuratan model diukur berdasarkan eror relatif tahun 2012-2014. Rata-rata eror relatif *S*, *D*, *C*, dan prevalensi berturut-turut adalah 0.00219, 0.06231, -0.14461, dan -0.04884. Dengan demikian model cukup akurat untuk memprediksi banyaknya individu pada masing-masing kelompok maupun untuk memprediksi prevalensi diabetes. Selama 2011-2030, prevalensi diabetes diprediksikan meningkat lebih dari dua kali lipat (110%) dengan rata-rata peningkatan 4% per tahun, sedangkan kematiannya meningkat lebih dari dua kali lipat (179%) dengan rata-rata peningkatan 5% per tahun.

Kata Kunci: *diabetes, insidensi, komplikasi, prevalensi, SDC.*

ABSTRACT

Rifqi Choiril Affan, 2017. SUSCEPTIBLE DIABETES COMPLICATION MODEL. Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret University.

Diabetes is a chronic disease which is indicated by high blood sugar levels. The proportion of diabetics in the population (prevalence) was high. Diabetes is also classified as a deadly disease. Death cases usually occur on diabetics people with complications. Mathematical model to elaborate the prevalence of diabetics has been determined by diabetes complication (DC) model. The DC model is a system of first order differential equations. In the DC model, people with diabetes were classified according to their health conditions into two compartments, they were uncomplicated diabetics (D) and complicated diabetics (C). The important factor of diabetics prevalence's change is the new patients of diabetes (incidences). The number of incidences in the DC model was assumed to be constant and those causal factors were ignored.

Actually the number of incidences is not constant, diabetes causal factors can affect incidence's fluctuations. Diabetes is known as a disease caused by lifestyle and genetic factors. A bad lifestyle leads a susceptible individual to become a diabetic. In the other side, a genetic factor is the main cause of the diabetics birth. Consider these both factors, the DC model was developed into a susceptible diabetes complication (SDC) model.

The purposes of this research are to formulate the SDC model, to apply the model, and to measure the accuracy of the model in that application. Furthermore, the model is used to predict the prevalence of diabetes and the number of deaths due to diabetes.

The SDC model is a first order nonlinear differential equation system with three dependent variables, there are S, D, and C, and one independent variable t (time). The model was applied in the United States population, and the parameter's values were estimated based on 2000-2011 data. The accuracy of this model was measured based on 2012-2014 data. The relative error rates of S, D, C, and prevalence predictions were 0.00219, 0.06231, -0.14461, and -0.04884, respectively. Therefore, the model is good enough to predict the number of individuals in each compartments and the prevalence of diabetes. Based on the predictions during 2011-2030, the prevalence of diabetes will increase more than doubled (110%) by 4% average increase per year. In the same periods, the number of death due to diabetes will increase more than doubled (179%) by 5% average increase per year.

Keywords : *complication, diabetes, incidence, prevalence, SDC*

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk
kedua orang tua saya.

MOTO

As we start to walk on the way, the way appears.

-Jalaluddin Rumi-

What doesn't kill us, only make us stronger.

-Friedrich Nietzsche-

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada

1. Dra. Purnami Widyaningsih, M.App.Sc. sebagai Pembimbing I yang telah memberikan saran dalam pemilihan topik skripsi, memberikan bimbingan, dan motivasi dalam penulisan skripsi ini.
2. Dr. Dewi Retno Sari Saputro, S.Si., M.Kom. sebagai Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan baik materi maupun penulisan, serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat.

Surakarta, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PERSEMBAHAN	vi
MOTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Sistem Persamaan Diferensial	7
2.2.2 Model <i>Diabetes Complication (DC)</i>	8
2.3 Kerangka Pemikiran	9
III METODE PENELITIAN	10

IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Penurunan Model <i>SDC</i>	12
4.2 Penerapan	20
4.2.1 Estimasi Nilai Parameter	23
4.2.2 Penyelesaian Model dan Keakuratannya	31
4.2.3 Prediksi dan Interpretasi	34
V PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR TABEL

4.1	Banyaknya individu pada kelompok C dalam lima tahun terakhir (dalam juta penduduk)	22
4.2	Banyaknya individu pada kelompok S , D , dan C , serta jumlah penduduk (N) dalam lima tahun terakhir (jutaan pen- duduk)	23
4.3	Nilai parameter model SDC	31
4.4	Nilai eksak, penyelesaian MNA (4.24), dan nilai eror pada masing- masing kelompok individu (dalam jutaan) beserta pre- valensinya	33
4.5	Eror relatif setiap kelompok dan eror relatif prevalensinya	34

DAFTAR GAMBAR

4.1	Dinamika populasi model <i>SDC</i>	19
4.2	<i>Plot</i> nilai μ_y dan y	24
4.3	<i>Plot</i> nilai δ_y dan y	25
4.4	<i>Plot</i> nilai α_y dan y	26
4.5	<i>Plot</i> nilai β_y dan y	28
4.6	<i>Plot</i> nilai γ_y dan y	30
4.7	<i>Plot</i> nilai λ_y dan y	30
4.8	Prevalensi diabetes tahun 2011-2030	35
4.9	Perbandingan banyaknya individu pada kelompok <i>D</i> dan <i>C</i> setiap tahun mulai 2011 hingga 2030	36
4.10	Banyaknya kematian karena diabetes setiap tahun (2011-2030) . .	37