

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga laporan skripsi "KLASIFIKASI NEGARA MELALUI MODEL PANDEMI COVID-19 DENGAN PARAMETER DINAMIS" dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan, Jakarta.

Laporan skripsi ini diselesaikan dengan dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan banyak terima kasih 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, 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 Helena Margaretha, M.Sc., selaku pembimbing skripsi yang terus memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan dalam pengerjaan laporan skripsi.
6. Bapak Ferry Vincenttius Ferdinand, S.Si., S.Inf., M.Pd., M.M., selaku co-pembimbing yang telah memberikan saran-saran, arahan, serta dukungan dalam pengerjaan laporan skripsi.
7. Ibu Lina Cahyadi S.Si., M.Si., selaku pembimbing akademik yang senantiasa memberikan saran dalam kegiatan perkuliahan di Universitas Pelita Harapan baik dalam kegiatan akademik maupun non-akademik.
8. Seluruh dosen yang telah mendidik dan mengajarkan berbagai ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
9. Keluarga yang telah memberikan banyak dukungan sejak awal perkuliahan.

10. Tim Epidemiologi R yang terdiri dari Ibu Helena Margaretha, Bapak Kie Van Ivanky Saputra, Bapak Reinhard, Dikson, Regina, dan Moses yang telah membagikan data dan ilmu mengenai COVID-19.
11. Keluarga yang telah memberikan banyak dukungan sejak awal perkuliahan.
12. Jessica Novia Sadeli dan Nicholas Satyahadi, sebagai mentor saya yang mendukung saya dalam perkuliahan dan juga skripsi.
13. *Halo* yang terdiri dari Jessica Christy, Sonia Gunawan, dan Kristoforus Gregorius yang selalu sabar menyemangati dan menemani penulis dari awal perkuliahan dan pembuatan skripsi.
14. *Chevanyra* yang terdiri dari Stevany dan Shavira yang selalu menyemangati dan mendengarkan keluh kesah penulis.
15. Teman-teman angkatan 2017 yang menemani penulis dalam proses perkuliahan.
16. Semua pihak lainnya 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 terhadap 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, 5 Februari 2021

(Jessica Cheryl Himawan)

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Teoritis	4
1.5.2 Manfaat Praktis	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Model SIR	6
2.1.1 Persamaan Umum SIR	6
2.1.2 Diagram Model SIR	7
2.1.3 Parameter Model SIR	7
2.1.4 Asumsi Model SIR	8
2.1.5 Reproductive Ratio (R_0)	9
2.2 Clustering	9
2.2.1 Tipe Clustering	9
2.2.1.1 Hierarchical Clustering	10
2.2.1.2 Partitional Clustering	11
2.2.1.3 Density-based Clustering	11
2.2.1.4 Grid-based Clustering	12
2.2.1.5 Model-based clustering	12
2.2.2 K-means Clustering	13
2.2.3 Algoritma K-means	13
2.3 COVID-19	14
2.3.1 Gejala COVID-19	15
2.3.2 Penyebaran COVID-19	15

2.3.3 Mencegah Penyebaran COVID-19	16
2.3.4 Kekebalan Kelompok (<i>Herd Immunity</i>)	16
2.4 Tinjauan Pustaka	17
BAB III METODOLOGI	
3.1 Data Penyebaran COVID-19	20
3.2 Membersihkan Data	20
3.3 Tetapkan Nilai γ	20
3.4 Menentukan Parameter Awal	21
3.5 Transformasi Model dan Data	22
3.6 <i>Fitting Model</i>	22
3.7 Menentukan Parameter Terbaik	23
3.8 Mencari Nilai Rata-rata β	23
3.9 Menentukan Parameter Lain	23
3.9.1 <i>Economic Complexity Index (ECI)</i>	24
3.9.2 <i>Compliance Risk Index (CRI)</i>	24
3.9.3 <i>Anti-Money Laundering (AML)</i>	25
3.9.4 <i>Gross Domestic Product per Capita (GDP per capita)</i>	26
3.9.5 <i>School Enrollment Primary (% gross)</i>	26
3.10 Menggabungkan Parameter	26
3.11 Mengklasifikasi dengan <i>K-means Clustering</i>	27
3.12 Interpretasi Hasil <i>Clustering</i>	29
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Penyebaran COVID-19	30
4.2 Parameter Terbaik Model SIR untuk COVID-19	33
4.3 Rata-Rata Parameter Model SIR	35
4.4 Indeks Perekonomian	35
4.5 <i>Clustering</i>	38
4.5.1 Parameter β dari Estimasi β dan γ	38
4.5.2 Parameter β dari Estimasi β	44
4.5.3 Parameter CRI, AML, ECI	47
4.5.4 Parameter β dengan CRI, AML, ECI	48
4.5.5 Parameter CRI, AML, ECI, <i>GDP per Capita, School Enrollment</i>	50
4.5.6 Parameter β , CRI, AML, ECI, <i>GDP per Capita, School Enrollment</i>	52
4.5.7 Parameter <i>GDP per Capita, School Enrollment</i>	54
4.5.8 Parameter β , <i>GDP per Capita, School Enrollment</i>	56
4.6 Korelasi <i>GDP per Capita</i> dan <i>School Enrollment</i> dengan CRI, AML, dan ECI	57
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	62

