



# Analisis Quantile Regression dalam Kasus COVID-19 di Indonesia

Refianto Kahfi<sup>1</sup>, Naufal Ammar, Ramadhani Dael, Yoseph Yonathan, Daniel Edwin, Abdan Mulkan Shabir, Resa Septiani Pontoh.  
Universitas Padjadjaran  
refianto18001@mail.unpad.ac.id

## Abstract

**Abstrak.** Wabah penyakit coronavirus 2019 (COVID-19) saat ini adalah keadaan darurat di seluruh dunia, karena penyebarannya yang cepat dan tingkat kematian yang tinggi telah menyebabkan gangguan pada kesehatan yang cukup parah. Di Indonesia sendiri tercatat sampai tanggal 28 September 2021 terdapat total kasus 4.211.460 kasus terkonfirmasi dan 141.709 meninggal karena virus COVID-19. Untuk pencegahan bertambahnya angka kematian akibat dari COVID-19 dilakukan vaksinasi yang berguna untuk kekebalan spesifik terhadap penyakit COVID-19. Yang dimana vaksinasi sendiri adalah pemberian produk biologis yang mengandung unsur antigen berupa virus yang sudah mati atau dilemahkan dan berupa toksin mikroorganisme yang telah diolah, yang ditambahkan dengan zat lainnya. Untuk di Indonesia sendiri sampai tanggal 28 September 2021 terdapat total 89.822.987 orang yang sudah vaksinasi pertama dan 50.412.993 orang yang sudah sampai tahap vaksinasi kedua. Sehingga peneliti ingin melakukan Pemodelan terhadap kasus COVID-19 di Indonesia. Penelitian ini menggunakan data *incidence rate* kasus COVID-19, kepadatan penduduk, dan persentase total vaksinasi di masing-masing provinsi Indonesia dan menggunakan metode Regresi Kuantil. Selanjutnya, ingin dibuat pola atau pattern yang menunjukkan pengaruh faktor-faktor penyebab *incidence rate* COVID-19 terhadap kejadian IR COVID-19 kedalam tiga kelompok yaitu rendah, sedang, dan tinggi maka akan digunakan dua level kuantil yaitu kuantil ke-0.33 dan ke-0.67. Pengklasifikasian tersebut dilakukan dengan tujuan agar diketahui pada angka berapa *incidence rate* COVID-19 dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya tersebut berada pada tingkatan yang tinggi agar memperkuat pengambilan kebijakan dalam menangani kasus COVID-19 di Indonesia.

*Kata kunci:* COVID-19, Vaksinasi, Regresi

## I. PENDAHULUAN

Wabah penyakit coronavirus 2019 (COVID-19) saat ini adalah keadaan darurat di seluruh dunia, karena penyebarannya yang cepat dan tingkat kematian yang tinggi telah menyebabkan gangguan pada kesehatan yang cukup parah. Jumlah orang yang terinfeksi dengan sindrom pernafasan akut parah coronavirus 2 (SARS-CoV-2) dan agen penyebab COVID-19 meningkat pesat di seluruh dunia [11].

Coronavirus adalah virus RNA besar berantai tunggal positif yang terselubung yang menginfeksi manusia, tetapi juga berbagai macam hewan. Coronavirus pertama kali dideskripsikan pada tahun 1966 oleh Tyrell dan Bynoe, yang membudidayakan virus dari pasien flu biasa. Berdasarkan morfologinya sebagai virion bulat dengan cangkang inti dan proyeksi permukaan menyerupai korona matahari, mereka disebut coronavirus [9].

