

**ANALISIS REGRESI NON LINEAR PADA DATA PASIEN COVID-19
MENGUNAKAN METODE BOOTSTRAP**

**NON LINEAR REGRESSION ANALYSIS
ON COVID-19 PATIENT DATA USING THE BOOTSTRAP METHOD**

SKRIPSI

**Diajukan kepada Fakultas Sains dan Matematika
Untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Sains (Matematika)**

Oleh :

WYNONA ADITA PRADANI

NIM : 662016023



**FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS KRISTEN SATYA WACANA
SALATIGA
2021**

**ANALISIS REGRESI NON LINEAR PADA DATA PASIEN COVID-19
MENGUNAKAN METODE BOOTSTRAP**

**NON LINEAR REGRESSION ANALYSIS
ON COVID-19 PATIENT DATA USING THE BOOTSTRAP METHOD**

Oleh :
WYNONA ADITA PRADANI
NIM : 662016023

Skripsi ini telah dipertahankan dan disetujui
Di hadapan sidang penguji pada tanggal 4 Mei 2021

Disetujui oleh,

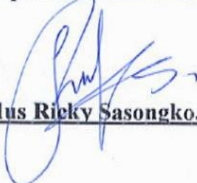
Pembimbing Utama,


Dr. Adi Setiawan, M. Sc

Pembimbing Pendamping,


Dr. Hanna Arini Parhusip, M. Sc

Diketahui oleh,
Kaprosdi Matematika


Leopoldus Ricky Sasongko, M.Si

Disahkan oleh,

Dekan

Dr. Adi Setiawan, M. Sc

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Wynona AditaPradani

NIM : 662016023

Progam Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

ANALISIS REGRESI NON LINEAR PADA DATA PASIEN COVID-19

MENGGUNAKAN METODE BOOTSTRAP

NON LINEAR REGRESSION ANALYSIS

ON COVID-19 PATIENT DATA USING THE BOOTSTRAP METHOD

yang dibimbing oleh :

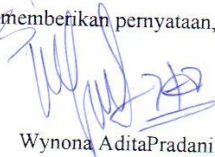
1. Dr. Adi Setiawan, M.Sc
2. Dr. Hanna Arini Parhusip, M.Sc

adalah benar-benar hasil karya saya.

Di dalam laporan tugas akhir ini tidak terdapat sebagian atau keseluruhan atau gagasan orang lain yang saya ambil dengan menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat yang saya akui seolah-olah sebagai karya saya sendiri tanpa memberi pengakuan pada penulis dan sumber aslinya.

Salatiga, 4 Mei 2021

Yang memberikan pernyataan,



Wynona AditaPradani

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Persembahan :

Skripsi ini saya persembahkan kepada Tuhan karena kasihnya yang begitu besar kepada saya selama menempuh pendidikan S1 di UKSW Salatiga, dan juga kepada alm.papa, mama, dan sahabat terkasih alm.tiara trias saputri, yang selalu memberikan saya semangat dalam menempuh pendidikan perguruan tinggi ini selama masa hidupnya alm.tiara dan alm.papa yang selalu memberikan motivasi, semangat dalam menempuh pendidikan semasa hidupnya, serta mama yang selalu berusaha bekerja demi membiayai saya kuliah dan selalu menyemangati saya untuk jangan pernah menyerah dan khawatir .

Motto :

“ Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur “ (Filipi 4:6)

“ jika pisau kamu asah maka ia akan tajam tapi jika pisau tidak pernah kamu asah maka pisau itu akan tumpul sama seperti halnya dengan pendidikan “ (Mama)

“ sering seringlah kamu membaca buku, walau hanya 5 menit saja, karena buku adalah sumber ilmu ” (alm.papa)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Bapa Putra Tri Tunggal yang maha Agung Tuhan Yesus Kristus, yang selalu memberikan anugrah, karunia dan rahmat kasih-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsinya yang diberikan judul “ Analisis Regresi Non Linier Pada Data Pasien Covid-19 Menggunakan Metode Bootstrap “ dengan sangat baik. Penulisan skripsi ini akan diajukan kepada Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika di program studi Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan maupun kesulitan yang dihadapi penulis, akan tetapi dengan adanya bantuan, bimbingan, dan dukungan moril maupun material dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus karena telah memberikan rahmat kasih penyertaan yang begitu besar kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya dengan baik.
2. Bapak Dr. Adi Setiawan, M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Matematika serta selaku Pembimbing I yang telah bersedia memeberikan waktu, mengarahkan penulis dalam pengolahan data skripsi dengan sabar dalam membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi.
3. Ibu Dr. Hanna Arini Parhusip, M.Sc selaku Pembimbing II yang juga membimbing, dan mengarahkan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sangat baik.
4. Ibu Dra. Lilik Linawati, M.Kom selaku wali studi I yang telah memberikan dukungan moril, saran, perhatian dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya dengan baik.
5. Bapak Leopoldus Ricky Sasongko, M.Si selaku Kaprogdi Matematika dan wali dosen II yang menggantikan wali dosen I penulis yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bantuan kepada penulis selama studi di FSM-UKSW.