5.2 Saran	66
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Diagram Model SIR	7
Gambar 2.2 Perbedaan <i>manhattan distance</i> dan <i>euclidean distance</i> . . .	10
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Langkah-Langkah Pengerjaan	19
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Langkah-Langkah Pengerjaan <i>K-means</i> <i>Clustering</i>	28
Gambar 4.1 Persentase Jumlah <i>Test</i> COVID di Negara yang Paling Terkena Dampak COVID-19 pada 11 September 2020	32
Gambar 4.2 Nilai β dari Estimasi β dan γ pada <i>Cluster</i> Satu	39
Gambar 4.3 Nilai β dari Estimasi β dan γ pada <i>Cluster</i> Dua	40
Gambar 4.4 Nilai β dari Estimasi β dan γ pada <i>Cluster</i> Tiga	40
Gambar 4.5 Grafik Kasus Aktif COVID-19 pada Negara di <i>Cluster</i> Satu	42
Gambar 4.6 Grafik Kasus Aktif COVID-19 pada Negara di <i>Cluster</i> Dua	43
Gambar 4.7 Grafik Kasus Aktif COVID-19 pada Negara di <i>Cluster</i> Tiga	44
Gambar 4.8 Nilai β dari Estimasi β pada <i>Cluster</i> Satu	45
Gambar 4.9 Nilai β dari Estimasi β pada <i>Cluster</i> Dua	46
Gambar 4.10 Nilai β dari Estimasi β pada <i>Cluster</i> Tiga	46
Gambar 4.11 Korelasi indeks GDP dan CRI	58
Gambar 4.12 Korelasi indeks GDP dan AMI	59
Gambar 4.13 Korelasi indeks GDP dan ECI	60

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1	Ringkasan Tinjauan Pustaka	18
Tabel 4.1	Data Penyebaran COVID-19 di Indonesia dalam 42 Hari Pertama	31
Tabel 4.2	Hasil Estimasi Parameter β , γ di Negara Indonesia	33
Tabel 4.3	Hasil Estimasi Parameter β dengan $\gamma = 0.1$ di Negara Indonesia	34
Tabel 4.4	Nilai β pada 31 Negara dengan Persentase Test COVID-19 Terbanyak	36
Tabel 4.5	Parameter CRI, AML, ECI, GDP per Capita, School Enrollment pada 29 Negara dengan Persentase Test COVID-19 Terbanyak	37
Tabel 4.6	Hasil Klasifikasi Parameter β dari Estimasi β dan γ	38
Tabel 4.7	Hasil Clustering Parameter β dari Estimasi β	45
Tabel 4.8	Hasil Klasifikasi Parameter CRI, AML, ECI	47
Tabel 4.9	Hasil Clustering Parameter β dengan CRI, AML, ECI	49
Tabel 4.10	Hasil Clustering Parameter CRI, AML, ECI, GDP per Capita, School Enrollment	51
Tabel 4.11	Hasil Clustering Parameter β dengan CRI, AML, ECI, GDP per capita, School Enrollment	53
Tabel 4.12	Hasil Clustering Parameter GDP per Capita dan School Enrollment	55
Tabel 4.13	Hasil Clustering Parameter β dengan GDP per Capita dan School Enrollment	56
Tabel 5.1	Perbedaan Hasil Clustering β dari Estimasi Parameter β dan γ dengan Parameter β saja	63
Tabel 5.2	Perbedaan Hasil Clustering β dari Estimasi Parameter β dan γ dengan Parameter β	64

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lampiran A Hasil *Clustering*

A.1 Hasil <i>Clustering</i> Berdasarkan Parameter COVID-19 dan Parameter CRI, AML, ECI, GDP per Capita, dan School Enrollment	A-1
---	-----

Lampiran B *R code*

B.1 Library yang Digunakan	B-1
B.2 Mengumpulkan Data	B-1
B.3 Estimasi Parameter β dan γ dari Model SIR	B-3
B.4 Estimasi Parameter β dari Model SIR dengan Nilai γ Tetap	B-6
B.5 <i>Clustering</i>	B-9

Lampiran C Hasil Estimasi Parameter β dan γ dari model SIR

C.1 Hasil Estimasi Parameter β dan γ pada 29 Negara yang Paling Terkena Dampak COVID-19 dengan Jumlah Test COVID-19 terbanyak	C-1
--	-----

Lampiran D Hasil Estimasi Parameter β dari Model SIR dengan Nilai γ Tetap

D.1 Hasil Estimasi Parameter β pada 29 Negara yang Paling Terkena Dampak COVID-19 dengan Jumlah Test COVID-19 terbanyak	D-1
---	-----