Kepadatan penduduk dan vaksinasi sendiri memiliki pengaruh terhadap penyebaran COVID-19. Kepadatan penduduk adalah perbandingan antara jumlah penduduk dan luas wilayah tersebut [8]. Kualitas hidup penduduk sendiri dapat dipengaruhi dari kepadatan penduduknya. Pada daerah yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi, usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas hidup pun akan jauh lebih sulit. Daerah yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi akan menyebabkan transmisi penyakit menular lebih cepat dengan rantai penyebaran yang lebih kompak dan kompleks [2]. Vaksinasi sendiri adalah pemberian produk biologis yang mengandung unsur antigen





berupa virus yang sudah mati atau dilemahkan dan berupa toksin mikroorganisme yang telah diolah, yang ditambahkan dengan zat lainnya [7].

Pandemi ini merupakan masalah yang sedang dihadapi 200 negara lebih. Corona sendiri merupakan penyakit yang berasal dari Wuhan. Tercatat pada 31 Maret 2020 sebanyak 719.758 kasus yang di konfirmasi di seluruh dunia dan 33.673 diantaranya meninggal dunia [10].

Indonesia adalah negara terpadat keempat di dunia, dengan demikian diperkirakan akan lebih mudah tersebarnya penyakit COVID-19. Ketika virus corona baru SARS-CoV 2 melanda China paling parah selama bulan Desember 2019 sampai dengan Februari 2020, Indonesia melaporkan tidak ada kasus infeksi sama sekali. Baru pada 2 Maret 2020, Presiden Joko Widodo melaporkan dua kasus infeksi COVID-19 terkonfirmasi pertama di Indonesia [3]. Tercatat pada tanggal 28 September 2021 terdapat total kasus 4.211.460 kasus terkonfirmasi dan 141.709 meninggal karena virus COVID-19 [6]. Untuk mengidentifikasi masalah COVID-19 dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya dilihat dari berbagai level kuantil dan bersifat kekar terhadap outlier.

## II. METODE PENELITIAN

Regresi kuantil merupakan teknik regresi yang menjelaskan hubungan variabel respon dan variabel prediktor dalam berbagai level kuantil. Dalam metode ini, akan diperoleh informasi lebih banyak mengenai hubungan antar variabel dependen dan variabel independen melalui penggunaan nilai kuantil yang dinotasikan dengan  $\tau \in [0,1]$  [1].

Pendekatan regresi kuantil ini menduga berbagai fungsi kuantil berdistribusi Y sebagai fungsi dari X. Distribusi dari suatu variabel acak yang dijelaskan dengan menggunakan cumulative distribution function (CDF) yang dinotasikan dengan  $F_Y(y)$ . Untuk suatu variabel acak Y [4], bahwa nilai probabilitas Y akan bernilai lebih kecil atau sama dengan suatu nilai yang diberikan. Definisi CDF dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F_Y(y) = P(Y \leq y) = \tau$$

Fungsi kuantil ke- $\tau$  dari suatu distribusi Y didefinisikan  $q\tau(Y)$ , dan kuantil merupakan invers dari CDF yang dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$q\tau(Y) = F_Y^{-1}(\tau)$$

Fungsi kuantil bersifat monoton naik dari bawah kiri menyerupai CDF, namun kurva yang kedua akan saling berkebalikan. Fungsi kuantil ke-  $\tau$  dari suatu distribusi Y adalah sebagai berikut:

$$q\tau(Y) = \inf\{y: F_Y(y) \geq \tau\} = F_Y^{-1}(\tau) \quad (2.3)$$

Dengan  $\inf(-)$  adalah fungsi minimum. Fungsi  $F_Y(\cdot)$  dapat diganti dengan  $F_n(y)$  dan  $F_Y^{-1}(\tau)$  dapat diperoleh dengan meminumkan

$$q\tau(Y) = \operatorname{argmin}_E [q\tau(Y - C)]$$

dimana c merupakan nilai dari kuantil ke-  $\tau$  dan  $q\tau(\cdot)$  sebagai check-function. Misalkan  $e = y - \hat{y}$  merupakan residual pada model regresi OLS, maka fungsi  $q\tau(\cdot)$  dapat didefinisikan sebagai berikut:





$$\rho_{\tau}(e) = \begin{cases} \tau e & \text{jika } e > 0 \\ (1 - \tau)e & \text{jika } e < 0 \\ 0 & \text{jika } e = 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

