



**IPB University**  
— Bogor Indonesia —

Department of  
Computer Science  
<http://cs.ipb.ac.id/>

## **Seminar Hasil Penelitian**

# **Pengaruh Vaksinasi dan Faktor Sosial, Ekonomi, Demografi Pada Model Prediksi COVID-19 di Jawa Timur**

**Siti Nur Hasanah (G6501211062)**

Siti.nurhasanah@apps.ipb.ac.id

**Dibimbing oleh:**

Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si, M.Kom

Medria Kusuma Dewi Hardhienata, S.Komp, Ph.D

# Pokok Bahasan



# PENDAHULUAN



# Latar Belakang



Gambar 1 Peta Penyebaran COVID-19

Global  
Kasus terkonfirmasi : **649.753.806**  
Kasus kematian : **6.648.457**

(Sumber: data WHO s.d 20 Desember 2022)



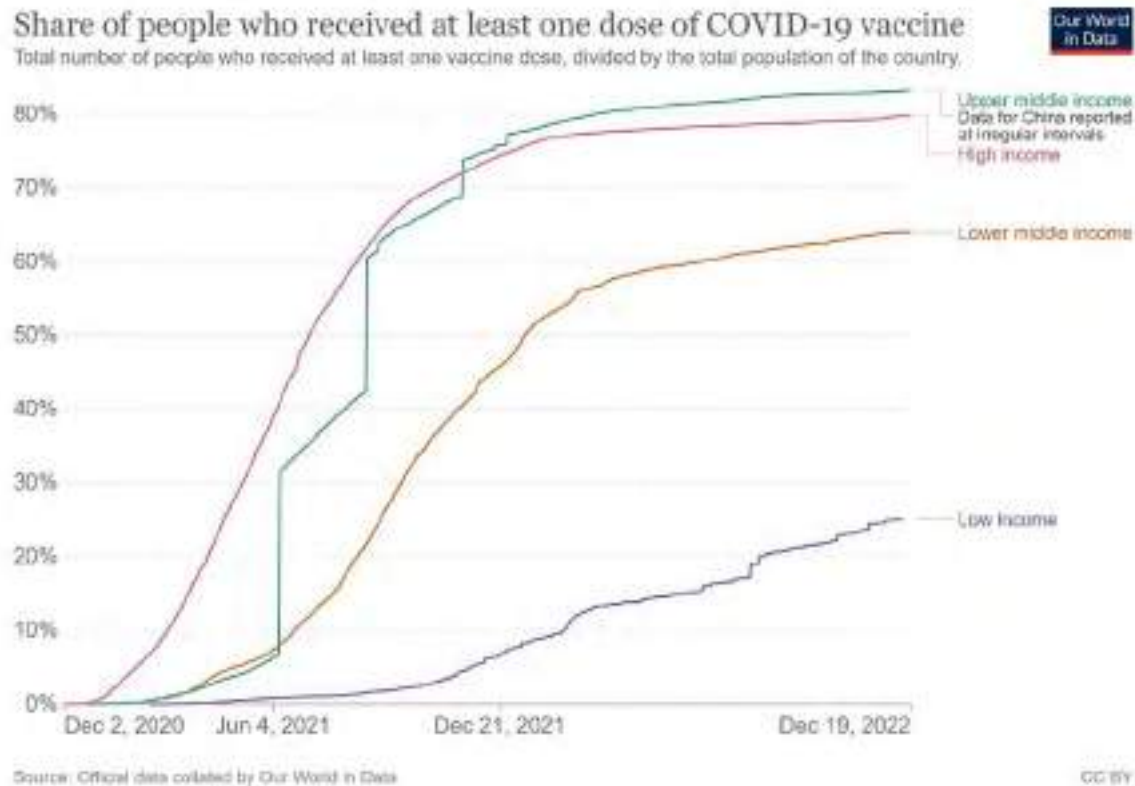
Gambar 2 Provinsi dengan kasus COVID-19 tertinggi di Indonesia

Indonesia  
Kasus terkonfirmasi : **6.711.703**  
Kasus kematian : **160.451**

Sumber WHO (20 Desember 2022)

- ❑ *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)*, suatu penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi virus *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2)*
- ❑ COVID-19 telah menjadi salah satu permasalahan Kesehatan berbagai negara di dunia

# Vaksinasi COVID-19



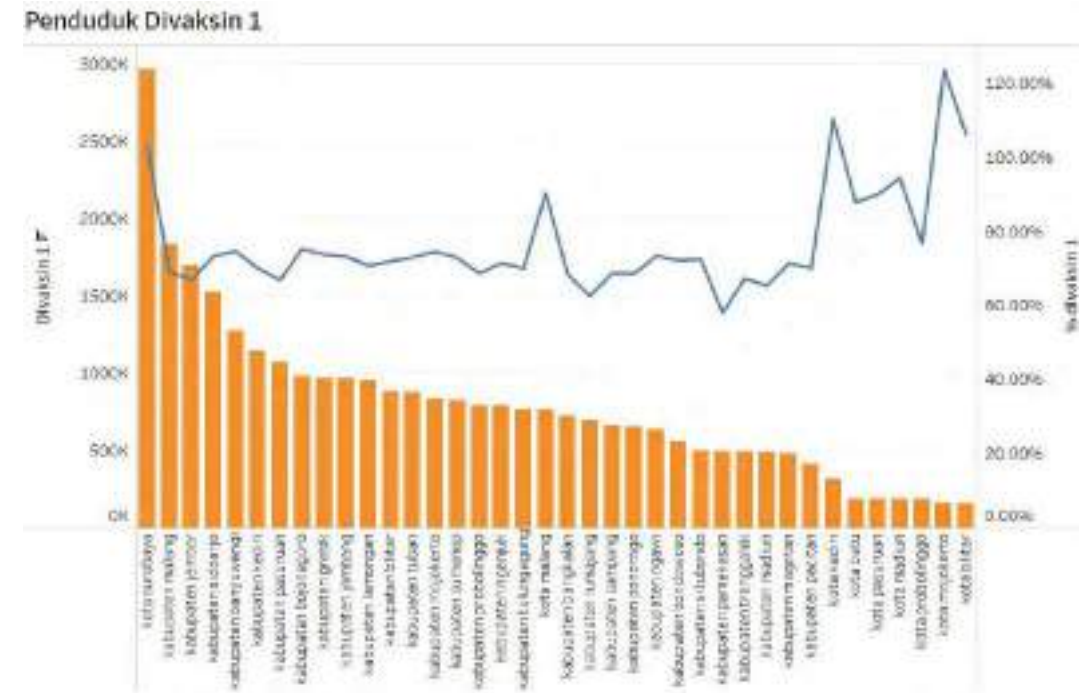
Sumber: [our world in data](#)

Gambar 3 Jumlah penduduk divaksin 1 berbagai negara per kondisi ekonomi

- ❑ Vaksinasi: upaya untuk meredakan risiko penyebaran pandemi COVID-19, semakin cepat vaksin disebarkan, maka semakin cepat wabah dapat dikendalikan (Excler et al. 2021)
- ❑ Pada daerah dengan cakupan vaksinasi yang tinggi, telah terjadi pengurangan jumlah penyakit serius, rawat inap, dan kematian karena COVID-19 (WHO 2022)
- ❑ Namun, pada pelaksanaannya vaksinasi antar wilayah masih **belum merata**.

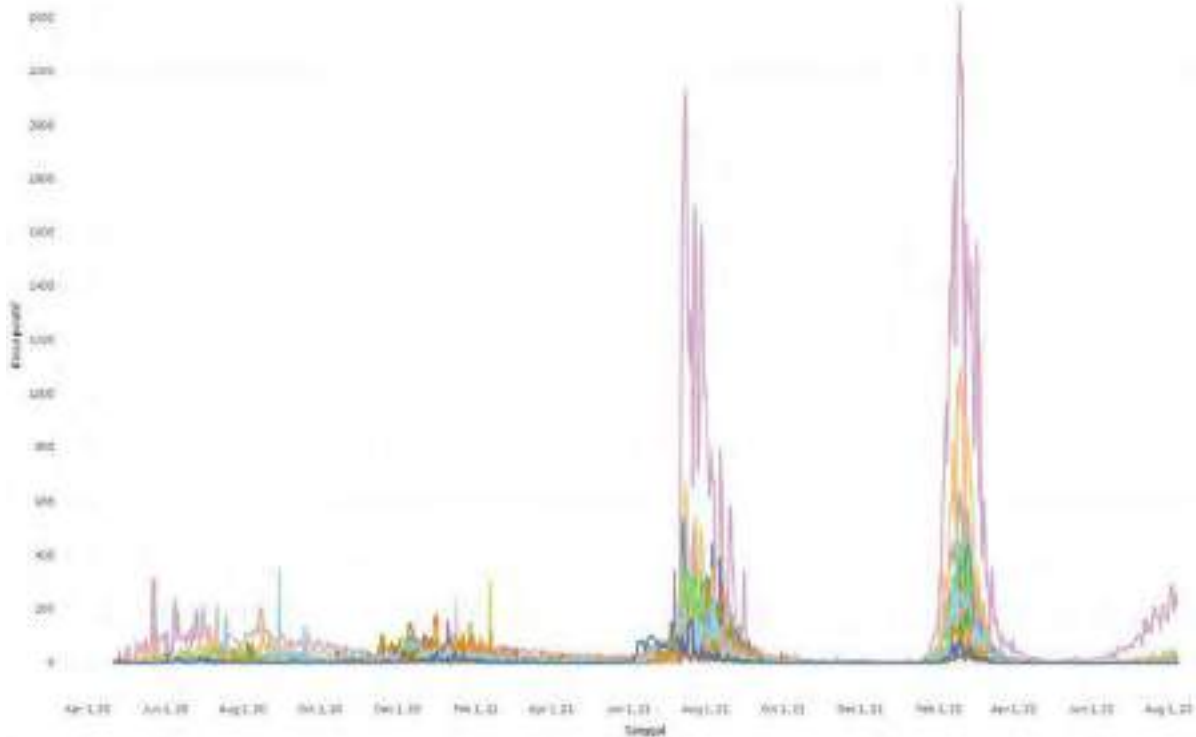
# Vaksinasi COVID-19 di Jawa Timur

- ❑ Adanya perbedaan geografis, demografis, ketidaksetaraan ekonomi, serta perbedaan budaya dan perilaku masyarakat di setiap daerah berkaitan dengan tidak meratanya pendistribusian dan pelaksanaan vaksinasi COVID-19 (Roghani 2021; Bayati *et al.* 2022).
- ❑ Daerah dengan kondisi perekonomian yang lebih baik yang ditandai dengan pendapatan per kapita yang lebih tinggi memiliki inisiatif lebih tinggi untuk mendapatkan vaksin COVID-19 (Gertz *et al.* 2022).



Gambar 4. Persentase pelaksanaan vaksinasi per kabupaten/kota

# Kasus Positif COVID-19 di Jawa Timur



Gambar 5. Kasus positif COVID-19 per kabupaten/kota

- ❑ Tidak hanya berkaitan dengan perbedaan pelaksanaan vaksinasi antar daerah, beberapa penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa faktor sosial, ekonomi dan demografi berkaitan dengan pola penyebaran kasus COVID-19 antar daerah.
- ❑ Dengan mempertimbangkan keragaman geografi, sosial, ekonomi, dan demografi setiap daerah, akan lebih baik untuk melakukan analisis penyebaran COVID-19 pada level regional atau level kabupaten/kota dibandingkan analisis hanya pada level provinsi.



# Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Melakukan analisis pelaksanaan vaksinasi dan jumlah kasus COVID-19 pada setiap *cluster* kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang dikelompokkan berdasarkan data sosial, ekonomi, demografi, dan vaksinasi menggunakan teknik *agglomerative hierarchical clustering*.
2. Membangun model prediksi COVID-19 di setiap *cluster* menggunakan *FBProphet* dengan mempertimbangkan data vaksinasi COVID-19.

