

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan skripsi dengan judul "MODEL AKTUARIA UNTUK ANALISIS BEBAN EKONOMI DI AMERIKA SERIKAT, AUSTRALIA, INDIA, INDONESIA, KANADA, DAN TAIWAN AKIBAT COVID-19" dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari September 2020 hingga Mei 2021. Skripsi merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Skripsi ini juga bermanfaat bagi penulis untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat dan memperoleh pengalaman baru yang tidak dapat diperoleh dari perkuliahan.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mendapat dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Ibu Dr. Nuri Arum Anugrahati, selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Bapak Laurence, S.T., M.T., selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi
4. Bapak Kie Van Ivanky Saputra, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Matematika
5. Ibu Dr. Helena Margaretha, M.Sc., selaku pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan, mengarahkan, dan mendukung saya dalam pengerjaan laporan
6. Bapak Dion Krisnadi, S.Si., S.Inf., M.T.I., M.Act.Sc., selaku co-pembimbing skripsi yang memberikan saran-saran kepada saya dalam pengerjaan laporan
7. Keluarga yang telah memberikan banyak dukungan selama masa perkuliahan
8. Cathlyn Florencia, yang telah membantu dalam membangun rumus dan R -

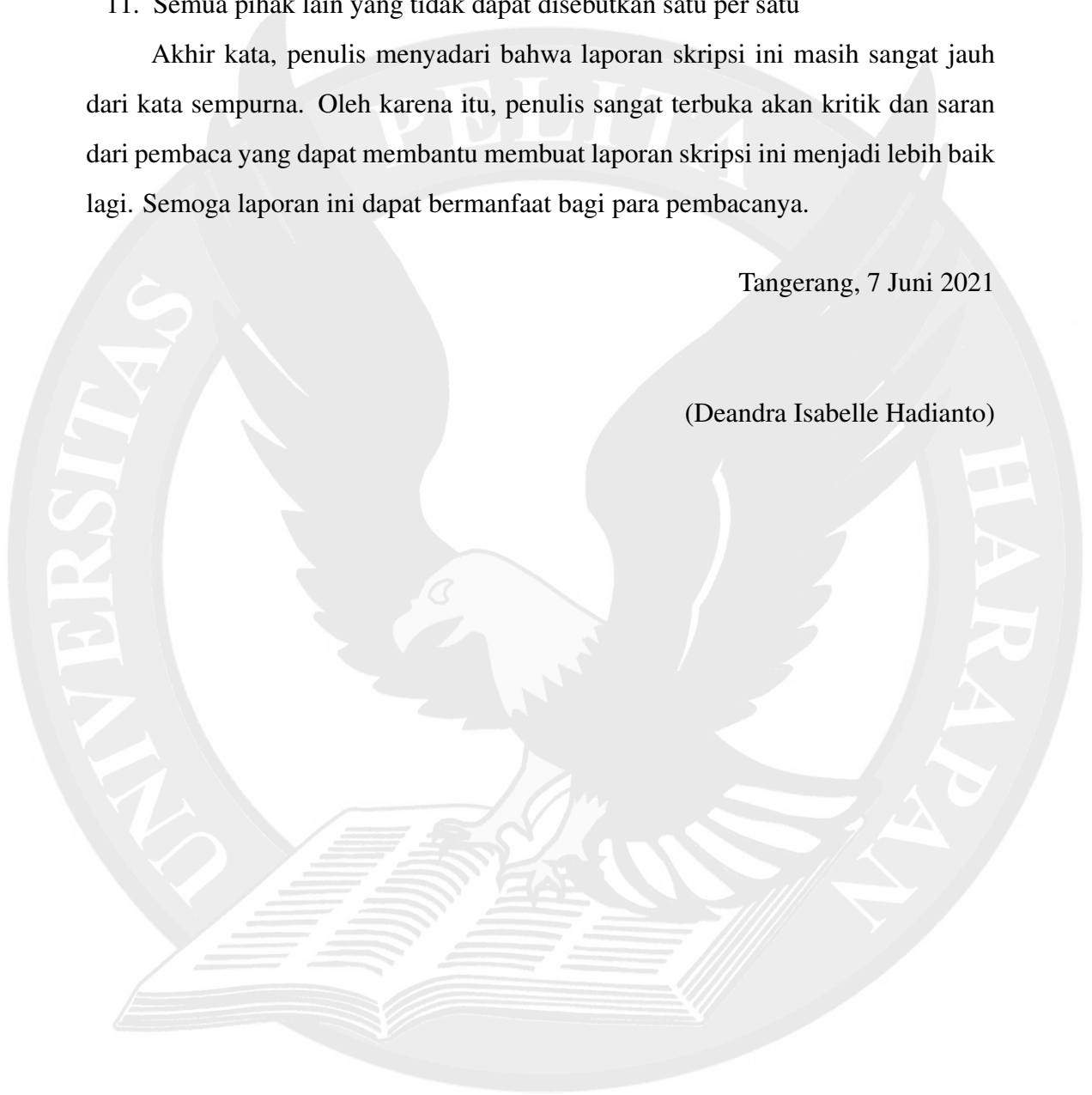
code.

