

Analisis Parameter Laju Infeksi Covid-19 dan Prediksi Menggunakan Algoritma *Least Square*

1st Muhamad Ikhsan Nugroho
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

iksannugroho@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Meta Kalista
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

metakallista@telkomuniversity.ac.id

3rd Marisa W.Paryasto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

marisaparyasto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Corona Virus Disease 2019 atau yang biasa disingkat COVID-19 adalah penyakit menular yang disebabkan oleh SARS-CoV-2, COVID-19 berasal dari kota Wuhan di China dan muncul pada Desember 2019, Sampai saat ini belum diketahui penyebab dari virus corona, diketahui virus ini disebarkan oleh hewan dan mampu menjangkit dari satu spesies ke spesies lainnya termasuk manusia. Untuk Menganalisis parameter laju infeksi COVID-19, dibutuhkan sebuah algoritma yang dapat menganalisis dengan akurat. Algoritma *Least Square* digunakan untuk mengolah data menjadi lebih akurat dan optimal, Model SIR (*Susceptible* (S), *Infected* (I) dan *Removed* (R)) digunakan untuk menangkap fenomena penyebaran virus Covid-19. Algoritma *Least Square* diharapkan bisa membantu mengolah data yang akan digunakan untuk menentukan laju infeksi COVID-19 secara optimal dan akurat. Analisis parameter laju COVID-19 disajikan dengan bentuk GUI di dalam aplikasi matlab yang sudah dibuat dan diteliti.

Kata Kunci— COVID-19, algoritma least square, optimasi

I. PENDAHULUAN

Corona Virus Disease 2019 atau yang biasa disingkat COVID-19 adalah penyakit menular yang disebabkan oleh SARS-CoV-2, COVID-19 berasal dari kota Wuhan di China dan muncul pada Desember 2019, Sampai saat ini belum diketahui penyebab dari virus corona, diketahui virus ini disebarkan oleh hewan dan mampu menjangkit dari satu spesies ke spesies lainnya termasuk manusia [3].

Perhitungan laju infeksi penyebaran COVID-19 saat ini terdapat banyak metode yang digunakan tapi data yang didapat memiliki angka *optimal* yang rendah dan data tersebut disebarkan secara luas namun belum ada yang menggunakan algoritma *Least Square* untuk mendeteksi laju COVID-19 karena algoritma *Least Square* memiliki angka yang paling efektif.

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan di atas, maka diperlukan aplikasi atau website yang bertujuan untuk memberikan informasi yang cepat dan tepat tentang laju infeksi virus corona terutama di Indonesia.

II. KAJIAN TEORI

A. Algoritma Least Square

Kuadrat terkecil biasa (*Ordinary Least Square*) merupakan salah satu metode bagian dari kuadrat terkecil dan

sering hanya disebut kuadrat terkecil saja. Metode ini sering digunakan oleh para ilmuwan atau penelitian [6].

Metode kuadrat terkecil bekerja dengan meminimumkan jumlah kuadrat dari jarak vertikal (*kordinat*) antara titik data dan garis *estimasi* terbaik untuk kumpulan data yang diberikan [7].

Metode *Least Square* merupakan metode berupa data deret berkala atau time series, yang membutuhkan data pada masa lampau untuk mengetahui nilai peramalan di masa mendatang [10]. *Least Square* adalah metode peramalan yang digunakan untuk melihat tren dari data deret waktu [1]. Metode *Least Square* merupakan metode yang sering digunakan untuk menentukan peramalan, karena hasil peramalannya dinilai detail dan teliti [2].

Trend adalah arah atau urutan kejadian yang mempunyai *momentum* dan *durabilitas*, *trend* lebih mudah diperkirakan dan berlangsung lebih lama [9].

B. Metode Least Square

Metode *Least Square* (Kuadrat Kecil) adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan suatu trend data yang mencakup *time series* dengan kasus data genap dan ganjil [3].

Berikut adalah rumus-rumus dalam metode *Least Square* :

1. Persamaan *trend* dengan metode *Least Square*, yaitu :
$$Y^{\wedge} = a + bX$$
2. Untuk mencari nilai a dan b dari persamaan *trend* dapat digunakan dua persamaan normal sebagai berikut :
$$\sum Y = n \cdot a + b \cdot \sum X$$

$$\sum XY = a \cdot \sum X + b \cdot \sum X^2$$
3. Untuk mencari nilai a dan b secara lebih singkat sebagai berikut :
$$a = \frac{\sum y}{n}$$

$$b = \frac{\sum XY / \sum X^2}{\sum X^2 / \sum X^2}$$

bila jumlah data periode waktu ganjil, titik tengah periode waktu ditentukan $X=0$, sehingga jumlah positif dan negatif akan sama dengan nol [8].

Keterangan :

- Y^{\wedge} = data berkala (*Time Series*) = taksiran data *trend*.
 X = variabel waktu (hari, minggu, bulan atau tahun).
 A = nilai *trend* pada tahun dasar.
 B = rata-rata pertumbuhan nilai *trend* pada tiap tahun.