# Manfaat

Melalui penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam mengidentifikasi area berisiko tinggi di Provinsi Jawa Timur dimana perlu penerapan tindakan atau kebijakan khusus. Selain itu analisis komprehensif mengenai pelaksanaan vaksinasi COVID-19 di setiap *cluster* juga dapat memberikan gambaran perbedaan pelaksanaan vaksinasi antar daerah, sehingga dapat membantu dalam menentukan strategi yang tepat dalam pendistribusian vaksin COVID-19.



Ilustrasi diambil dari: <https://storyset.com/>





# Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Data yang digunakan adalah data terkonfirmasi positif COVID-19 di Provinsi Jawa Timur periode 21 April 2020 – 7 Agustus 2022.
2. Data vaksinasi yang digunakan merupakan data jumlah penduduk yang menerima vaksinasi pertama kedua, dan ketiga per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur periode 13 Januari 2021 – 7 Agustus 2022.
3. Data sosial, ekonomi, dan demografi yang digunakan merupakan data untuk setiap kabupaten/kota pada tahun 2021.
4. Model prediksi kasus positif COVID-19 akan dibangun pada level *cluster* (kabupaten/kota di Jawa Timur yang dikelompokkan berdasarkan data sosial, ekonomi, demografi, dan vaksinasi)



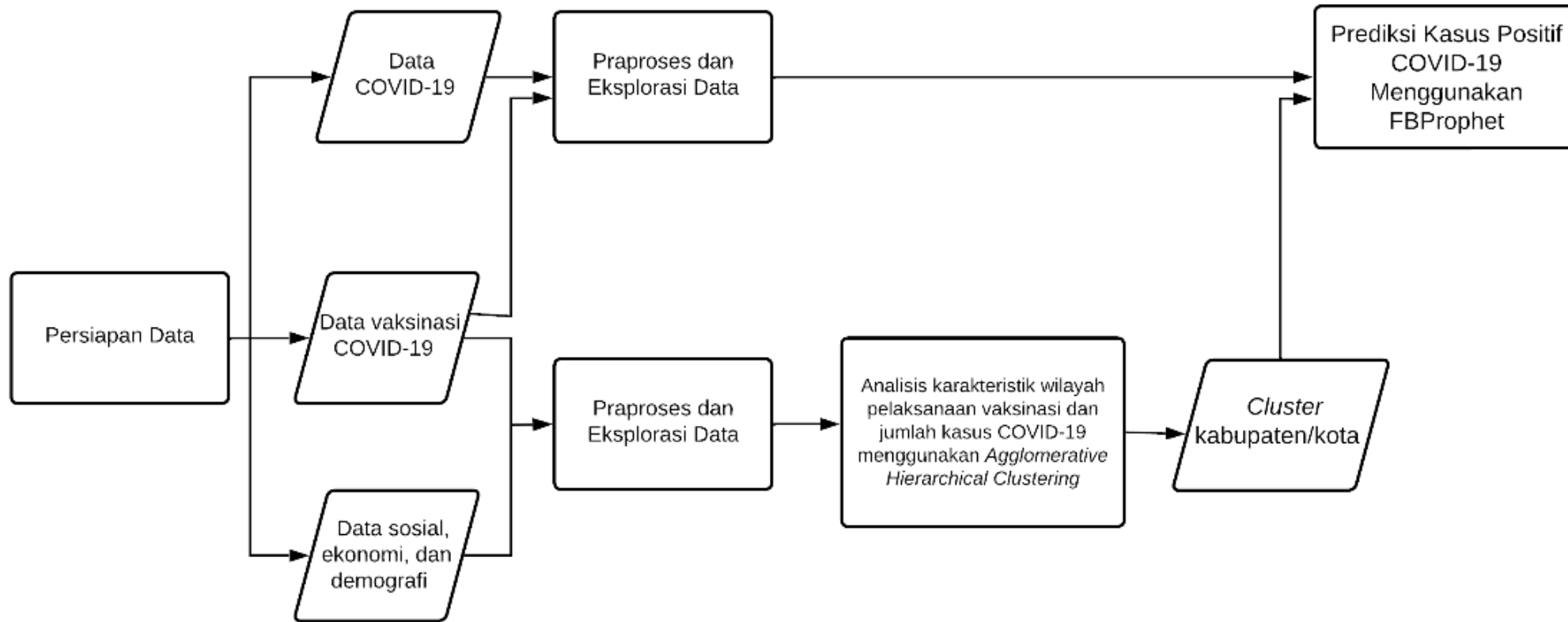
Ilustrasi diambil dari: <https://freepik.com/>



# METODE

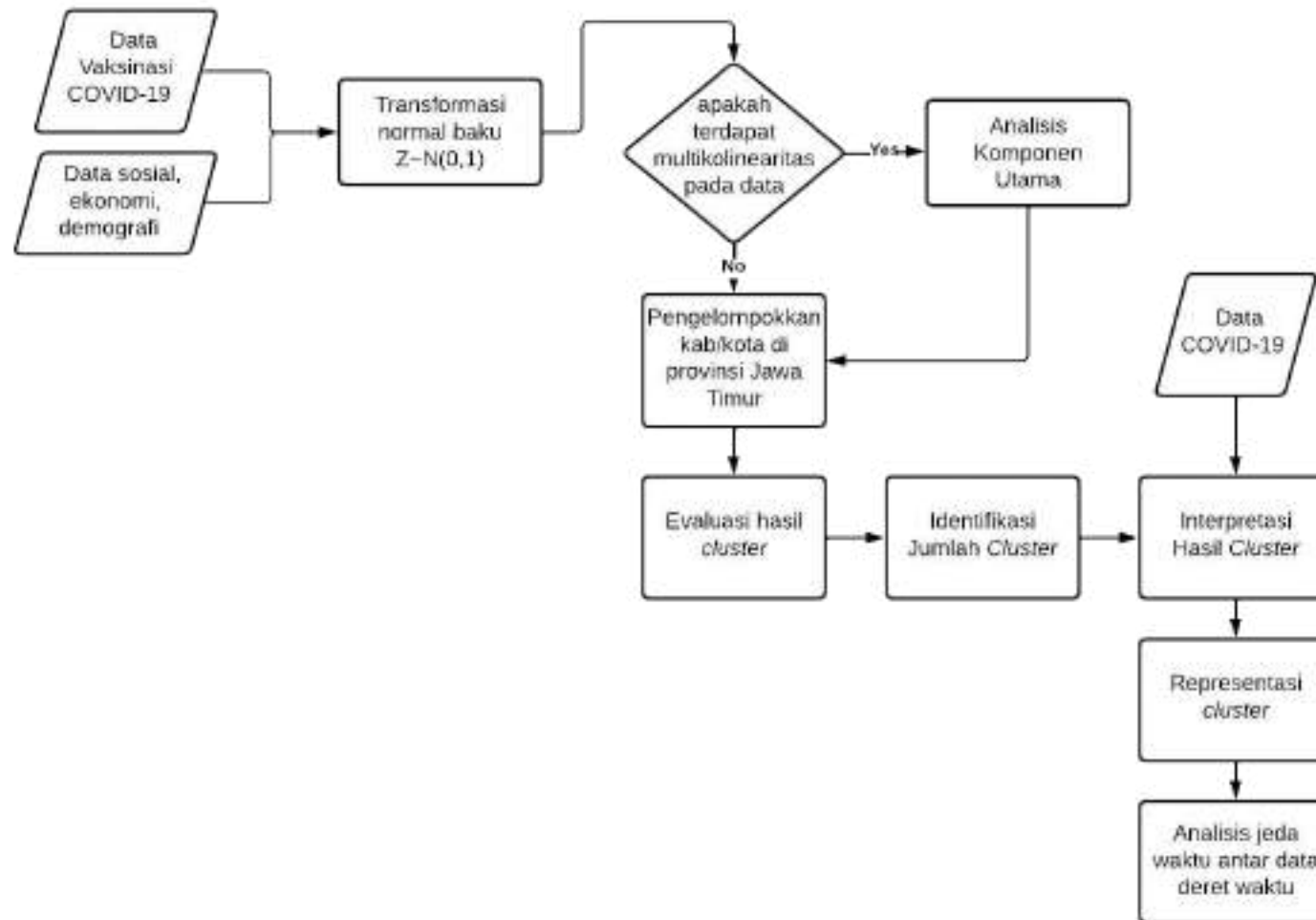


# Tahapan Penelitian



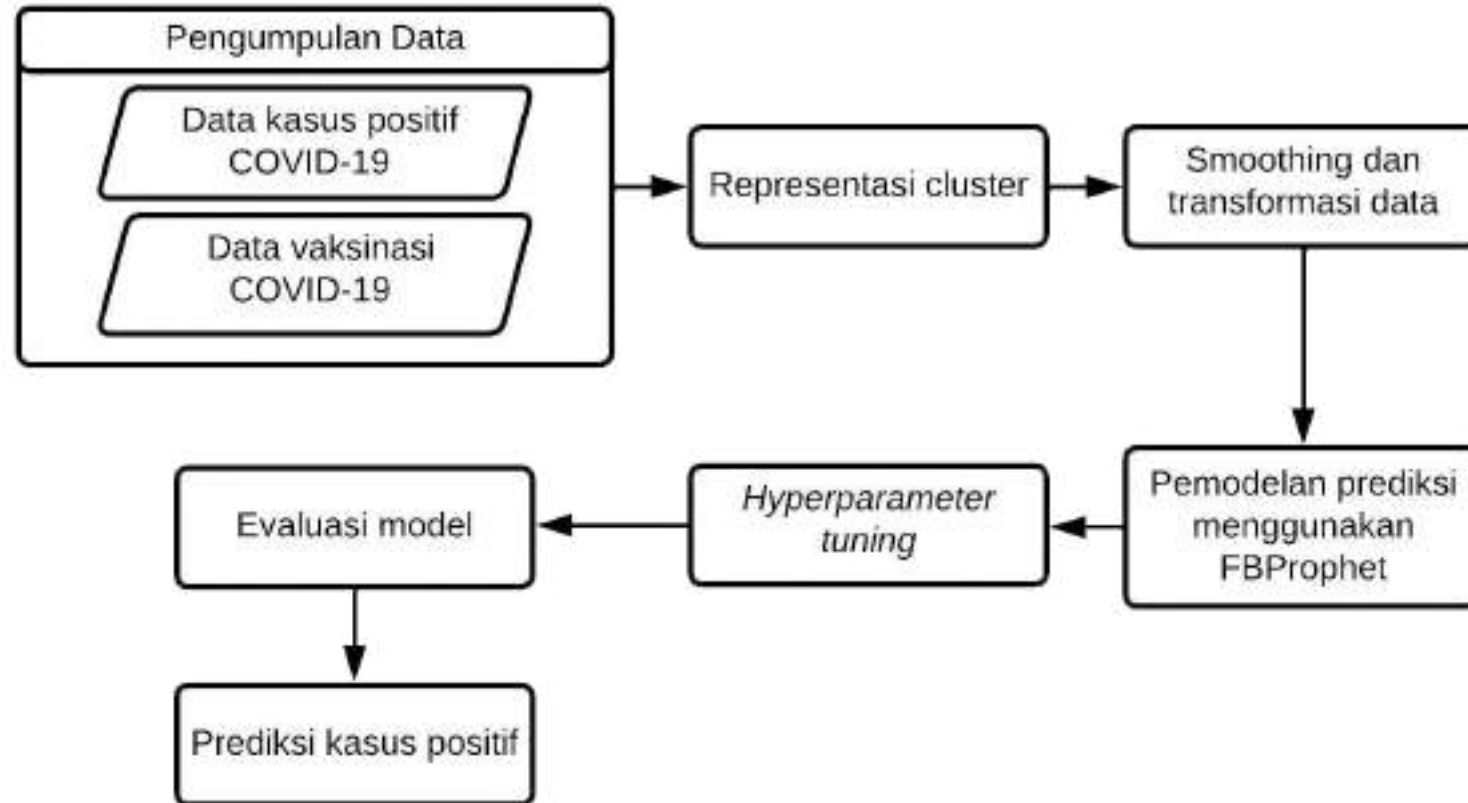
Gambar 6. Tahapan Penelitian

# Analisis Pelaksanaan Vaksinasi dan Jumlah Kasus Positif COVID-19 Menggunakan Hierarchical Clustering



Gambar 7. Tahapan Analisis Pelaksanaan Vaksinasi dan Jumlah Kasus Positif COVID-19