9. Teman-teman Kurang Pocari, yang telah memberikan semangat dan dukungan selama masa perkuliahan
10. Mahasiswa/i Program Studi Matematika yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan
11. Semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka akan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Tangerang, 7 Juni 2021

(Deandra Isabelle Hadiano)



DAFTAR ISI

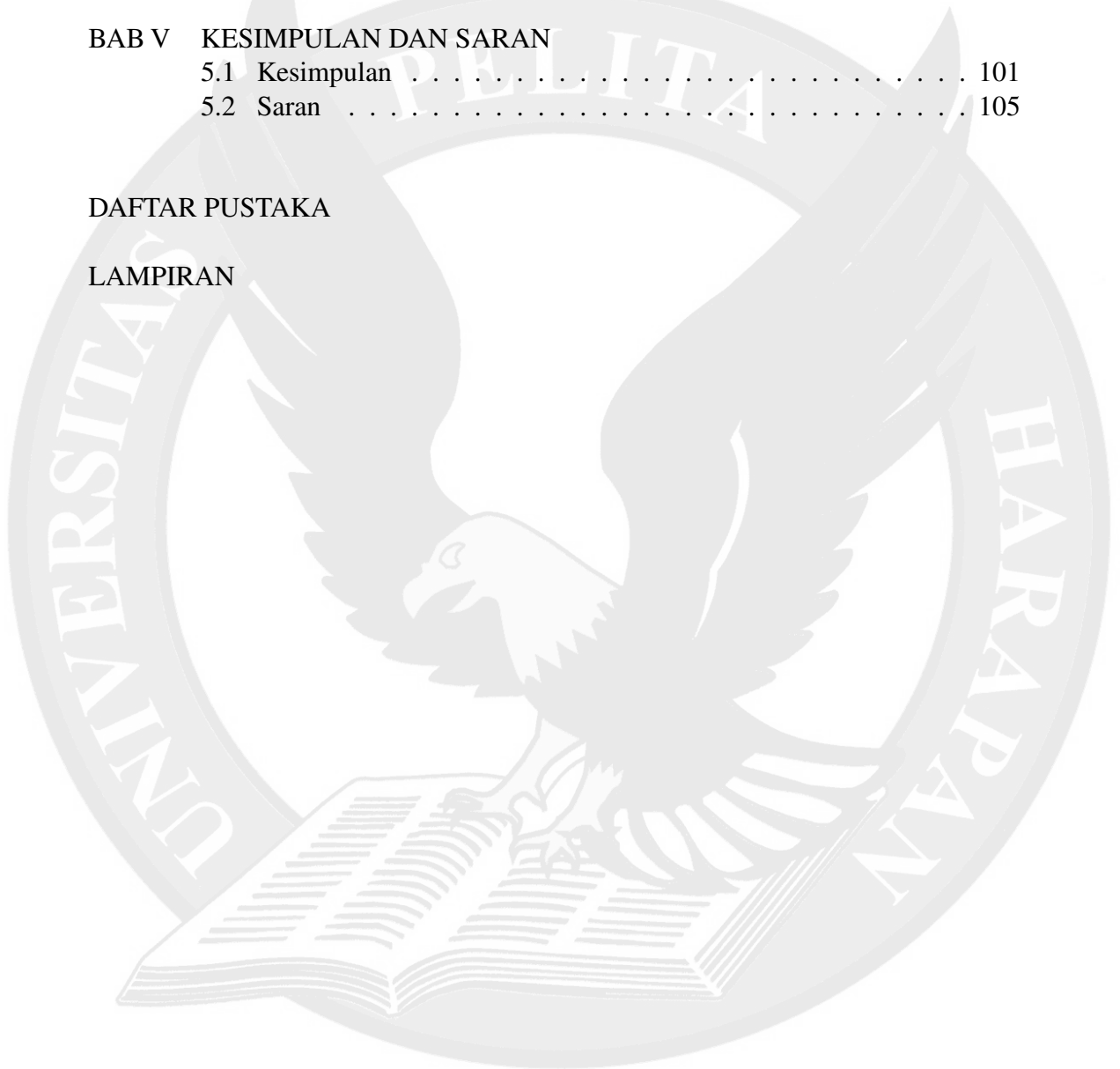
	halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Analisis <i>Cost-of-Illness</i> (COI)	9
2.1.1 Jenis Biaya dalam Analisis COI	9
2.1.2 Pendekatan Studi dalam Analisis COI	10
2.1.3 Perspektif Studi dalam Analisis COI	11
2.1.4 Metode untuk menghitung <i>direct costs</i>	13
2.1.5 Metode untuk menghitung <i>productivity losses</i>	15
2.2 Analisis <i>Survival</i>	16
2.2.1 Fungsi <i>Survival</i>	16
2.2.2 Fungsi <i>Hazard</i>	18
2.2.3 Estimator Kaplan-Meier	19
2.2.4 Estimator Nelson-Aalen	20
2.2.5 Mengatasi <i>right-censoring</i>	21
2.3 Manfaat Asuransi dan Anuitas	22
2.3.1 Manfaat Asuransi Diskret Berjangka	22
2.3.2 Anuitas Diskret Berjangka	23
2.4 Premi Bruto (<i>Gross Premium</i>)	24
2.5 Model <i>Multiple State</i>	25
2.5.1 Peluang Transisi dan <i>Hazard Rate</i> dalam Model <i>Multiple State</i>	25
2.5.2 <i>Kolmogorov's Forward Equation</i>	29

