

**PEMODELAN CASE GROWTH RATE COVID-19
BERDASARKAN CAPAIAN VAKSINASI DI DKI JAKARTA
DENGAN ESTIMATOR *TRUNCATED SPLINE* PADA DATA
LONGITUDINAL**

SKRIPSI



NOVIATUS SHOLIAH

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**PEMODELAN CASE GROWTH RATE COVID-19
BERDASARKAN CAPAIAN VAKSINASI DI DKI JAKARTA
DENGAN ESTIMATOR *TRUNCATED SPLINE* PADA DATA
LONGITUDINAL**

SKRIPSI



NOVIATUS SHOLIAH

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**PEMODELAN *CASE GROWTH RATE* COVID-19
BERDASARKAN CAPAIAN VAKSINASI DI DKI JAKARTA
DENGAN ESTIMATOR *TRUNCATED SPLINE* PADA DATA
LONGITUDINAL**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Statistika
pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Noviatus Sholihah
NIM 081811833004

Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Dr. Nur Chamidah, S.Si., M.Si.
NIP. 197206021998022001

Pembimbing II,



Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si.
NIP. 197501061999031002

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : *Pemodelan Case Growth Rate Covid-19 Berdasarkan Capaian Vaksinasi di DKI Jakarta dengan Estimator Truncated Spline pada Data Longitudinal*

Penyusun : Noviatu Sholihah

NIM : 081811833004

Pembimbing I : Dr. Nur Chamidah, S.Si., M.Si.

Pembimbing II : Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si.

Tanggal Seminar :

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Nur Chamidah, S.Si., M.Si.

NIP. 197206021998022001



Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si.

NIP. 197501061999031002

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, S.St., M.Si.

NIP. 196804041994031020

Koordinator Prodi S-1 Statistika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Drs. H. Sediono, M.Si.

196107121987011001

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Noviatu Sholihah

NIM : 081811833004

Program Studi : Statistika

Fakultas : Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

Pemodelan *Case Growth Rate* Covid-19 Berdasarkan Capaian Vaksinasi di DKI Jakarta dengan Estimator *Truncated Spline* pada Data Longitudinal

Apabila suatu saat nanti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 03 Juni 2022



Noviatu Sholihah

NIM. 081811833004

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* karena limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemodelan *Case Growth Rate* Covid-19 Berdasarkan Capaian Vaksinasi di DKI Jakarta dengan Estimator *Truncated Spline* pada Data Longitudinal”. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Mohammad Nasih, S.E., M.T., Ak., CMA. selaku Rektor Universitas Airlangga, Prof. Dr. Moh Yasin, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, dan Drs. H. Sediono, M.Si. selaku Ketua Program Studi S-1 Statistika Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menimba ilmu di Program Studi Statistika Universitas Airlangga.
2. Kemendikbud atas beasiswa pendidikan (Bidikmisi) yang penulis dapatkan.
3. Ibu Dr. Nur Chamidah, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa membimbing penulis dalam penyelesaian skripsi.
4. Seluruh dosen Statistika Universitas Airlangga yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat selama perkuliahan.
5. Keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa untuk penulis.
6. Teman-teman seperjuangan selama kuliah di Universitas Airlangga
7. Rizza Sulistiana dan Ilma Amira selaku sahabat penulis.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna menyempurnakan naskah skripsi ini.