# Pemodelan Prediksi Kasus COVID-19 di Setiap *Cluster*

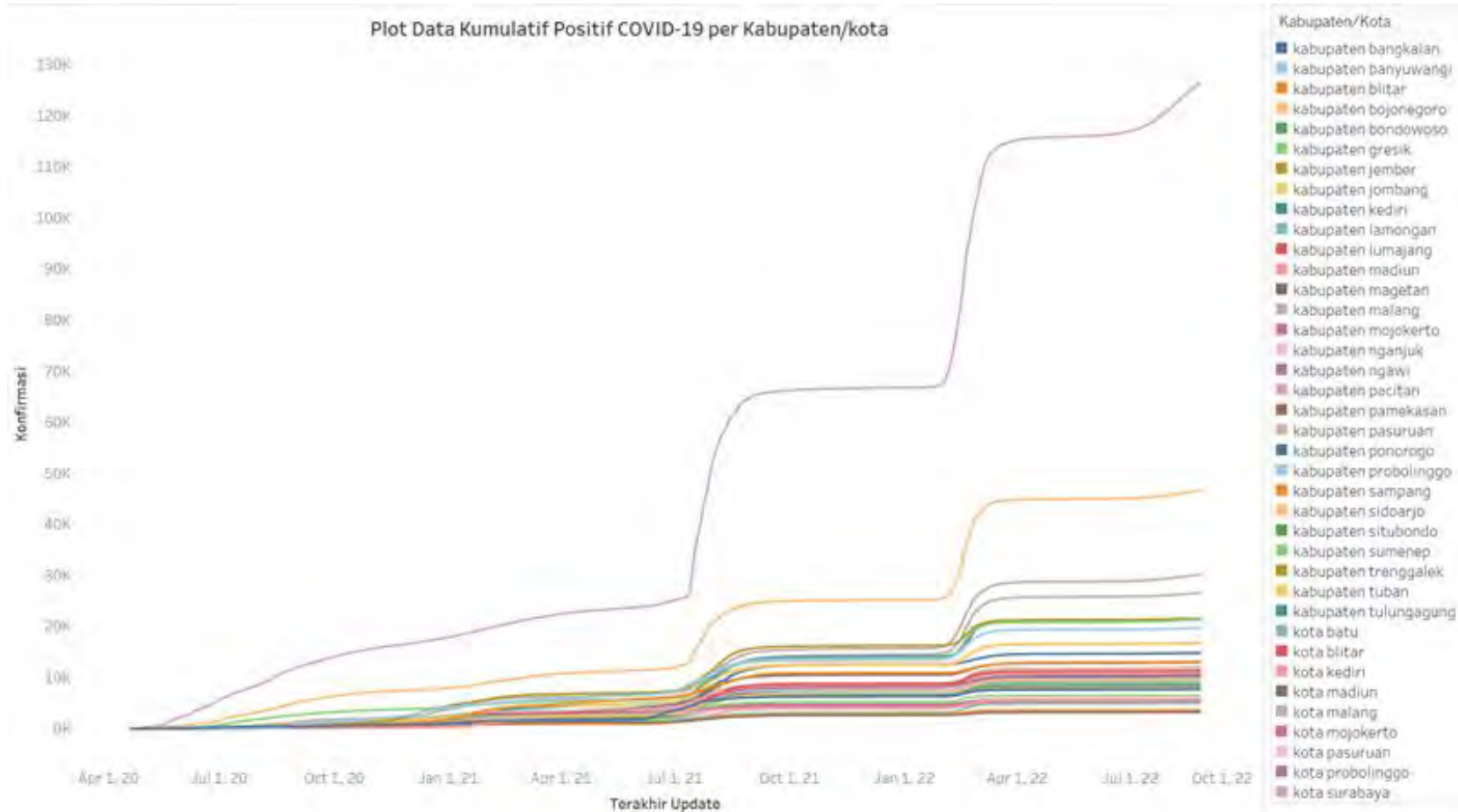


Gambar 8. Tahapan Analisis Prediksi Kasus Positif COVID-19

# HASIL DAN PEMBAHASAN



# Eksplorasi Data COVID-19

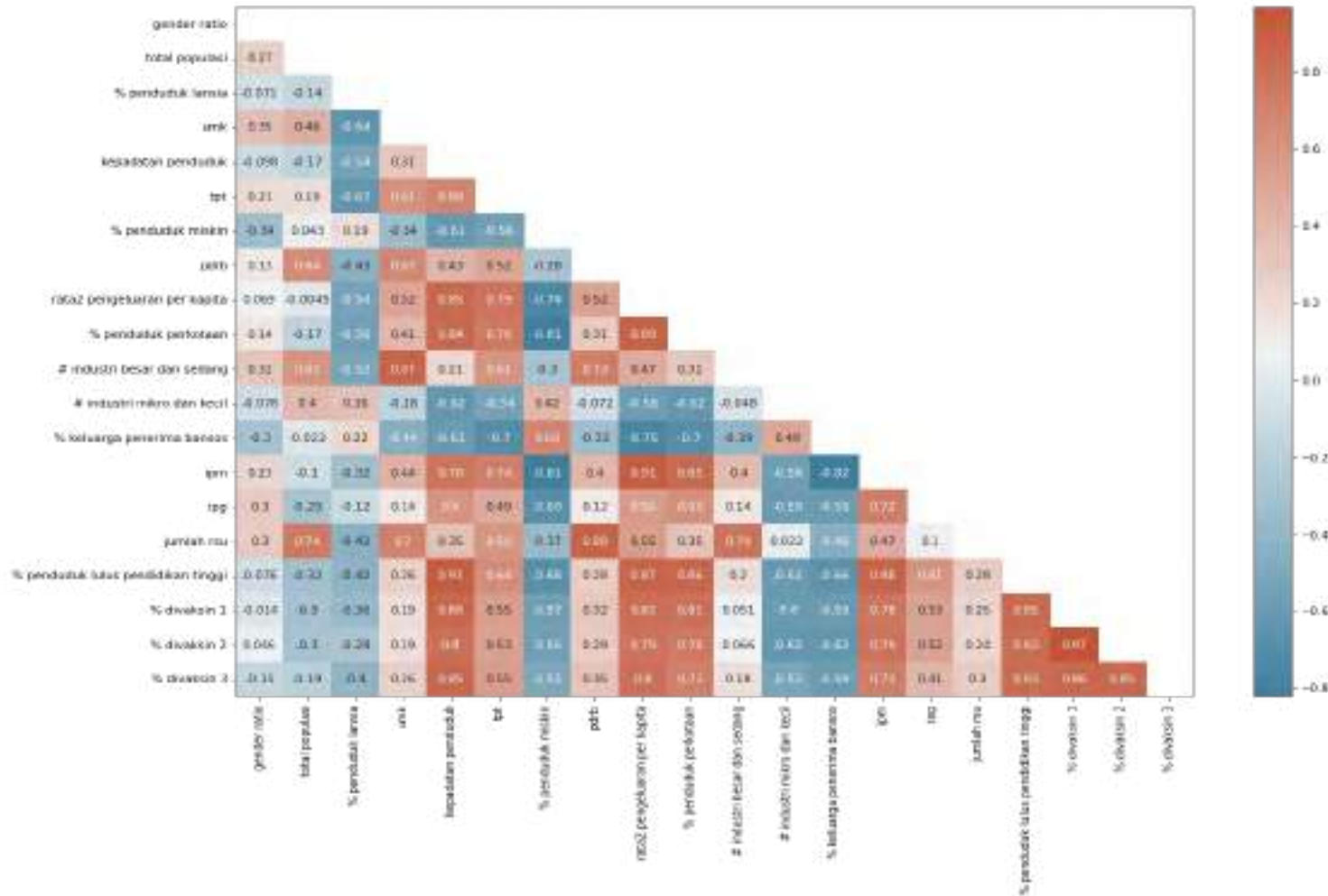


Gambar 9. Plot data kumulatif positif COVID-19 di Provinsi Jawa Timur per kabupaten/kota

- Terlihat adanya perbedaan pola penyebaran kasus positif COVID-19 yang mulai terjadi sejak Juli 2020.
- Kasus kumulatif tertinggi terdapat di Kota Surabaya dengan 122.743 kasus positif.
- Kasus terendah terdapat di Kabupaten Pamekasan yang mencapai 3191 kasus positif.



# Multikolinearitas Pada Data



Gambar 10. Heatmap koefisien korelasi antar variabel

Berdasarkan Ratner (2009), variabel dikatakan berkorelasi kuat jika  $|r| > 0.7$ . Variabel yang berkorelasi tinggi dengan variabel lainnya:

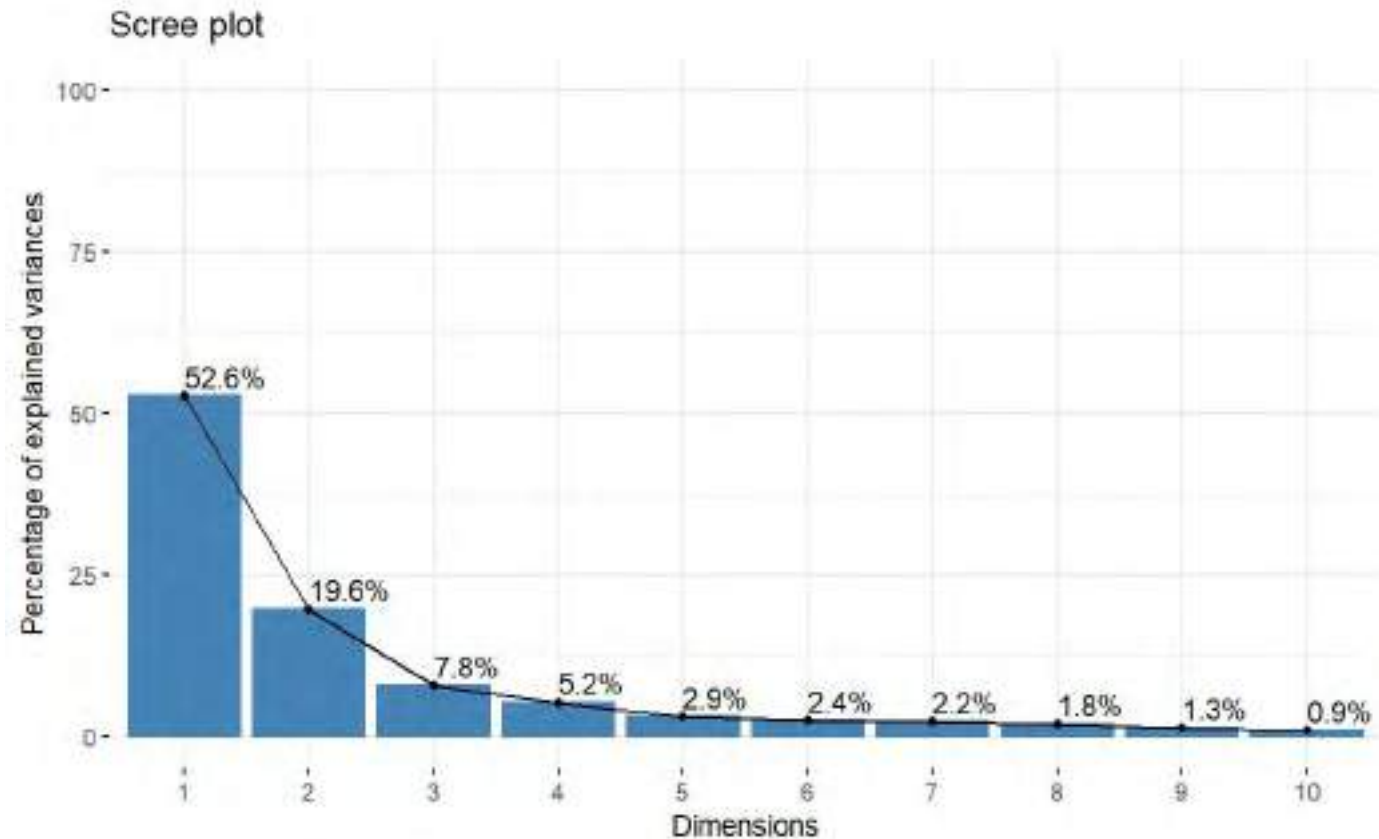
- Kepadatan penduduk
- UMK
- Jumlah industri besar dan sedang
- Persentase divaksin 1
- Persentase divaksin 2
- Persentase divaksin 3
- Persentase penduduk lulus pendidikan tinggi
- Persentase penduduk perkotaan
- Rata-rata pengeluaran per kapita
- Persentase keluarga penerima bansos
- PDRB
- Persentase penduduk miskin
- Tingkat pengangguran terbuka
- Total populasi
- Jumlah rsu
- Indeks pembangunan manusia