2.5.3	Persamaan Chapman-Kolmogorov	29
2.5.4	Matriks Transisi	30
2.5.5	Anuitas dan Manfaat Asuransi dalam Model <i>Multiple State</i>	31
2.6	Model Regresi Berganda (<i>Multiple Regression Models</i>)	32
2.6.1	Bentuk Umum dari Model Regresi Berganda	32
2.6.2	Asumsi Model Regresi Berganda	33
2.6.3	Koefisien Determinasi: R^2 dan R_a^2	33
2.6.4	Uji Statistik dari Model: Analisis Variansi <i>F-Test</i>	34
2.6.5	<i>Stepwise Regression</i>	36
2.7	Tinjauan Pustaka	38
BAB III	METODE PENELITIAN	
3.1	Data	47
3.1.1	Data Kasus COVID-19	47
3.1.2	Data Populasi, Angka Kelahiran Kasar, dan Angka Kematian Kasar	47
3.2	Model <i>Multiple State</i>	49
3.3	Peluang Transisi	49
3.3.1	Menghitung <i>Hazard Rate</i>	49
3.3.2	Menyelesaikan Persamaan Differensial <i>Kolmogorov's Forward Equation</i>	51
3.4	Manfaat Asuransi dan Anuitas Diskrit	53
3.5	Analisis <i>Cost-of-Illness</i> (COI)	55
3.5.1	Pendekatan Studi	55
3.5.2	Variabel Biaya	56
3.6	<i>Expected Present Value</i> (EPV) dari Manfaat dan Pengeluaran	59
3.7	Total Beban Biaya (TBB) dari Manfaat dan Pengeluaran	62
3.8	Estimasi Beban Ekonomi	63
3.9	Beban ekonomi per minggu	65
3.10	Model Regresi Berganda	67
3.10.1	Variabel Dependen dan Independen dalam Model Regresi Berganda	67
3.10.2	Algoritma dari Model Regresi Berganda	68
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1	Persiapan Data	69
4.2	Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i> dan Peluang Transisi	72
4.2.1	Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i>	72
4.2.2	Hasil Perhitungan Peluang Transisi	76
4.3	Estimasi Beban Ekonomi	84
4.3.1	Proses Perhitungan Estimasi Beban Ekonomi	84
4.3.2	Estimasi Beban Ekonomi Per Individu (Warga Negara)	86
4.3.3	Estimasi Beban Ekonomi dalam Suatu Negara	87