Pada persamaan (2.1), diasumsikan  $E(\varepsilon) = 0$ , maka  $E(X) = X\beta$ , sementara dalam regresi kuantil diasumsikan  $q_{\tau}(\varepsilon) = 0$ , sehingga dituliskan:

$$q_{\tau}(X) = X\beta_{\tau} \quad (2.5)$$

Koefisien  $\beta$  pada persamaan (2.5) dapat diestimasi dengan meminumkan quantile objective functions sebagai berikut:

$$q_{\tau}(X) = X\beta_{\tau} \quad (2.6)$$

dengan  $\sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y_i - X_i^T \beta)$  merupakan L1 – loss function dengan  $e$  sebagai kekeliruan.

Namun karena quantile objective function bersifat non-differentiable, maka analisis regresi kuantil, hanya dapat menjelaskan model regresi dalam berbagai level risiko tanpa memperhatikan efek spasial, sehingga analisis regresi kuantil tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian ini.

### III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Regresi kuantil digunakan berdasarkan identifikasi data awal yang menunjukkan adanya pencilan dan kemudian melakukan pengklasifikasian terhadap variabel dependen dengan variabel independennya [5].

#### 3.1 Estimasi Parameter Model Regresi Kuantil

Regresi kuantil dapat digunakan berbagai level kuantil sehingga diperoleh garis regresi sebanyak kuantil yang dibutuhkan. Pada penelitian ini, ingin dibuat pola atau pattern dari persentasi *incidence rate* COVID-19 dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya kedalam tiga kelompok yaitu rendah, sedang, dan tinggi maka akan digunakan dua level kuantil yaitu kuantil ke-0.33 dan ke-0.67.

**Tabel 1** Estimasi Parameter Regresi Kuantil pada Level Kuantil 33% dan level kuantil 67%

| Variabel         | Kuantil  |                |           |                |
|------------------|----------|----------------|-----------|----------------|
|                  | 33%      |                | 67%       |                |
|                  | Nilai    | <i>p-value</i> | Nilai     | <i>p-value</i> |
| <i>Intercept</i> | 13.16004 | 0.73322        | -11.97599 | 0.9326         |
| X1               | 2.8969   | 0.23350        | 7.54624   | 0.0152         |
| X2               | 0.0331   | 0.01605        | 0.00733   | 0.9803         |





Dari hasil Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa pada level kuantil ke-0.33 terdapat satu variabel yang signifikan, yaitu variabel kepadatan penduduk. Lalu, pada level kuantil ke-0.67 variabel yang signifikan terdapat pada variabel persentase vaksinasi COVID-19. Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan hasil signifikansi dari beberapa level kuantil yang sudah digunakan, dalam penelitian ini kedua variabel tetap akan digunakan.

Model regresi kuantil yang terbentuk menurut nilai kuantil yang telah ditentukan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$q_{0,33}(Y | X) = 13.16004 + 2.8969X_1 + 0.0331X_2$$

$$q_{0,67}(Y | X) = -11.97599 + 7.54624X_1 + 0.00733X_2$$

Setelah diperoleh model regresi kuantil tersebut, selanjutnya dapat dilakukan estimasi nilai *incidence rate* COVID-19 berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya

### 3.2 Estimasi Koefisien Model Regresi Kuantil

Dalam regresi kuantil bersyarat akan melibatkan variabel respon yang bergantung terhadap variabel prediktor dengan menggunakan beberapa level kuantil yang nantinya akan menghasilkan garis regresi sebanyak yang dibutuhkan. Pada penelitian ini ingin membuat pola atau pattern dari *incidence rate* COVID-19 terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya ke dalam tiga kelompok yaitu kelompok rendah, sedang, dan tinggi maka pada penelitian ini digunakan dua level kuantil yaitu level kuantil ke-0.33 dan level kuantil ke-0.67. Tabel 2 menunjukkan nilai estimasi dari tingkat *incidence rate* COVID-19 terhadap masing-masing faktor yang mempengaruhinya untuk setiap level kuantilnya.