6. Bapak dan Ibu dosen, Dr. Bambang Susanto, Didit Budi Nugroho, D.Sc, Tundjung Mahatma, S.Pd., M.Kom, selaku dosen FSM program studi Matematika yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sangat berharga kepada penulis selama studi di FSM-UKSW.
7. Mama yang telah memberikan doa, dukungan moril, materi, dan motivasi kepada penulis dalam studinya hingga sampai penyusunan dan penulisan skripsinya.
8. Keluarga besar Mama dan keluarga besar alm.Papa yang telah memberikan doa, motivasi dan semangat kepada penulis dalam penulisan dan penyusunan skripsi penulis.
9. Adik-adikku tersayang Karina Yoan Happyanti, Cindy Verda Kirana Dewi yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam penyusunan data skripsi.
10. Sahabat-sahabatku tersayang dan tercinta : Anita Nur Ariyanti, Wisnu Dermawan.H., alm.Tiara Trias Saputri, Sesilia Radhite yang selalu memberikan semangat, motivasi dan telah banyak mendengar keluh kesah penulis serta telah menghibur penulis selama menempuh studi di FSM-UKSW maupun dalam penyusunan skripsi.
11. Yuni Naomi Yenusi, Syarifa Muklihah, Anna Juliana Mose, dan Vera M.D.B yang membantu penulis dalam penyusunan dan pengolahan data skripsi.
12. Orang terkasih Fatizanolu Laiya yang telah membantu dalam bentuk materi, semangat dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
13. Teman-teman angkatan 2016 dan Menwa angkatan Yudha XIV Mahadipa UKSW dan semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa hasil penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dengan kata lain masih jauh dari kata sempurna, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun dari pembaca. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Salatiga, 4 Mei 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1. Analisis Regresi Non Linier.....	5
2.2.2. Model Weibull 3 Parameter	6
2.2.3. Model Gompertz 3 Parameter	7
2.2.4. Model Logistic 3 Parameter, Model Log-Logistic 3 Parameter dan 4 Parameter	8
2.2.5. Metode Bootstrap.....	12
BAB III. METODE PENELITIAN	13
3.1. Pengambilan Data.....	13