4.3.4	Estimasi Total Beban Ekonomi Per Individu Sakit	88
4.3.5	Perbandingan Beban Ekonomi Per Individu (Warga Negara) dengan Produk Domestik Bruto (PDB) Nominal Per Kapita	90
4.4	Verifikasi Perhitungan Beban Ekonomi Per Minggu	93
4.5	Hubungan Beban Ekonomi dengan <i>Community Mobility Report</i>	94
4.5.1	Variabel Independen dan Dependen dari Model Regresi Berganda	94
4.5.2	Evaluasi Model Regresi Berganda	98
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	101
5.2	Saran	105

DAFTAR PUSTAKA

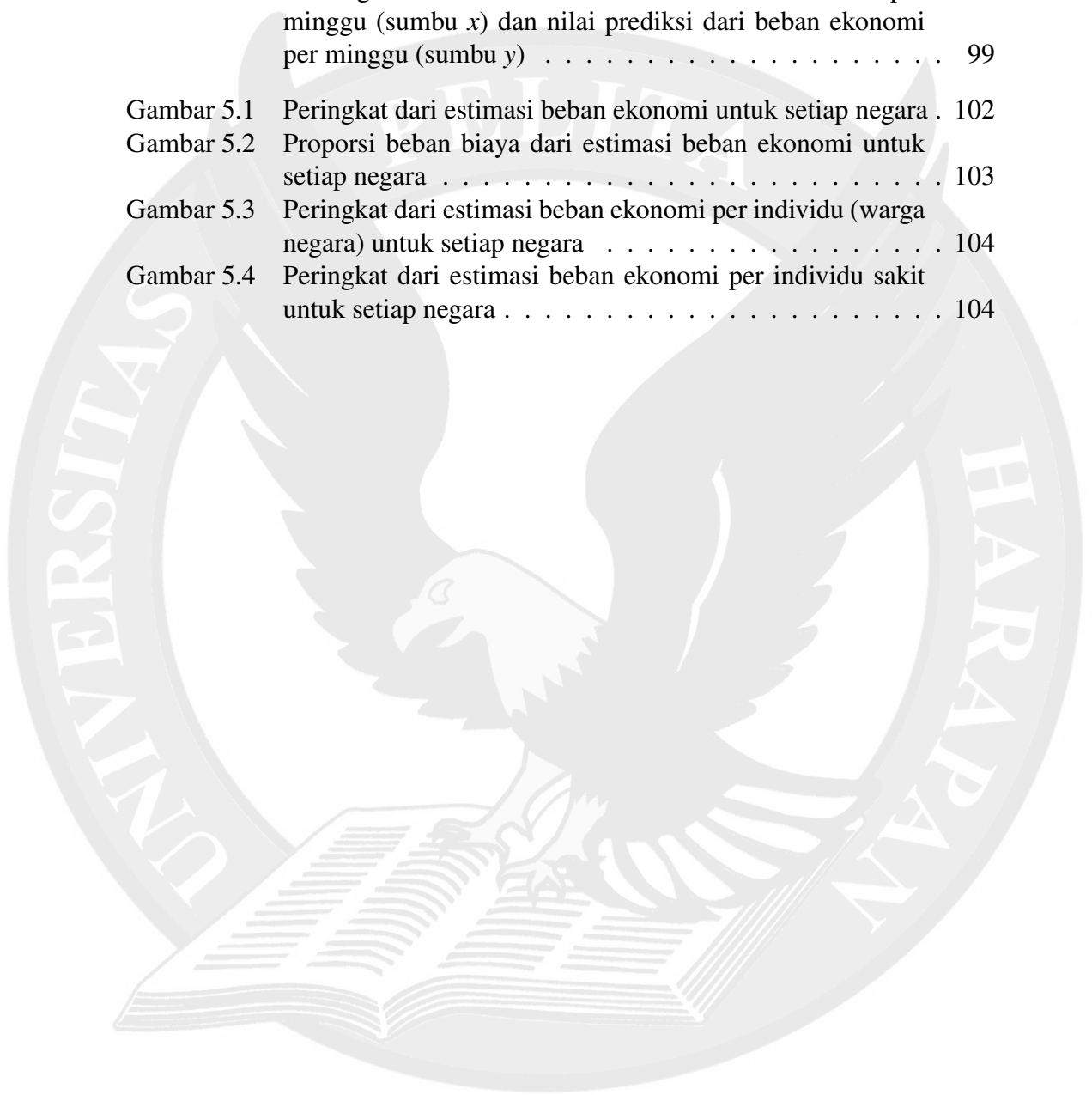
LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1 Statistik kasus harian COVID-19 hingga 21 Januari 2021 dari Amerika Serikat, Australia, India, Indonesia, Kanada, dan Taiwan	3
Gambar 2.1 Contoh jenis biaya dari <i>direct costs</i> , <i>productivity losses</i> , dan <i>intangible costs</i>	10
Gambar 2.2 Perspektif Studi dalam Analisis <i>Cost-of-Illness</i>	13
Gambar 2.3 Diagram <i>timeline</i> untuk anuitas diskret berjangka n tahun, dibayarkan setiap akhir tahun	24
Gambar 2.4 <i>Permanent Disability Model</i>	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> langkah-langkah pengerjaan	46
Gambar 3.2 Model <i>Multiple State</i> untuk Pandemi COVID-19	49
Gambar 3.3 <i>Hazard rate</i> dan Peluang Transisi dari Model <i>Multiple State</i> untuk Pandemi COVID-19	50
Gambar 3.4 <i>Yield</i> dari surat utang pada hari ke- t sebagai <i>forward rate</i> . .	54