**Principal Component Analysis (PCA)** digunakan untuk mengatasi masalah variabel yang berkorelasi kuat (multikolinearitas)

# Principal Component Analysis (PCA)

Tujuan:

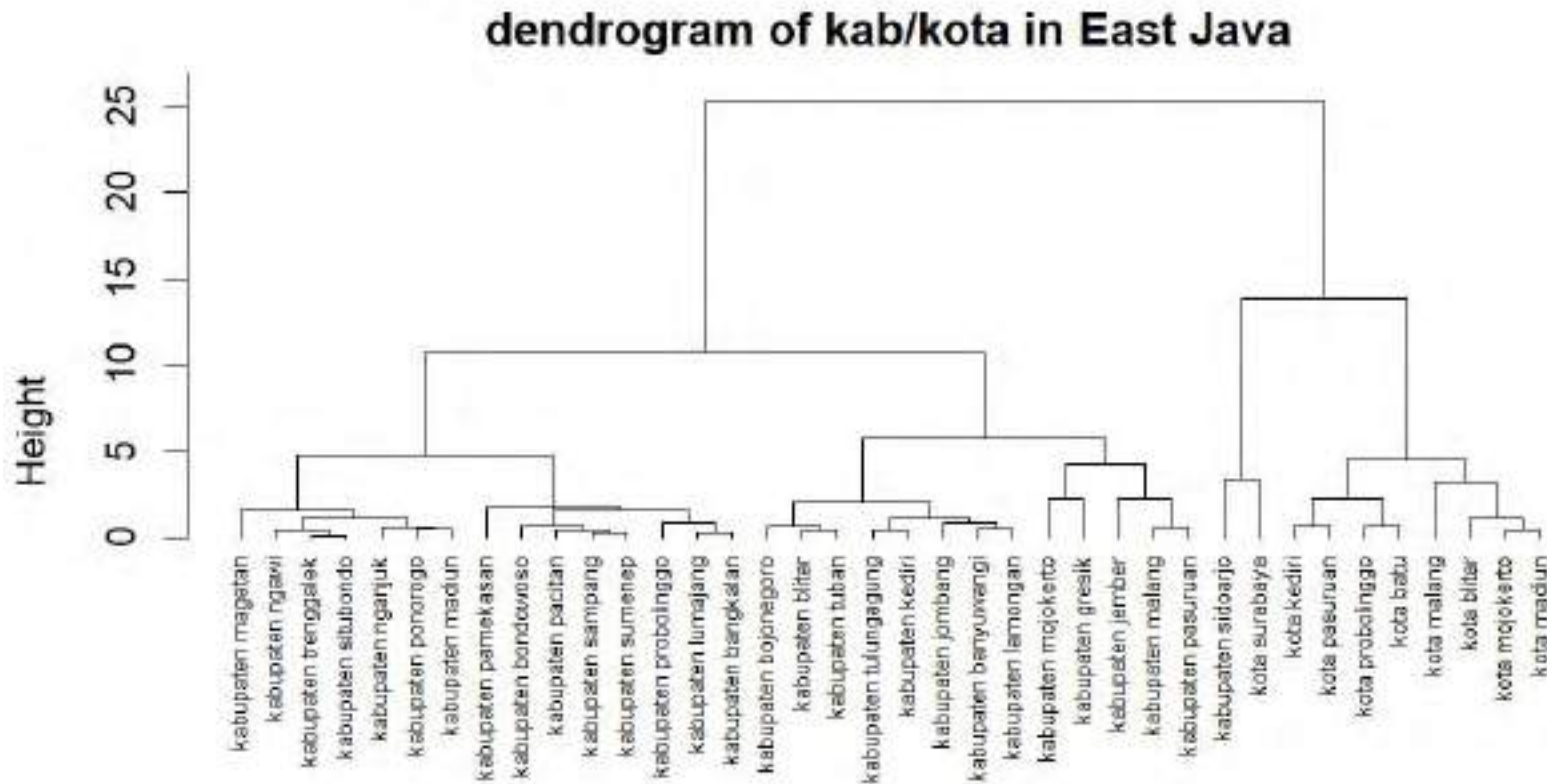
untuk menghilangkan multikolinearitas pada data sosial, ekonomi, demografi, dan vaksinasi



Gambar 11. Plot proporsi total ragam yang dapat dijelaskan oleh komponen utama (PC)

- Dari 20 principal component yang dihasilkan, hanya 2 principal component pertama yang akan digunakan.
- Secara kumulatif, PC1 dan PC2 dapat menjelaskan sekitar 72.2% informasi pada data.
- Dua principal component ini akan digunakan sebagai input untuk proses clustering.

# Analisis Cluster



- ❑ Metode: Agglomerative Hierarchical Clustering dengan pautan Ward's
- ❑ Metrik jarak: Euclidean Distance
- ❑ Koefisien cophenetic yang dihasilkan: 0.82
- ❑ Jumlah cluster yang dapat dibentuk 2-38

Gambar 12. Dendrogram hasil pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur menggunakan Hierarchical Clustering





# Kasus COVID-19 di Cluster 1



Gambar 14 Kasus positif COVID-19 per 100.000 penduduk di cluster 1

- Kasus COVID-19 per kapita tertinggi yaitu di Kabupaten Magetan
- Kasus terendah terdapat di Kabupaten Sampang
- Dibandingkan *cluster* lainnya *cluster* 1 memiliki rata-rata kasus COVID-19 terendah kedua setelah *cluster* 4





# Kasus COVID-19 di Cluster 2



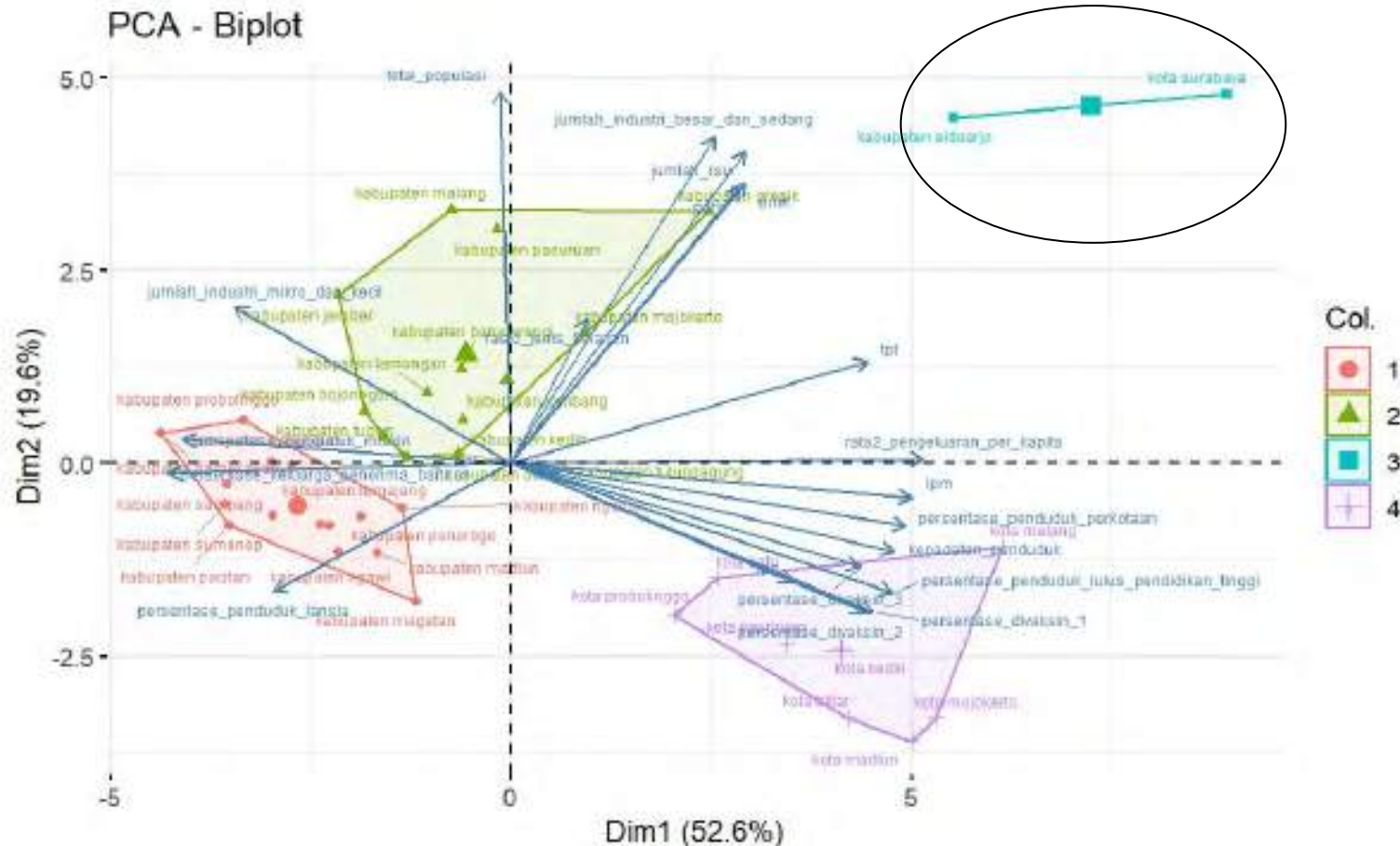
Gambar 16 Kasus positif COVID-19 per 100.000 penduduk di cluster 2

- Kasus COVID-19 per kapita paling tinggi terdapat di Kabupaten Gresik
- Kab. Gresik merupakan daerah dengan UMK, PDRB, dan jumlah industri besar paling tinggi di *cluster* ini.
- Kasus terendah terdapat di Kabupaten Lamongan





# Profil Cluster 3



Gambar 17 Biplot cluster pada principal component

- ❑ Kedua anggota *cluster* 3 berada di kuadran 1 dengan nilai PC yang sangat besar
- ❑ Daerah dengan perekonomian dan pembangunan manusia yang baik (PDRB: rata-rata pengeluaran per kapita, IPM, jumlah industri besar : tinggi)
- ❑ Memiliki total populasi dan kepadatan penduduk paling tinggi dibandingkan cluster lainnya.
- ❑ Persentase divaksin 1, divaksin 2, dan divaksin 3 merupakan yang tertinggi kedua setelah *cluster* 4.