Surabaya, 03 Juni 2022



Noviatus Sholihah

Noviatus Sholihah, 2022. **Pemodelan *Case Growth Rate* Covid-19 Berdasarkan Capaian Vaksinasi di DKI Jakarta dengan Estimator *Truncated Spline* pada Data Longitudinal**. Skripsi di bawah bimbingan Dr. Nur Chamidah, S.Si., M.Si. dan Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si., Program Studi S-1 Statistika, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) menjadi masalah kesehatan yang mendapatkan perhatian khusus oleh dunia mulai akhir tahun 2019. Kasus Covid-19 di Indonesia hingga 2 Juli 2021 mencapai 2.228.938 kasus dengan presentase laju pertumbuhan kasus atau *Case Growth Rate* (CGR) sebesar 1,17% yang lebih tinggi dibandingkan dengan angka CGR global sebesar 0,23%, sehingga pemerintah menerapkan kebijakan Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) Darurat guna menekan laju penularan kasus Covid-19 oleh Provinsi DKI Jakarta menjadi salah satu provinsi target PPKM Darurat dengan angka CGR yang masih tinggi dibandingkan dengan angka CGR Indonesia dan global yaitu sebesar 1,71%. Menindaklanjuti adanya kebijakan PPKM Darurat untuk menekan laju penularan kasus Covid-19 dengan melihat laju pertumbuhan kasus maka pemerintah mendorong peningkatan capaian vaksinasi selama PPKM Darurat. Sehubungan dengan hal tersebut, maka diperlukan pemodelan statistika untuk mendiskripsikan hubungan fungsional antara CGR dengan waktu pengamatan pada saat PPKM Darurat dan capaian vaksinasi tekhusus vaksinasi dosis kedua. Pemodelan statistika ini dilakukan dengan pendekatan regresi nonparametrik berdasarkan estimator *truncated spline* untuk menangani pola data yang mengindikasikan adanya kenaikan maupun penurunan yang ekstrem. Berdasarkan hasil estimasi diketahui bahwa pada hari ke-9 hingga hari ke-18 masa PPKM Darurat terjadi penurunan nilai CGR sebesar 0,137% per hari dan untuk capaian vaksinasi juga mengalami penurunan nilai CGR sebesar 0,508% untuk setiap penambahan capaian vaksinasi dosis kedua sebesar 1% pada capaian vaksinasi dosis kedua lebih dari sama dengan 13,143% dan kurang dari 13,502%. Kota dengan rata-rata penurunan nilai CGR terbesar diantara 5 kota yang menjadi subjek penelitian pada hari ke-9 hingga hari ke-18 adalah Kota Administrasi Jakarta Timur yaitu sebesar 13,3%, sedangkan berdasarkan capaian vaksinasi dosis kedua pada hari ke-9 hingga hari ke-18 yang memiliki rata-rata nilai CGR terbesar adalah Kota Administrasi Jakarta Utara yaitu sebesar 3,58%.

Kata Kunci : Covid-19, CGR, PPKM Darurat, Capaian Vaksinasi, Regresi Nonparametrik *Truncated Spline*

Noviatus Sholihah, 2022. **Covid-19 Case Growth rate Modeling Based on Vaccination Achievements in DKI Jakarta with Truncated Spline Estimators on Longitudinal Data**. Thesis under the guidance of Dr. Nur Chamidah, S.Si., M.Si., and Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si., Statistics Study Program, Mathematics Department, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) has become a health problem that has received special attention from the world starting at the end of 2019. Covid-19 cases in Indonesia until 2 July 2021 reached 2.228.938 cases with a Case Growth Rate (CGR) percentage of 1,17% which is higher than the global CGR figure of 0,23%, so the government implements policies enforcement of Emergency PPKM Darurat to reduce the rate of transmission of Covid-19 cases. DKI Jakarta Province is one of the target provinces for Emergency PPKM with a CGR figure that is still high compared to Indonesia's and global CGR figures of 1,71%. Following up on the Emergency PPKM policy to reduce the rate of transmission of Covid-19 cases by looking at the rate of case growth, the government encourages increased vaccination achievements during Emergency PPKM. In connection with this, statistical modeling is needed to describe the functional relationship between CGR and observation time during Emergency PPKM and vaccination achievements, especially during the second dose of vaccination. This statistical modeling is done using a nonparametric regression approach based on a truncated spline estimator to handle data patterns that indicate an extreme increase or decrease. Based on the estimation results, it is known that on the 9th to the 18th day of the Emergency PPKM period, there is a decrease in the CGR value of 0,137% per day and for vaccination achievement, there is also a decrease in the CGR value of 0,508% for every increase in the second dose of vaccination achievement of 1% in the achievement of the second dose of vaccination was more than equal to 13,143% and less than 13,502%. The city with the largest average decrease in CGR value among the 5 cities that became the subject of the study on the 9th to 18th day was East Jakarta Administrative City which was 13,3% while based on the achievement of the second dose of vaccination on the 9th to the 18th day which has the largest average CGR value is North Jakarta Administrative City, which was 3.58%.

Keywords : *Covid-19, CGR, PPKM Darurat, Vaccination Achievements, Truncated Spline Nonparametric Regression*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Coronavirus Disease 2019</i> (COVID-19)	7
2.2 Case Growth Rate (CGR)	8
2.3 Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) Darurat	8
2.4 Vaksinasi	9
2.5 Regresi Nonparametrik	10
2.6 Regresi Nonparametrik <i>Truncated Spline</i>	11
2.7 Regresi Nonparametrik <i>Truncated Spline</i> pada Data Longitudinal	11
2.8 Kuantil	15
2.9 Pemilihan Orde dan Jumlah Knot Optimal	16
2.10 Homoskedastisitas dan Heteroskedastisitas	18