3.2. Teknik Analisis	13
3.2.1 Fungsi-fungsi yang digunakan Dalam Bahasa Pemograman R versi 3.6.3 14.....	14
3.3. Penerapan Metode Bootstrap	17
3.4. Penarikan Kesimpulan	19
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Model <i>Weibull</i> 3 Parameter	22
4.2. Model <i>Gompertz</i> 3 Parameter	25
4.3. Model <i>Log-logistic</i> 3 Parameter	29
4.4. Model <i>Log-logistic</i> 4 Parameter	33
4.5. Model <i>Logistic</i> 3 Parameter	37
4.6. Hasil Perbandingan MAPE pada Model <i>Log-logistic</i> 3 Parameter	43
4.7. Hasil Perbandingan MAPE pada Model <i>Gompertz</i> 3 Parameter.	46
4.8. Hasil Perbandingan MAPE pada Model <i>Weibull</i> 3 Parameter	48
4.9. Hasil Perbandingan MAPE pada Model <i>Logistic</i> 3 Parameter....	50
4.10. Hasil Perbandingan MAPE pada Model <i>Log-logistic</i> 4 Parameter	52
4.11. Mengestimasi Parameter dengan Metode <i>Bootstrap</i>	54
4.11.1. Estimasi Parameter Model <i>Log-logistic</i> 3 Parameter.....	55
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Tabel Banyaknya Pasien Positif Covid-19 di Indonesia.....	20
Tabel 4.2.	Tabel Prediksi Model <i>Weibull</i> 3 Parameter Banyaknya Pasien Positif Covid-19 Kumulatif.....	24
Tabel 4.3.	Tabel Prediksi Model <i>Gompertz</i> 3 Parameter Banyaknya Pasien Positif Covid-19 Kumulatif.....	28
Tabel 4.4.	Tabel Prediksi Model <i>Log-logistic</i> 3 Parameter Banyaknya Pasien Positif Covid-19 Kumulatif.....	32
Tabel 4.5.	Tabel Prediksi Model <i>Log-logistic</i> 4 Parameter Banyaknya Pasien Positif Covid-19 Kumulatif.....	36
Tabel 4.6.	Tabel Prediksi Model <i>Logistic</i> 3 Parameter Banyaknya Pasien Positif Covid-19 Kumulatif.....	40
Tabel 4.7.	Hasil Estimasi Parameter AIC, RMSE, dan R^2 dari Beberapa Pemodelan Pertumbuhan	42
Tabel 4.8.	Tabel Range MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>).....	43
Tabel 4.9.	Hasil Perbandingan Data Penelitian dengan Data Prediksi pada Model <i>Log-logistic</i> 3 Parameter	44
Tabel 4.10.	Hasil Perbandingan Data Penelitian dengan Data Prediksi pada Model <i>Gompertz</i> 3 Parameter	46
Tabel 4.11.	Hasil Perbandingan Data Penelitian dengan Data Prediksi pada Model <i>Weibull</i> 3 Parameter	48
Tabel 4.12.	Hasil Perbandingan Data Penelitian dengan Data Prediksi pada Model <i>Logistic</i> 3 Parameter	50
Tabel 4.13.	Hasil Perbandingan Data Penelitian dengan Data Prediksi pada Model <i>Log-logistic</i> 4 Parameter	52
Tabel 5.1.	Pengestimasian Parameter Menggunakan Metode <i>Bootstrap</i> dengan <i>Resampling</i> $B = 10000$	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1a	Hubungan Atara Waktu t dengan $N(t)$	21
Gambar 4.1b	Hubungan Atara Waktu t dengan $N(t)-N(t)$	21
Gambar 4.2	Grafik <i>Sigmoid</i> Model <i>Weibull</i> 3 Parameter	22
Gambar 4.3	Grafik Pertambahan Pasien Positif Covid-19 Perhari dengan Model <i>Weibull</i> 3 Parameter	23
Gambar 4.4	Grafik <i>Sigmoid</i> Model <i>Gompertz</i> 3 Parameter.....	26
Gambar 4.5	Grafik Pertambahan Pasien Positif Covid-19 Perhari dengan Model <i>Gompertz</i> 3 Parameter	27
Gambar 4.6	Grafik <i>Sigmoid</i> Model <i>Log-logistic</i> 3 Parameter	29
Gambar 4.7	Grafik Pertambahan Pasien Positif Covid-19 Perhari dengan Model <i>Log-logistic</i> 3 Parameter.....	31
Gambar 4.8	Grafik <i>Sigmoid</i> Model <i>Log-logistic</i> 4 Parameter	34
Gambar 4.9	Grafik Pertambahan Pasien Positif Covid-19 Perhari dengan Model <i>Log-logistic</i> 4 Parameter.....	35
Gambar 4.10	Grafik <i>Sigmoid</i> Model <i>Logistic</i> 3 Parameter	38
Gambar 4.11	Grafik Pertambahan Pasien Positif Covid-19 Perhari dengan Model <i>Logistic</i> 3 Parameter	39
Gambar 4.12	Grafik Perbandingan Data Pengamatan dengan Data Prediksi pada Model <i>Log-logistic</i> 3 Parameter.....	45
Gambar 4.13	Grafik Perbandingan Data Pengamatan dengan Data Prediksi pada Model <i>Gompertz</i> 3 Parameter.....	47
Gambar 4.14	Grafik Perbandingan Data Pengamatan dengan Data Prediksi pada Model <i>Weibull</i> 3 Parameter	49
Gambar 4.15	Grafik Perbandingan Data Pengamatan dengan Data Prediksi pada Model <i>Logistic</i> 3 Parameter	51
Gambar 4.16	Grafik Perbandingan Data Pengamatan dengan Data Prediksi pada Model <i>Log-logistic</i> 4 Parameter.....	53
Gambar 4.17	Grafik Model Pertumbuhan <i>Log-logistic</i> 3 Parameter γ dengan	