**Tabel 2.** Nilai estimasi kuantil dari *incidence rate* COVID-19 bersyarat rate vaksinasi daerah dan tingkat kepadatan penduduk pada level kuantil ke-0.33 dan level kuantil ke-0.67.

| No  | Vaksinasi     |          | Kepadatan Penduduk |          |
|-----|---------------|----------|--------------------|----------|
|     | 33%           | 67%      | 33%                | 67%      |
|     | Level kuantil |          |                    |          |
|     | 33%           | 67%      | 33%                | 67%      |
| 1   | 65.2889       | 80.351   | 66.986             | 146.275  |
| 2   | 259.990       | 658.394  | 97.867             | 173.868  |
| 3   | 104.3200      | 196.230  | 120.7069           | 194.275  |
| 4   | 73.592        | 105.002  | 67.452             | 146.692  |
| 5   | 163.472       | 371.8474 | 117.830            | 191.705  |
| 6   | 311.597       | 811.611  | 811.6100           | 811.6100 |
| ... | ...           | ...      | ...                | ...      |
| 30  | 75.137        | 109.591  | 64.976             | 144.479  |
| 31  | 99.138        | 180.845  | 65.9506            | 145.350  |
| 32  | 61.379        | 68.745   | 71.5863            | 150.385  |





|    |         |         |         |          |
|----|---------|---------|---------|----------|
| 33 | 74.9557 | 109.051 | 68.9027 | 147.9878 |
| 34 | 84.5014 | 137.391 | 67.0523 | 146.3345 |

### 3.3 Taksiran Interval Regresi Kuantil Pada *incidence rate COVID-19* dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

Berdasarkan penjelasan sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem penaksir parameter populasi berdasarkan sampel adalah selang kepercayaan yang akan menghasilkan penaksir parameter yang lebih representatif dibandingkan sistem penaksir titik, dimana nilai dari estimasi penaksir populasinya terletak diantara dua angka dalam interval tersebut

Dengan melibatkan dua variabel yang signifikan berdasarkan hasil estimasi pada level kuantil 33% dan 67%, maka pada setiap  $\tau$  yang ditentukan akan menghasilkan selang kepercayaan seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Taksiran interval untuk setiap faktor yang mempengaruhi *incidence rate COVID-19* pada level kuantil ke-0.33 dan ke-0.67.

| Parameter        | $\tau = 0.33$      |                  |                  | $\tau = 0.67$     |                   |                   |
|------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                  | Batas bawah        | Koefisien        | Batas atas       | Batas bawah       | Koefisien         | Batas atas        |
| <i>Intercept</i> | -9.30979<br>0e+00  | 1.316004<br>e+01 | 7.950979<br>e+01 | -5.55147<br>0e+01 | -1.19759<br>9e+01 | 1.318218<br>e+02  |
| X1               | -9.03530<br>0e-01  | 2.896980<br>e+00 | 4.812870<br>e+00 | 1.749530<br>e+00  | 7.546240<br>e+00  | 1.111770<br>e+01  |
| X2               | -1.79769<br>3e+308 | 3.313000<br>e-02 | 5.170000<br>e-02 | -8.89000<br>0e-03 | 7.330000<br>e-03  | 1.797693<br>e+308 |

Berdasarkan tabel 3. di atas, dengan menggunakan bantuan software R dapat dilihat bahwa nilai koefisien atau estimasi parameternya berada diantara dua nilai interval dalam setiap faktor yang mempengaruhi *incidence rate COVID-19*. Hal ini menyatakan bahwa penaksir parameter tersebut sudah cukup merepresentatifkan populasinya.

## IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini data yang dimiliki terdapat asumsi yang tidak dapat dipenuhi yaitu normalitas dan heteroskedastisitas dibutuhkan sebuah teknis yang robust, sehingga pada penelitian ini menggunakan regresi kuantil. Pada regresi kuantil akan dibentuk sebuah pattern dari variabel respon terhadap variabel prediktornya dengan menggunakan dua level kuantil yaitu pada kuantil 0.33 dan 0.67, sehingga dari model yang dibangun dapat dikelompokkan ke dalam beberapa tingkat keparahan dari tingkat *incidence rate COVID-19*, yaitu tingkat IR rendah, sedang dan tinggi, sehingga model dapat digunakan untuk mengestimasi angka tingginya IR menurut faktor-faktor yang mempengaruhinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 2 variabel penjelas yang digunakan dalam analisis, kedua variabel berpengaruh signifikan terhadap *incidence rate COVID-19*. Selain itu hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa rate vaksinasi per daerah memiliki pengaruh positif dan signifikan dengan IR *COVID-19*. Kemudian kepadatan penduduk berpengaruh positif terhadap IR *COVID-19*.





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chernozhukov, V., & Hansen, C. (2008). Instrumental variable quantile regression: A robust inference approach. *Journal of Econometrics*, 142(1), 379–398. <https://doi.org/10.1016/J.JECONOM.2007.06.005>
- [2] Christiani, C., & Masalah, L. B. (n.d.). *Permasalahan Permasalahan dalam kajian ini adalah : Tujuan Penelitian* : 102–114.
- [3] Djalante, R., Lassa, J., Setiamarga, D., Sudjatma, A., Indrawan, M., Haryanto, B., Mahfud, C., Sinapoy, M. S., Djalante, S., Rafliana, I., Gunawan, L. A., Surtiari, G. A. K., & Warsilah, H. (2020). Review and analysis of current responses to COVID-19 in Indonesia: Period of January to March 2020. *Progress in Disaster Science*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100091>
- [4] Endah Hartatik, M. (2019). Pemodelan Faktor-Faktor Penyebab Penyakit Diare Di Kota Bandung menggunakan Analisis Regresi Kuantil. *Ayan*, 8(5), 55.
- [5] Irfan Rizki, M., & Ammar Taqiyuddin, T. (2021). *Pemodelan Regresi Kuantil Pada Tingkat Pengangguran Terbuka. Snsa*.
- [6] Kementerian Kesehatan RI. (2020). *Profil Kesehatan Republik Indonesia*.
- [7] Sari, D. N. P., & Sukestiyarno, Y. L. (2021). Analisis Cluster dengan Metode K-Means pada Persebaran Kasus Covid-19 Berdasarkan Provinsi di Indonesia. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 602–610. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- [8] Sinurat, L., & Pinem, M. (2017). Keadaan Gerakan Keluarga Berencana Di Desa Parlundu Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir. *JPPUMA: Jurnal Ilmu Pemerintahan Dan Sosial Politik Universitas Medan Area*, 5(2), 126. <https://doi.org/10.31289/jppuma.v5i2.1249>
- [9] Velavan, T. P., & Meyer, C. G. (2020). The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine and International Health*, 25(3), 278–280. <https://doi.org/10.1111/tmi.13383>
- [10] WHO. (2020). Coronavirus Disease Coronavirus Disease ( COVID-19 ) Spreads. *Who*, 75(2), 95–97. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336034/nCoV-weekly-sitrep11Oct20-eng.pdf%0Ah>  
<https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200423-sitrep-94-covid-19.pdf>
- [11] Yang, L., Liu, S., Liu, J., Zhang, Z., Wan, X., Huang, B., Chen, Y., & Zhang, Y. (2020). COVID-19: immunopathogenesis and Immunotherapeutics. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41392-020-00243-2>