Gambar 3.5 Prosedur pelepasan pasien (<i>survivor</i> COVID-19)	58
Gambar 4.1 <i>Spot curve</i> untuk setiap negara	71
Gambar 4.2 Laju transisi per hari dari <i>state</i> 0 (sehat) menuju <i>state</i> 1 (sakit) untuk setiap negara	73
Gambar 4.3 Laju transisi per hari dari <i>state</i> 1 (sakit) menuju <i>state</i> 2 (sembuh) untuk setiap negara	74
Gambar 4.4 Laju transisi per hari dari <i>state</i> 1 (sakit) menuju <i>state</i> 3 (meninggal) untuk setiap negara	75
Gambar 4.5 Peluang transisi per hari dari <i>state</i> 0 (sehat) tetap dalam <i>state</i> 0 (sehat) untuk setiap negara	77
Gambar 4.6 Peluang transisi per hari dari <i>state</i> 0 (sehat) menuju <i>state</i> 1 (sakit) untuk setiap negara	78
Gambar 4.7 Peluang transisi per hari dari <i>state</i> 0 (sehat) menuju <i>state</i> 3 (meninggal) untuk setiap negara	79
Gambar 4.8 Peluang transisi per hari dari <i>state</i> 1 (sakit) tetap dalam <i>state</i> 1 (sakit) untuk setiap negara	80
Gambar 4.9 Peluang transisi per hari dari <i>state</i> 1 (sakit) menuju <i>state</i> 2 (sembuh) untuk setiap negara	81
Gambar 4.10 Peluang transisi per hari dari <i>state</i> 1 (sakit) menuju <i>state</i> 3 (meninggal) untuk setiap negara	83
Gambar 4.11 Perbandingan biaya per individu (warga negara) dengan PDB Nominal per kapita (dalam persen): biaya per komponen	92