2.10.1	Uji Levene	18
2.10.2	Uji Park	19
2.12	Software R.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1	Data dan Sumber Data.....	22
3.2	Variabel Penelitian	23
3.3	Langkah Analisis.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Estimasi Model Regresi Nonparametrik pada Data Longitudinal dengan Estimator <i>Truncated Spline</i>	26
4.1.1	Estimasi Model Regresi Nonparametrik Biprediktor pada Data Longitudinal dengan Estimator <i>Truncated Spline</i>	26
4.2	Algoritma dan Program R untuk Mengestimasi Model Regresi Nonparametrik pada Data Longitudinal Berdasarkan Estimator <i>Truncated Spline</i>	30
4.3	Penerapan Algoritma dan Program R pada Data CGR Covid-19 di DKI Jakarta selama Periode PPKM Darurat	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		48

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
2.1	Struktur Data longitudinal	12
3.1	Variabel Penelitian	23
4.1	Pemilihan Orde dan Titik Knot Optimum Berdasarkan Nilai GCV Minimum pada Data CGR Tanpa Melibatkan Pembobot W	36
4.2	Pemilihan Orde dan Titik Knot Optimum Berdasarkan Nilai GCV Minimum pada Data CGR dengan Melibatkan Pembobot W	38
4.3	Rata-Rata Penurunan Nilai CGR setiap Subjek Penelitian pada Hari Ke-9 Hingga Hari Ke-18	43
4.4	Rata-Rata Penurunan Nilai CGR setiap Subjek Penelitian pada Hari Ke-9 Hingga Hari Ke-18 Berdasarkan Capaian Vaksinasi Dosis Kedua	44

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
3.1	<i>Flowchart</i> Algoritma dan Program Estimasi Model Regresi Nonparametrik pada Data Longitudinal dengan Estimator <i>Truncated Spline</i>	25
4.1	<i>Flowchart</i> Algoritma dan Program Estimasi Model Regresi Nonparametrik Biprediktor pada Data Longitudinal dengan Estimator <i>Truncated Spline</i>	33
4.2	<i>Scatterplot</i> antara CGR dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Barat	33
4.3	<i>Scatterplot</i> antara CGR dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Pusat	33
4.4	<i>Scatterplot</i> antara CGR dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Selatan	34
4.5	<i>Scatterplot</i> antara CGR dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Timur	34
4.6	<i>Scatterplot</i> antara CGR dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Utara	34
4.7	<i>Scatterplot</i> antara CGR dengan Waktu Pengamatan secara Serentak untuk 5 Subjek Pengamatan	35
4.8	<i>Scatterplot</i> antara CGR dengan Capaian Vaksinasi Dosis Kedua secara Serentak untuk 5 Subjek Pengamatan	35
4.9	Plot Data Observasi dan Hasil Estimasi	40
4.10	<i>Scatterplot</i> antara Y Estimasi dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Barat	41
4.11	<i>Scatterplot</i> antara Y Estimasi dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Pusat	41
4.12	<i>Scatterplot</i> antara Y Estimasi dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Selatan	42

Nomor	Judul	Halaman
4.13	<i>Scatterplot</i> antara Y Estimasi dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Timur	42
4.14	<i>Scatterplot</i> antara Y Estimasi dengan Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi di Kota Administrasi Jakarta Utara	43

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
1	Data CGR, Waktu Pengamatan dan Capaian Vaksinasi Dosis Kedua di Kota Administrasi DKI Jakarta
2	Program Identifikasi Parameter <i>Smoothing</i> (Orde, Banyaknya Titik Knot, dan Titik Knot) dengan Kombinasi untuk Setiap Prediktor Tanpa Pembobot
3	Program Estimasi Model Regresi Nonparametrik Biprediktor dengan Estimator <i>Truncated Spline</i> Tanpa Pembobot W
4	Program Uji Heteroskedastisitas dengan Uji Levene
5	Program Identifikasi Parameter <i>Smoothing</i> (Orde, Banyaknya Titik Knot, dan Titik Knot) dengan Kombinasi untuk Setiap Prediktor dengan Pembobot
6	Program Estimasi Model Regresi Nonparametrik Biprediktor dengan Estimator <i>Truncated Spline</i> dengan Pembobot W
7	Output Identifikasi Parameter <i>Smoothing</i> (Orde, Banyaknya Titik Knot, dan Titik Knot) dengan Kombinasi untuk Setiap Prediktor Tanpa Pembobot
8	Output Estimasi Model Regresi Nonparametrik Biprediktor dengan Estimator <i>Truncated Spline</i> Tanpa Pembobot W
9	Output Uji Heteroskedastisitas dengan Uji Levene
10	Output Uji Heteroskedastisitas dengan Uji Park dan Mendefinisikan Matriks Pembobot W
11	Output Identifikasi Parameter <i>Smoothing</i> (Orde, Banyaknya Titik Knot, dan Titik Knot) dengan Kombinasi untuk Setiap Prediktor dengan Pembobot
12	Output Estimasi Model Regresi Nonparametrik Biprediktor dengan Estimator <i>Truncated Spline</i> Melibatkan Pembobot W