- ❖ Daerah dengan penduduk dewasa dengan tingkat pendidikan tinggi dan pendapatan lebih baik memiliki penerimaan yang lebih besar terhadap vaksinasi (Lazarus *et al.* 2021)
- ❖ Daerah dengan jumlah penularan kasus COVID-19 yang lebih tinggi dan tingkat kematian yang lebih tinggi memperoleh akses prioritas ke vaksinasi dan jumlah dosis yang lebih tinggi, sehingga cakupan vaksinasi yang lebih baik (de Oliveira *et al.* 2021)

# Kasus COVID-19 di Cluster 3

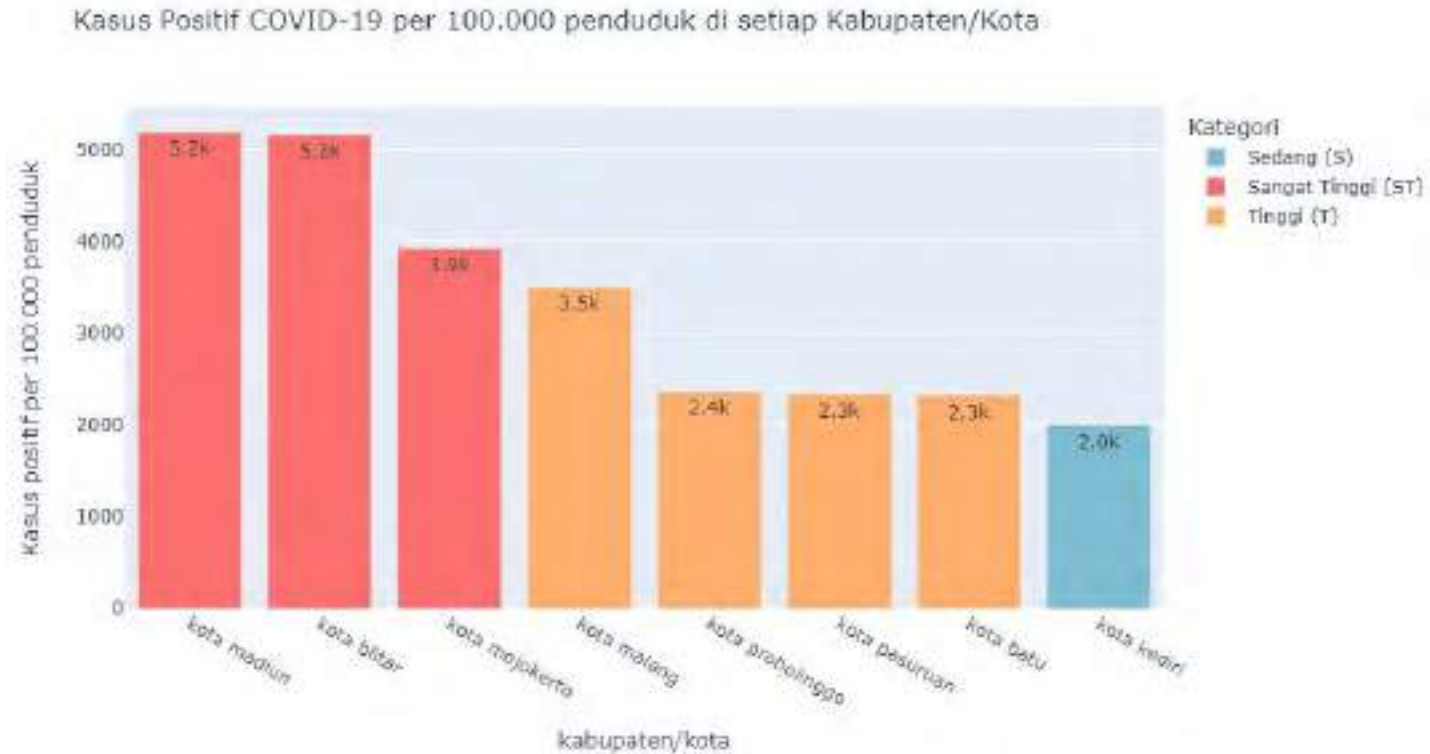


- Memiliki risiko penyebaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan *cluster* lainnya.
- Total populasi dan kepadatan penduduk yang tinggi berkaitan dengan tingginya penyebaran COVID-19. Tingkat pekerjaan yang lebih tinggi dan tingginya kepadatan penduduk berkorelasi positif dengan penyebaran infeksi, yang berkaitan dengan mobilitas penduduk dan keterpaparan mereka terhadap kontak sosial yang dekat (Buja et al. 2020).

Gambar 18 Kasus positif COVID-19 per 100.000 penduduk di cluster 3



# Kasus COVID-19 di Cluster 4

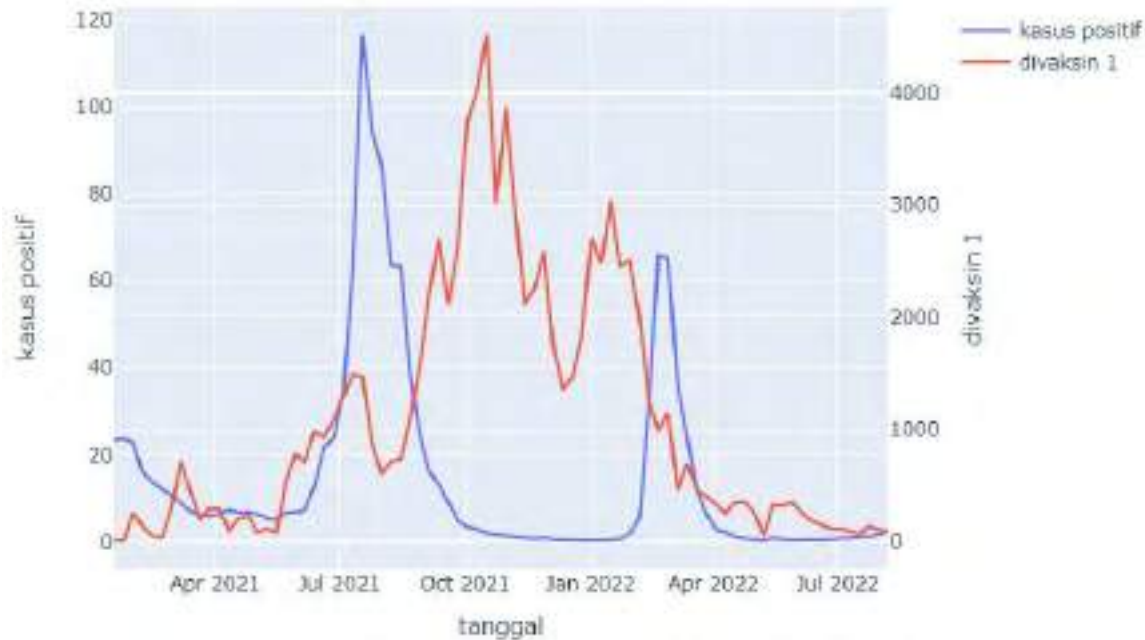


- Berdasarkan data kasus COVID-19 per kapita Sebagian besar anggota cluster 4 termasuk kategori tinggi hingga sangat tinggi.
- Kota Kediri satu-satunya yang termasuk kategori sedang

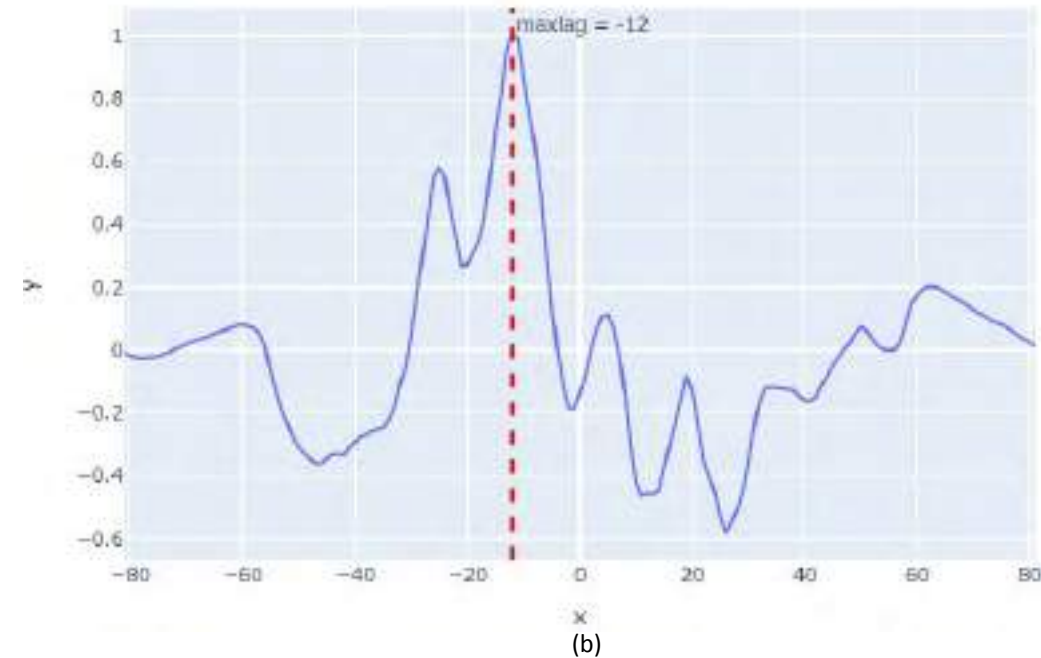
Gambar 20 Kasus positif COVID-19 per 100.000 penduduk di cluster 4



# Analisis Jeda Waktu Kasus COVID-19 dan Vaksinasi 1



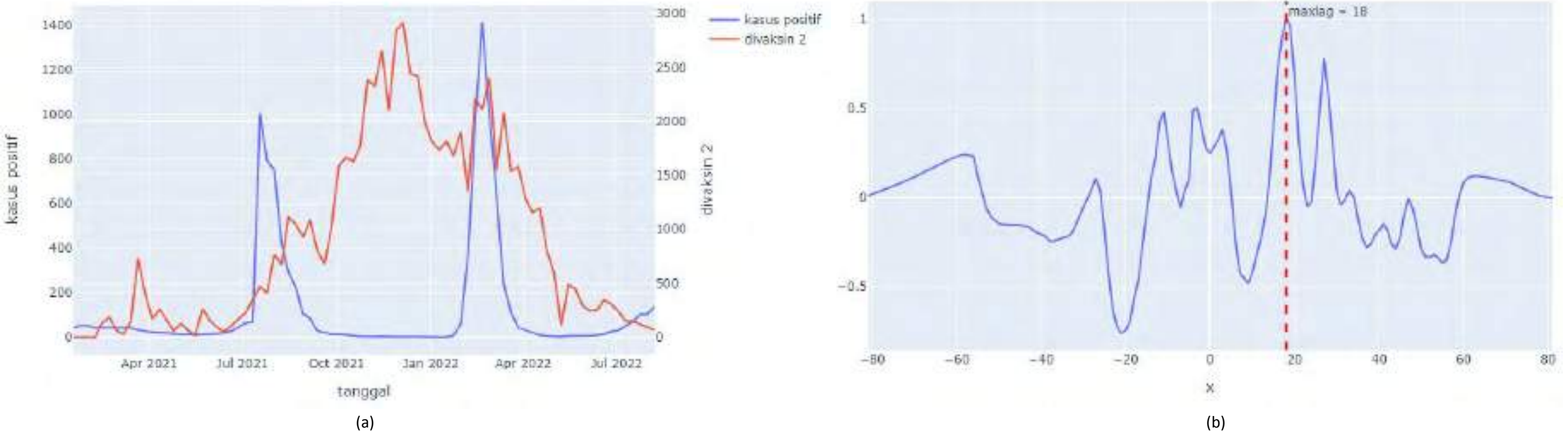
(a)



Gambar 21 (a) Plot mingguan kasus positif COVID-19 dan penduduk divaksin 1 di cluster 1  
(b) Plot nilai korelasi pada setiap jeda waktu antara data mingguan covid-19 dan vaksinasi 1 di cluster 1