	Metode <i>Bootstrap</i>	55
Gambar 4.18	Grafik Model Pertumbuhan <i>Log-logistic</i> 3 Parameter A dengan Metode <i>Bootstrap</i>	56
Gambar 4.19	Grafik Model Pertumbuhan <i>Log-logistic</i> 3 Parameter τ dengan Metode <i>Bootstrap</i>	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemanggilan Data dengan Program <i>Software R</i> versi 3.6.3.....	64
Lampiran 2	Pengestimasiian Metode <i>Bootstrap</i> Pada Pemodelan Pertumbuhan.....	71
Lampiran 3	Program Membuat Gambar	73
Lampiran 4	Data Pengamatan Pasien Positif Covid-19 di Indonesia	80
Lampiran 5	Perbandingan Data Prediksi dengan Data Pengamatan.....	81



ABSTRAK

Dalam penelitian ini membahas tentang pemodelan analisis regresi non linier dengan menggunakan data statistik perkembangan pasien yang dinyatakan positif terkena penyakit virus Covid-19 di Indonesia. Penyakit virus Covid-19 sangat mudah berkembang penyebarannya dikarenakan virus ini sangat menular sehingga WHO (*World Health Organization*) menyatakan penyakit ini sebagai pandemi, sehingga pada penelitian ini menggunakan data pasien positif Covid-19 di Indonesia dengan menggunakan lima model analisis regresi non linier yaitu model *Weibull* 3 parameter, model *Gompertz* 3 parameter, model *Log-logistic* 3 parameter, model *Log-Logistic* 4 parameter dan model *Logistic* 3 parameter. Analisis yang terbaik dalam memprediksi yaitu model *Log-logistic* 3 parameter dengan nilai $AIC = 6527.434$ dan $RMSE = 6836.79$, dan diperoleh nilai parameter pada model *Log-logistic* 3 parameter yaitu $\gamma = -2.8027$, $\tau = 966.4000$, dan $A = 19477000$, sehingga pengestimasi parameter dengan menggunakan metode *Bootstrap* $B = 10000$ dengan menggunakan interval kepercayaan 95% untuk parameter γ , τ , dan A berturut-turut adalah $[-2.851261, -2.778394]$, $[766.7833, 1132.341]$, sehingga diperoleh nilai rata-rata estimasi *Bootstrap* $\gamma = -2.81138$, $A = 17633020$, dan $\tau = 922.3411$. Pada data prediksi pasien yang dinyatakan positif Covid-19 di Indonesia dibandingkan dengan data pengamatan dari hasil perbandingan diperoleh nilai $MAPE = 9\%$, sehingga dapat dikatakan pemodelan *Log-logistic* 3 parameter sangat baik dalam memprediksi.

Kata Kunci: Pasien positif Covid-19 di Indonesia, Model Pertumbuhan, Parameter, Metode *Bootstrap*, *Log-logistic* 3 parameter

ABSTRACT

In this study, it discusses non-linear regression analysis modeling using statistical data on the development of patients who have tested positive for the Covid-19 virus in Indonesia. The Covid-19 virus is very easy to spread because the virus is so contagious which WHO (World Health Organization) declared this disease as pandemic, so this study uses data of patient who tested positive for Covid-19 in Indonesia using five non-linear regression analysis models, called *Weibull* 3 parameters, *Gompertz* 3 parameter model, *Log-logistic* 3 parameter model, *Log-logistic* 4 parameter model and *Logistic* 3 parameters model. The best analysis in predicting the *Log-logistic* 3-parameter model is with $AIC = 6527.434$ and $RMSE = 6836.79$, and the parameter values obtained in the *Log-logistic* 3-parameter model, is $\gamma = -2.8027, \tau = 966.4000$ and $A = 19477000$, so that parameter estimation using the Bootstrap method $B = 10000$ by using the 95% confidence interval for the parameter γ, τ and A value, respectively, are $[-2.851261, -2.778394]$, $[766.7833, 1132.341]$, $[10940098, 29088193]$ so that the average Bootstrap estimation value $\gamma = -2.81138, A = 17633020$, and $\tau = 922.3411$ are obtained. In the prediction data of patients who tested positive for Covid-19 in Indonesia compared to the observational data from the comparison results, the MAPE value = 9% was obtained, so it can be said that the *Log-logistic* 3 parameter modeling is very good in predicting.

Keywords : Positive Patients with Covid-19 in Indonesia, Growth Model, Parameters, Bootstrap Method, Log-logistic 3 Parameters