Gambar 4.12	Perbandingan biaya per individu (warga negara) dengan PDB Nominal Per kapita (dalam persen): biaya total	92
Gambar 4.13	Nilai dari keenam variabel independen untuk setiap negara .	95
Gambar 4.14	Hasil perhitungan beban ekonomi per minggu untuk setiap negara	96
Gambar 4.15	Tranformasi logaritma dari hasil perhitungan beban ekonomi per minggu untuk setiap negara	97
Gambar 4.16	Hubungan antara nilai aktual dari beban ekonomi per minggu (sumbu x) dan nilai prediksi dari beban ekonomi per minggu (sumbu y)	99
Gambar 5.1	Peringkat dari estimasi beban ekonomi untuk setiap negara .	102
Gambar 5.2	Proporsi beban biaya dari estimasi beban ekonomi untuk setiap negara	103
Gambar 5.3	Peringkat dari estimasi beban ekonomi per individu (warga negara) untuk setiap negara	104
Gambar 5.4	Peringkat dari estimasi beban ekonomi per individu sakit untuk setiap negara	104



DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1.1 Jumlah kasus terinfeksi dan kematian COVID-19 dari berbagai negara di dunia hingga 21 Januari 2021	4
Tabel 1.2 Pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) YoY dari Amerika Serikat, Australia, India, Indonesia, Kanada dan Taiwan pada tahun 2020	4
Tabel 2.1 Ringkasan tinjauan pustaka	43
Tabel 4.1 Biaya perawatan pasien COVID-19 per hari berdasarkan tingkat keparahan penyakit	69
Tabel 4.2 Rata-rata pendapatan per orang per hari di setiap negara pada tahun 2019	70
Tabel 4.3 Jumlah Spesimen Tes Hingga 21 Januari 2021 untuk Setiap Negara	70
Tabel 4.4 Proyeksi Produk Domestik Bruto (PDB) Nominal per kapita tahun 2020 untuk setiap negara	72
Tabel 4.5 Laju transisi per hari dari <i>state</i> 0 ke 3 dan 2 ke 3	76
Tabel 4.6 Peluang transisi per hari dari <i>state</i> 2 ke 2 dan 2 ke 3	82
Tabel 4.7 Estimasi beban ekonomi akibat COVID-19 dari periode 22 Januari 2020 - 21 Januari 2021 untuk setiap individu (warga negara)	87
Tabel 4.8 Estimasi beban ekonomi akibat COVID-19 dari periode 22 Januari 2020 - 21 Januari 2021 untuk setiap negara	89
Tabel 4.9 Estimasi beban ekonomi akibat COVID-19 dari periode 22 Januari 2020 - 21 Januari 2021 untuk setiap individu sakit	91
Tabel 4.10 Total <i>present value</i> dari beban ekonomi per minggu untuk setiap negara	93
Tabel 4.11 Estimasi total beban ekonomi satu tahun dikurang dengan biaya tes diagnosa untuk populasi sehat	94
Tabel 4.12 Variansi dari nilai beban ekonomi per minggu sebelum dan sesudah dilakukan transformasi logaritma	96
Tabel 4.13 Rangkuman dari evaluasi model terbaik untuk setiap negara	100

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran A Pembuktian Perhitungan Peluang Transisi	
A.1 Pembuktian persamaan $P_{00}(s,t)$, $P_{11}(s,t)$, dan $P_{22}(s,t)$. . .	A-1
A.1.1 Persamaan $P_{00}(s,t)$	A-1
A.1.2 Persamaan $P_{11}(s,t)$	A-2
A.1.3 Persamaan $P_{22}(s,t)$	A-2
A.2 Pembuktian persamaan $P_{01}(s,t)$ dan $P_{12}(s,t)$	A-3
A.2.1 Persamaan $P_{01}(s,t)$	A-3
A.2.2 Persamaan $P_{12}(s,t)$	A-4
A.3 Pembuktian persamaan $P_{03}(s,t)$, $P_{13}(s,t)$ dan $P_{23}(s,t)$. . .	A-6
A.3.1 Persamaan $P_{03}(s,t)$	A-6
A.3.2 Persamaan $P_{13}(s,t)$	A-6
A.3.3 Persamaan $P_{23}(s,t)$	A-7
Lampiran B Hasil Perhitungan <i>Spot Curve</i> dari Setiap Negara	
Lampiran C Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i> dan Peluang Transisi untuk Setiap Negara	
C.1 Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i> dan Peluang Transisi dari Amerika Serikat	C-1
C.2 Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i> dan Peluang Transisi dari Australia	C-19
C.3 Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i> dan Peluang Transisi dari Indonesia	C-37
C.4 Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i> dan Peluang Transisi dari India	C-55
C.5 Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i> dan Peluang Transisi dari Kanada	C-73
C.6 Hasil Perhitungan <i>Hazard Rate</i> dan Peluang Transisi dari Taiwan	C-91
Lampiran D <i>Present Value</i> dari Beban Ekonomi Per Minggu	
D.1 <i>Present value</i> dari Hasil Perhitungan Beban Ekonomi Per Minggu untuk Amerika Serikat	D-1
D.2 <i>Present value</i> dari Hasil Perhitungan Beban Ekonomi Per Minggu untuk Australia	D-4
D.3 <i>Present value</i> dari Hasil Perhitungan Beban Ekonomi Per Minggu untuk India	D-6
D.4 <i>Present value</i> dari Hasil Perhitungan Beban Ekonomi Per Minggu untuk Indonesia	D-9
D.5 <i>Present value</i> dari Hasil Perhitungan Beban Ekonomi Per Minggu untuk Kanada	D-12

D.6 *Present value* dari Hasil Perhitungan Beban Ekonomi Per Minggu untuk Taiwan D-15

Lampiran E Data dan Hasil Prediksi dari Variabel Dependen dalam Model Regresi Berganda

E.1 Hasil Perhitungan Beban Ekonomi Per Minggu E-1
E.2 Transformasi Logaritma dari Beban Ekonomi Per Minggu dan Hasil Prediksi dari Model Regresi E-4