- ❑ Di cluster 3 dan cluster 4 tren penduduk menerima vaksinasi pertama terjadi terlebih dahulu tanpa menunggu adanya tren COVID-19 (5 dan 23 minggu lebih dahulu)
- ❑ Sedangkan di cluster 1 dan cluster 2 tren COVID-19 terjadi terlebih dahulu sebelum tren penduduk divaksin 1 (9 -12 minggu lebih dahulu)

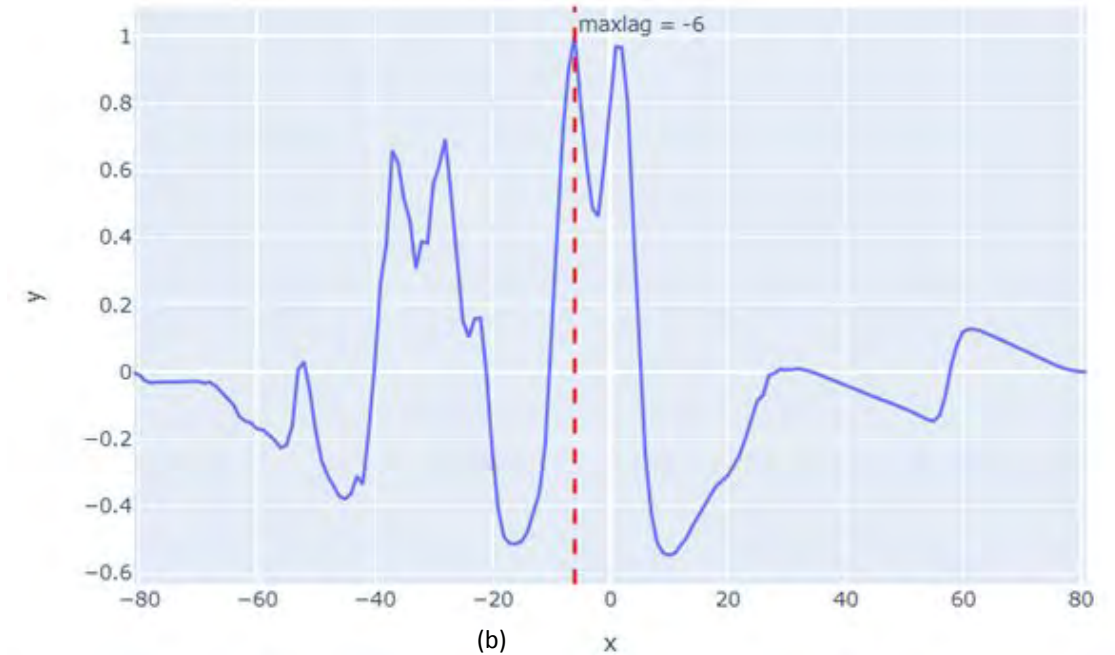
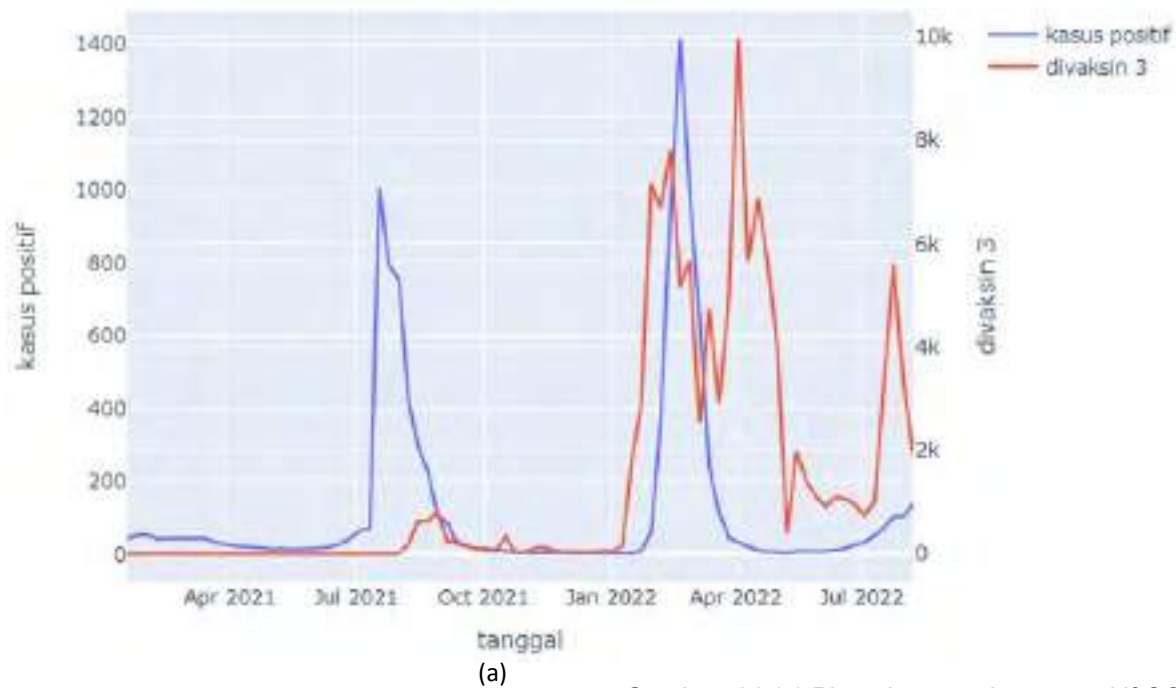
# Analisis Jeda Waktu Kasus COVID-19 dan Vaksinasi 2



Gambar 21 (a) Plot mingguan kasus positif COVID-19 dan penduduk divaksin 1 di cluster 3  
(b) Plot nilai korelasi pada setiap jeda waktu antara data mingguan covid-19 dan vaksinasi 1 di *cluster 3*

- ❑ Di cluster 1,2, dan 4 tren COVID-19 terjadi terlebih dahulu sebelum tren vaksinasi kedua yaitu 17, 15, dan 8 minggu secara berurutan untuk setiap cluster
- ❑ Di cluster 3 tren vaksinasi 2 terjadi terlebih dahulu 18 minggu sebelum tren COVID-19

# Analisis Jeda Waktu Kasus COVID-19 dan Vaksinasi 3

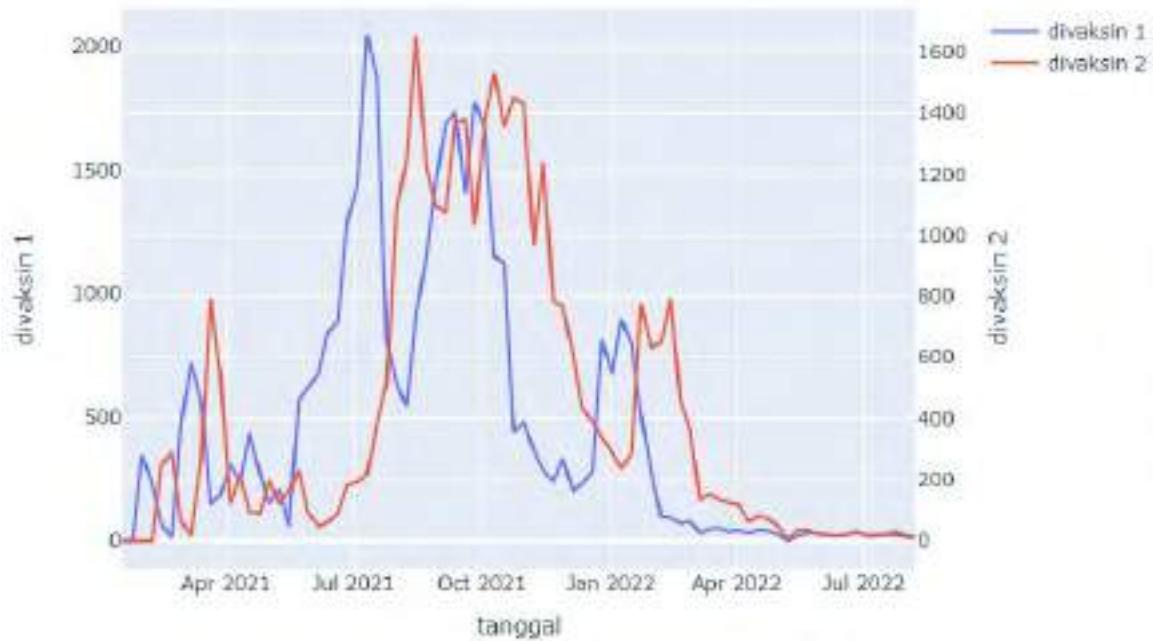


Gambar 21 (a) Plot mingguan kasus positif COVID-19 dan penduduk divaksin 1 di cluster 3  
(b) Plot nilai korelasi pada setiap jeda waktu antara data mingguan covid-19 dan vaksinasi 1 di cluster 3

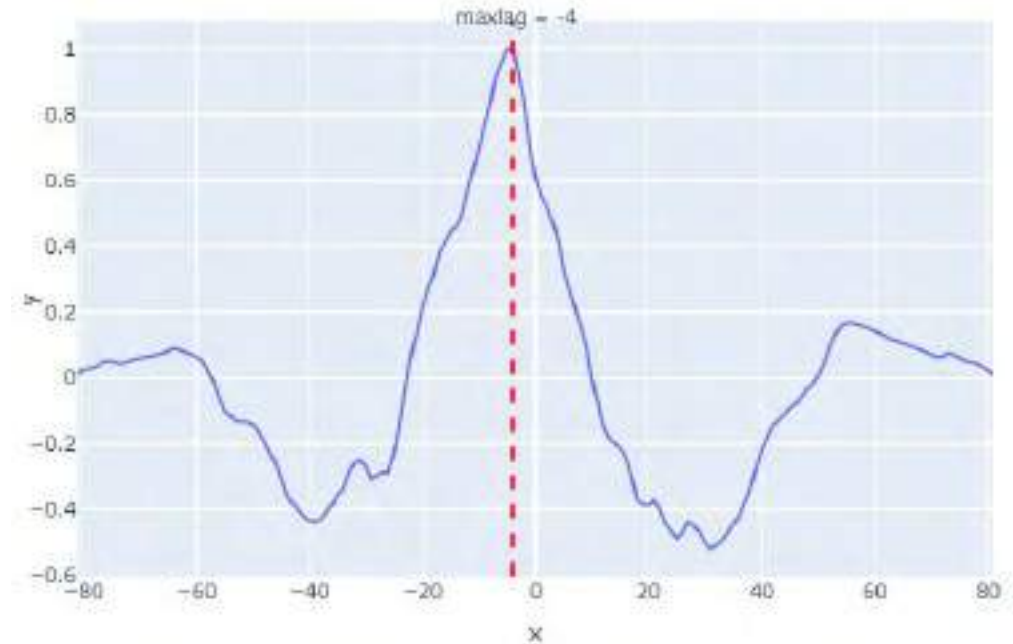
- ❑ Di setiap cluster tren COVID-19 terjadi terlebih dahulu sebelum tren vaksinasi 3
- ❑ Secara berurut di cluster 1, cluster 2, cluster 3, dan cluster 4 tren Covid-19 terjadi 39, 37, 6, dan 35 minggu sebelum tren vaksinasi 3



# Analisis Jeda Waktu Data Vaksinasi 1 dan Vaksinasi 2



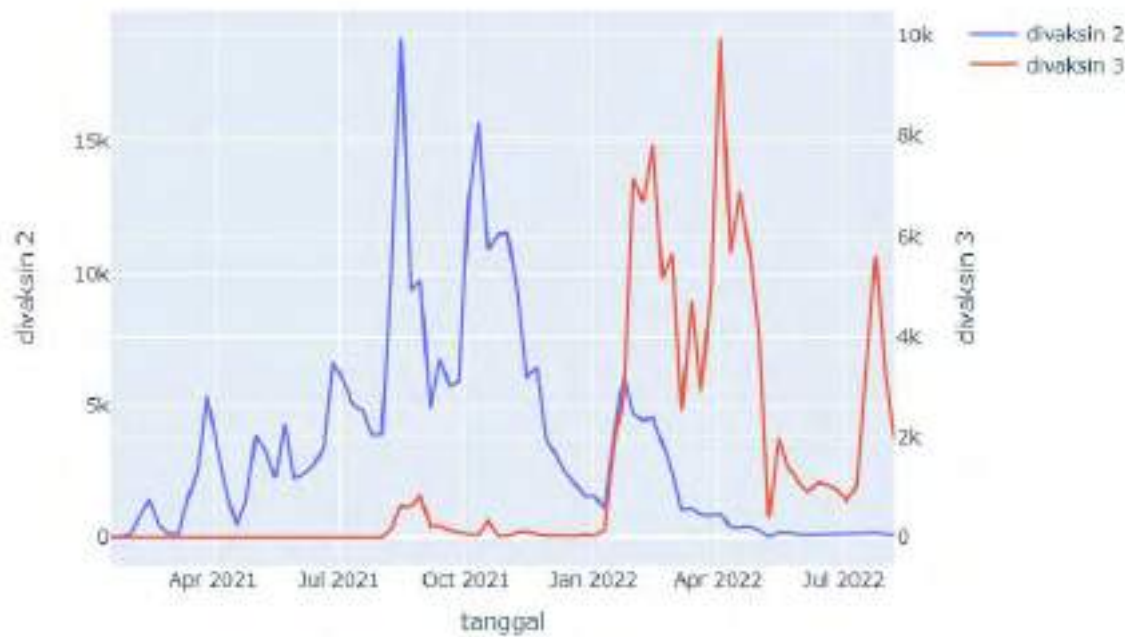
(a) Gambar 22 (a) Plot mingguan jumlah penduduk divaksin 1 dan divaksin 2 di cluster 4



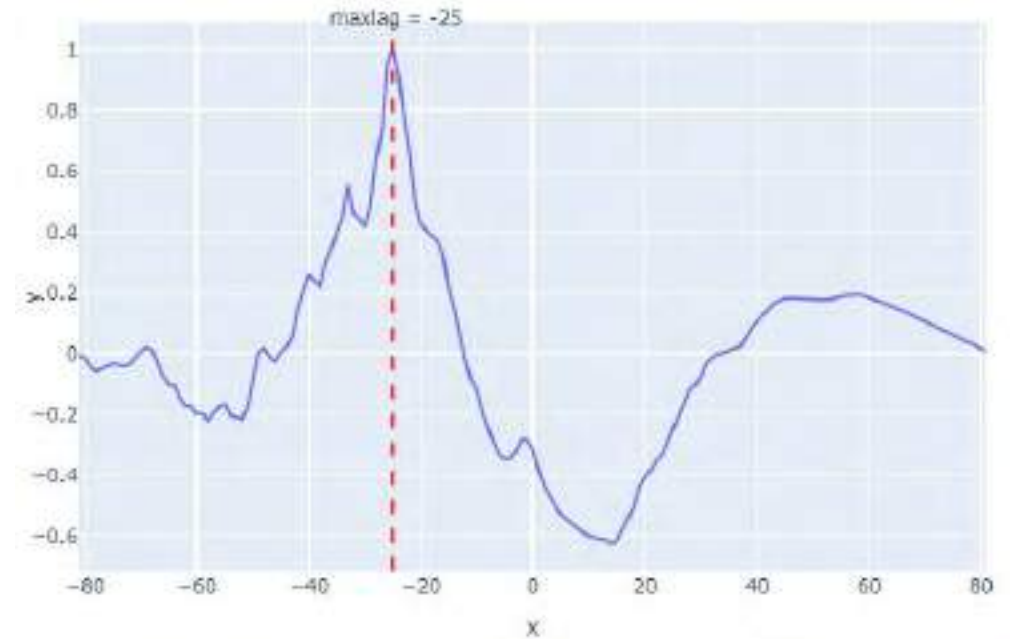
(b) Plot nilai korelasi pada setiap jeda waktu antara data vaksinasi 1 dan vaksinasi 2 di cluster 4

- ❑ Di setiap cluster tren vaksinasi 2 terjadi 4-6 minggu setelah tren vaksinasi 1
- ❑ Berdasarkan peraturan MENKES, jeda waktu pemberian antara vaksin dosis pertama dengan dosis kedua pada beberapa jenis vaksin antara 21 – 28 hari atau setara dengan 3 – 4 minggu.
- ❑ Jeda waktu di cluster empat yang paling sesuai dengan anjuran MENKES yaitu 4 minggu

# Analisis Jeda Waktu Data Vaksinasi 2 dan Vaksinasi 3



(a)



(b)

Gambar 23 (a) Plot mingguan jumlah penduduk divaksin 2 dan divaksin 3 di cluster 3  
(b) Plot nilai korelasi pada setiap jeda waktu antara data vaksinasi 2 dan vaksinasi 3 di cluster 3

- Di setiap cluster tren vaksinasi 3 terjadi 20 - 25 minggu setelah vaksinasi 2
- Berdasarkan peraturan MENKES vaksin dosis booster (dosis ketiga) dapat diberikan minimal tiga bulan atau setara dengan 12 minggu setelah mendapatkan vaksin primer dosis lengkap

# Prediksi Kasus Positif COVID-19 Dengan Mempertimbangkan Data Vaksinasi Menggunakan FBProphet

Tabel 1 Nilai MAPE pada empat kombinasi model

Cluster	Galat (MAPE) pada model			
	Additive seasonality and regressor	Additive seasonality and multiplicative regressor	Multiplicative seasonality and additive regressor	Multiplicative seasonality and regressor
1	0,901	<b>0,765*</b>	0,922	0,776
2	1,057	<b>1,048*</b>	1,054	1,068
3	1,202	<b>1,200*</b>	1,215	1,207
4	1,047	<b>0,763*</b>	1,049	0,784

\*model dengan galat terkecil

- Model additive seasonality dan multiplicative regressor memiliki nilai galat paling kecil di semua cluster
- Sehingga persamaan akhir dari model yang digunakan mengikuti persamaan (1)

$$y(t)_i = g(t)_i * [1 + X(t)_i \beta_i] + s(t)_i + h(t)_i + \epsilon_i \quad (1)$$

dengan:

$i$  adalah indeks cluster,  $g(t)$  adalah komponent tren,  $h(t)$  adalah komponen holiday,  $s(t)$  adalah komponen seasonality  $X(t)\beta$  adalah komponen regressor, dan  $\epsilon_t$  adalah error

# Hyperparameter Tuning

Tabel 2 Nilai parameter terbaik untuk setiap cluster

Cluster	Changepoint prior scale	Seasonality prior scale	Changepoint prior scale	MAPE
1	0,5	0,5	0,9	0,0895
2	0,5	5	0,95	0,0914
3	0,5	5	0,9	0,1310
4	0,5	1	0,9	0,0930

- Cluster 2 dan cluster 3 dengan jumlah kasus harian COVID-19 yang lebih tinggi membutuhkan nilai seasonality prior scale yang lebih besar, sedangkan nilai holidays prior scale nya lebih kecil

Tabel 3 Nilai koefisien regressor

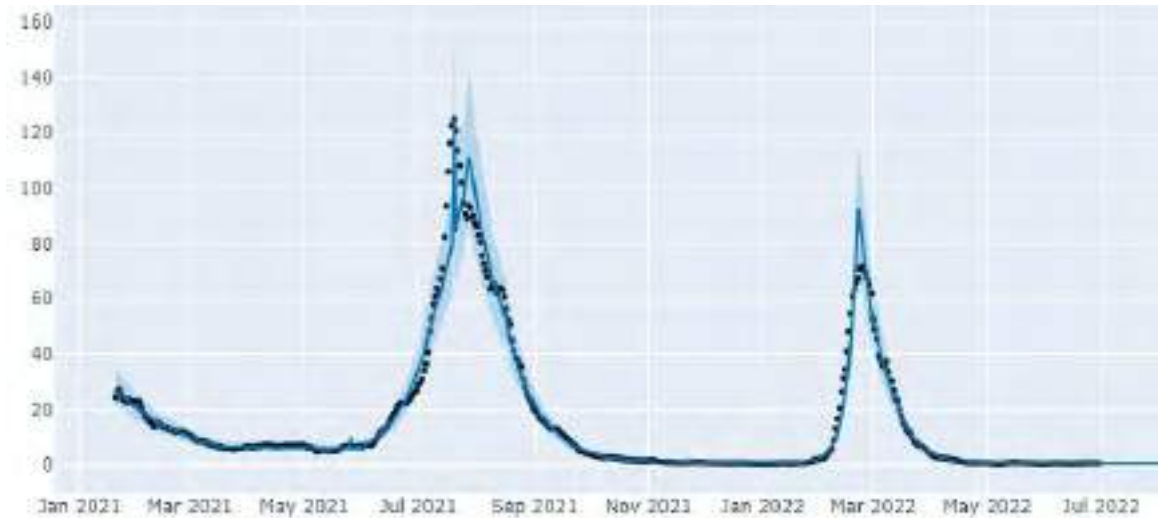
Cluster	Nilai koefisien regressor (r)		
	Divaksin 1	Divaksin 2	Divaksin 3
1	0.000001	<b>0.000011*</b>	-0.000031
2	-0.000009	<b>0.000048*</b>	-0.000030
3	-0.000003	-0.000002	<b>0.000016*</b>
4	0.000057	<b>0.000130*</b>	-0.000094

\*memiliki pengaruh paling besar

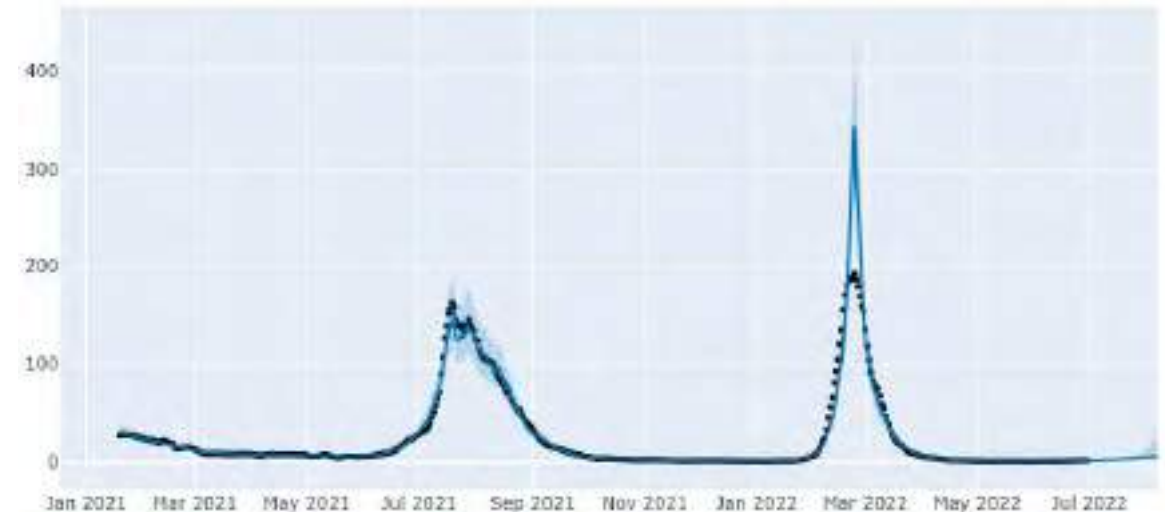
- Di cluster 1, cluster 2, dan cluster 4, regressor **divaksin 2** memiliki pengaruh paling besar terhadap kenaikan jumlah kasus covid-19
- Sedangkan di cluster 3, regressor **divaksin 3** memiliki pengaruh lebih besar

Pengaruh regressor terhadap hasil prediksi (kasus positif COVID-19) yaitu sebesar trend (t) \* koefisien regressor

# Hasil Prediksi Menggunakan Parameter Terbaik



(a)

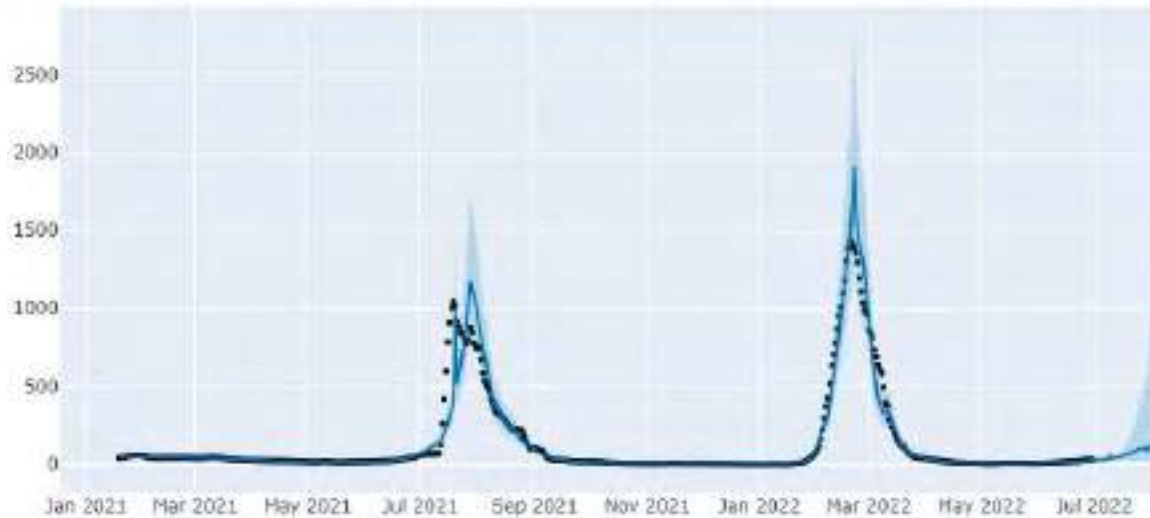


(b)

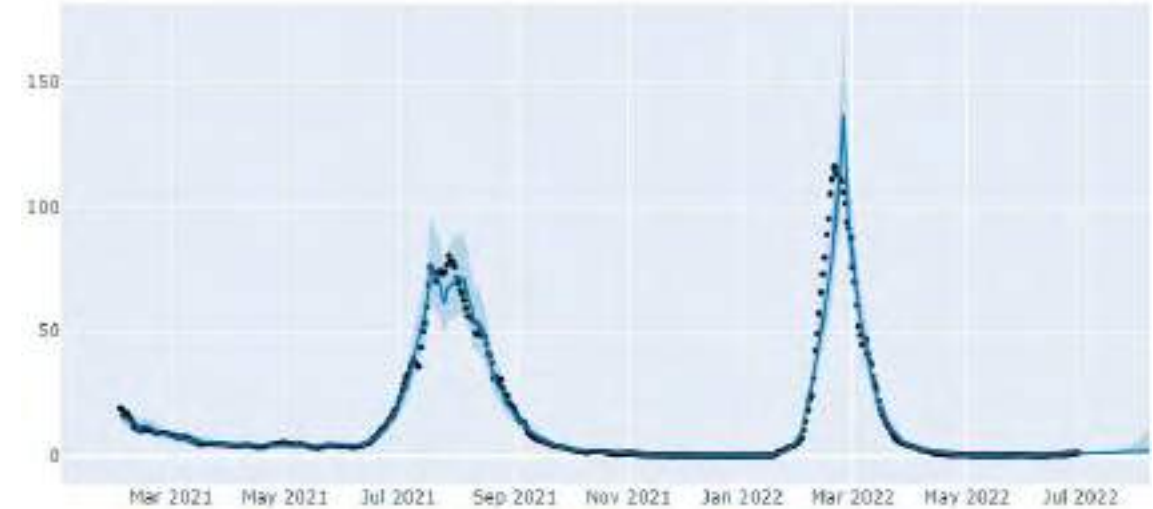
Gambar 24 Plot hasil prediksi menggunakan FBProphet di (a) cluster 1 (b) cluster 2

- Pada cluster 1 dan cluster 2 diperkirakan tidak terjadi kenaikan kasus positif COVID-19 pada bulan Juli 2022
- Model pada kedua cluster memprediksi kenaikan lebih tinggi dari actual pada gelombang kedua COVID-19 (Februari – April 2022)
- Prediksi di cluster 2 memiliki noise yang lebih besar, yang ditunjukkan dengan nilai prediksi upper and lower nya yang lebih besar.

# Hasil Prediksi (*lanjutan*)



(a)



(b)

Gambar 25 Plot hasil prediksi menggunakan FBProphet di (a) cluster 3 (b) cluster 4

- ❑ Di cluster 3 diperkirakan terjadi kenaikan kasus positif COVID-19 pada bulan Juli 2022, sedangkan di cluster 4 diperkirakan tidak terjadi kenaikan kasus positif COVID-19.
- ❑ Model pada kedua cluster memprediksi kenaikan lebih tinggi dari actual pada gelombang kedua COVID-19 (Februari – April 2022)
- ❑ Prediksi di cluster 3 memiliki noise yang lebih besar, yang ditunjukkan dengan nilai prediksi upper and lower nya yang cukup besar.



# KESIMPULAN DAN SARAN





# Kesimpulan

- ❑ *Agglomerative hierarchical clustering* telah membagi 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur menjadi empat kelompok berdasarkan data sosial, ekonomi, demografi, dan vaksinasi COVID-19.
- ❑ Persentase penduduk yang sudah menerima vaksinasi COVID-19 ditemukan lebih tinggi pada daerah dengan nilai yang tinggi pada variabel: persentase penduduk perkotaan, rata-rata pengeluaran per kapita, indeks pembangunan manusia, persentase penduduk lulus pendidikan tinggi, kepadatan penduduk, serta indeks pembangunan gender, dan memiliki nilai yang rendah pada variabel: persentase penduduk miskin, persentase penduduk lansia, dan persentase keluarga penerima bantuan sosial dan pangan.
- ❑ Berdasarkan kasus kumulatif COVID-19 per 100.000 penduduk, daerah perkotaan dengan kepadatan penduduk, persentase penduduk yang lulus pendidikan tinggi, dan pengeluaran per kapita yang tinggi memiliki penyebaran kasus positif yang lebih tinggi.
- ❑ Di *cluster 1* dan *cluster 2* terjadi tren kasus COVID-19 terlebih dahulu sebelum tren vaksinasi pertama. Sedangkan di *cluster 3* dan *cluster 4* tren vaksinasi pertama terjadi terlebih dahulu sebelum adanya tren kasus positif COVID-19. Di setiap *cluster*, Jeda waktu pelaksanaan vaksinasi kedua dan vaksinasi pertama terjadi sekitar 4-6 minggu. Sedangkan jeda waktu antara vaksinasi kedua dengan vaksinasi ketiga terjadi sekitar 20-25 minggu.
- ❑ Model prediksi FBProphet dengan parameter terbaik di setiap *cluster* memiliki nilai MAPE yang berkisar diantara 8,93% hingga 13,08%.
- ❑ Berdasarkan hasil analisis penambahan kasus positif COVID-19 mengalami kenaikan signifikan di *cluster 3*, sedangkan di *cluster* lainnya menunjukkan tren kasus harian yang tetap. Namun, tetap perlu diwaspadai adanya kemungkinan kenaikan kasus positif di *cluster* lainnya.



Sumber ilustrasi: <https://storyset.com/>

# Saran

- ❑ Penelitian berikutnya dapat meningkatkan kualitas model prediksi COVID-19 dengan mempertimbangkan berbagai faktor lainnya, seperti efek mutasi virus COVID-19 dan faktor pergerakan atau mobilitas manusia.
- ❑ Selain itu, akan lebih baik jika model prediksi yang dikembangkan dapat terintegrasi dengan data *real time*, sehingga prediksi COVID-19 yang dihasilkan langsung dapat diimplementasikan sebagai peringatan dini terhadap kondisi COVID-19 di suatu wilayah.



Sumber ilustrasi: <https://storyset.com/>



# DAFTAR PUSTAKA



# Daftar Pustaka

- Bayati M, Noroozi R, Ghanbari-Jahromi M, Jalali FS. 2022. Inequality in the distribution of Covid-19 vaccine: a systematic review. *Int J Equity Health*. 21(1):1–9. doi:10.1186/s12939-022-01729-x.
- Dhalaria P, Arora H, Singh AK, Mathur M, Ajai KS. 2022. COVID-19 Vaccine Hesitancy and Vaccination Coverage in India: An Exploratory Analysis. *Vaccines*. 10(5). doi:10.3390/vaccines10050739.
- Excler JL, Saville M, Berkley S, Kim JH. 2021. Vaccine development for emerging infectious diseases. *Nat Med*. 27(4):591–600. doi:10.1038/s41591-021-01301-0.
- Gertz A, Rader B, Sewalk K, Brownstein JS. 2022. Emerging Socioeconomic Disparities in COVID-19 Vaccine Second-Dose Completion Rates in the United States. *Vaccines*. 10(1). doi:10.3390/vaccines10010121.
- Jabessa D, Bekele F. 2022. Willingness to receive the COVID-19 vaccine and associated factors among residents of Southwestern Ethiopia: A cross-sectional study. *Patient Prefer Adherence*. 16 May:1177–1185. doi:10.2147/PPA.S362264.
- Montgomery DC, Jennings CL, Kulahci M. 2015. *Introduction Time Series Analysis and Forecasting*. Ed ke-2. New Jersey (US): John Wiley & Sons.
- de Oliveira BRB, da Penha Sobral AIG, Marinho MLM, Sobral MFF, de Souza Melo A, Duarte GB. 2021. Determinants of access to the SARS-CoV-2 vaccine: a preliminary approach. *Int J Equity Health*. 20(1):1–11. doi:10.1186/s12939-021-01520-4.
- Roghani A. 2021. The relationship between macro-socioeconomics determinants and COVID-19 vaccine distribution. *AIMS Public Heal*. 8(4):655–664. doi:10.3934/publichealth.2021052.
- Satuan Tugas Penanganan COVID-19 Indonesia. 2022. Peta Sebaran COVID-19. [diakses 2022 Nov 11]. <https://covid19.go.id/peta-sebaran>.
- Shrestha N. 2020. Detecting Multicollinearity in Regression Analysis. *Am J Appl Math Stat*. 8(2):39–42. doi:10.12691/ajams-8-2-1.
- Soares P, Rocha JV, Moniz M, Gama A, Laires PA, Pedro AR, Dias S, Leite A, Nunes C. 2021. Factors associated with COVID-19 vaccine hesitancy. *Vaccines*. 9(3):1–14. doi:10.3390/vaccines9030300.
- WHO. 2022. Global COVID-19 Vaccination Strategy in a Changing World: July 2022 update. *Glob COVID-19 Vaccin Strateg a Chang World July 2022 Updat*. July. <https://www.who.int/publications/m/item/global-covid-19-vaccination-strategy-in-a-changing-world--july-2022-update>.
- World Health Organization. 2022. Strategy to Achieve Global Covid-19 Vaccination by mid-2022. *Who.*, siap terbit.
- Yoshikawa Y, Kawachi I. 2021. Association of Socioeconomic Characteristics with Disparities in COVID-19 Outcomes in Japan. *JAMA Netw Open*. 4(7):1–13. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.17060.



# Thank you



**Department of Computer Science**  
**FMIPA-IPB Kampus Darmaga**  
**Jl. Meranti Wing 20 Level V, Bogor, Indonesia**  
**Phone/Fax: +62 251 8625584**  
**<http://cs.ipb.ac.id/>**