C. Proses Metode *Least Square*

Proses prediksi dengan metode least square yaitu :

1. Menginisialisasi data masukan.
2. Menentukan periode data/variabel waktu.
3. Menghitung jumlah pemakaian (Y).
4. Menghitung skor x(waktu).
5. Mencari nilai koefisien menggunakan

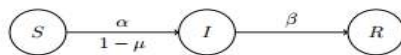
$$a = \sum \frac{Y}{n}$$
6. Menghitung nilai koefisien x(waktu) menggunakan

$$b = \sum \frac{XY}{X^2}$$
7. Menentukan persamaan variabel nilai *trend* dengan [4].

$$Y = a + bx$$

D. *Susceptible, Infected and Removed (SIR) Model*

SIR model adalah model matematika yang digunakan dalam proses pemodelan adalah model SIR, yang merupakan akronim dari *Susceptible* (S), *Infected* (I) dan *Removed* (R). Penggunaan pada istilah *Removed* pada artikel ini dikarenakan populasi ini terdiri dari atas individu yang sembuh (*Recovered*) dan Meninggal (*Death*). Dalam model yang dibentuk berupa system persamaan diferensial biasa nonlinear. Proses pemodelan dapat didasarkan penyebaran infeksi.



GAMBAR 1
SKEMA SIR

Keterangan:

S(t) : Populasi *Susceptible*, populasi sehat yang rentan terkena virus.

I (t) : Populasi *Infected*, populasi yang telah dikonfirmasi terinfeksi virus dengan menggunakan tes swab yang diuji melalui PCR.

R (t) : Populasi *Removed*, populasi yang telah bebas dari virus, dapat diartikan sembuh maupun meninggal.

α : Laju sukses infeksi dari populasi *infected* pada populasi *susceptible*.

β : Proporsi kesembuhan (kematian) populasi *infected*.

μ : Indeks efektivitas kontrol vaksinasi yang telah diberikan.

Berdasarkan skema dari gambar 1 maka dapat dijelaskan dan asumsi yang digunakan untuk penyebaran Covid-19 maka dapat didefinisikan oleh persamaan sebagai berikut :

$$\begin{cases} \frac{dS(t)}{dt} = -\alpha(1-\mu)S(t)\frac{I(t)}{N} \\ \frac{dI(t)}{dt} = \alpha(1-\mu)S(t)\frac{I(t)}{N} - \beta I(t) \\ \frac{dR(t)}{dt} = \beta I(t) \end{cases}$$

Dengan jumlah populasi setiap waktunya adalah $N = S(t) + I(t) + R(t)$. Oleh karena populasi total tiap waktu bersifat konstan, model yang dapat ditransformasi menjadi model tanpa dimensi. Dapat didefinisikan $s(t) = \frac{S(t)}{N}$, $i(t) = \frac{I(t)}{N}$ dan $r(t) = \frac{R(t)}{N}$.

E. Optimasi

Optimasi berkaitan dengan pencarian solusi dari suatu permasalahan dengan kendala tertentu. Teknik *optimasi* berkaitan dengan suatu teknik penyelesaian terhadap sebuah persoalan matematis yang akan menghasilkan sebuah jawaban optimal [1].

F. Operasi Genetika

Operasi genetika terbagi menjadi *crossover* dan mutasi sebagai berikut.

1. Crossover

Crossover merupakan proses menyatukan dua kromosom *parent* menjadi kromosom baru (*offspring*) pada suatu waktu [9]. Sebuah kromosom yang mengarah pada solusi dengan konflik paling sedikit dapat diperoleh melalui proses *crossover* pada dua buah kromosom. *Crossover* hanya bisa dilakukan jika sebuah bilangan *random* r (interval [0,1]) yang dibangkitkan nilainya lebih kecil dari probabilitas *crossover* (pc) yang telah ditentukan $r < pc$.

2. Mutasi

Mutasi adalah proses merubah salah satu atau lebih dari beberapa gen dari suatu kromosom tujuan dari proses ini menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat proses seleksi bisa memunculkan kembali gen yang hilang pada inisialisasi produksi. Mutasi digunakan untuk semua gen yang ada pada individu [10].

G. *Ordinary Differential Equation 45 (ODE 45)*

Metode ODE45 merupakan penyelesaian terhadap ODE dengan pendekatan *Embedded Runge Kutta*. Dengan pendekatan tersebut diharapkan estimasi error dapat diperoleh dari dua komputasi Runge Kutta dengan order berbeda. ODE45 biasa dituangkan dalam rumus berikut :

$$y' = f(t, y) \quad (2.2)$$

Keterangan:

y' : solusi pada saat kejadian.

f : nilai awal

t : waktu kejadian awal

y : nilai pertumbuhan

H. Transform Data

Pada model SIR dapat diatur oleh tiga variabel: $I(t)$ merupakan jumlah individu yang terinfeksi sebagai fungsi waktu $S(t)$ adalah jumlah individu yang rentan terhadap penyakit dan mungkin terinfeksi pada waktu t , dan $R(t) = N - S(t) - I(t) - R(t)$ adalah jumlah individu yang pulih pada waktu t , dapat mengikuti dinamika $I(t)$ dan $S(t)$, karena N total populasi yang telah ditetapkan. Kemudian secara persamaan untuk memudahkan dan juga setiap individu yang terinfeksi dari model SIR dapat dilihat sebagai berikut.

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \delta I$$

$$\frac{dr}{dt} = \delta I$$

III. METODE

A. Analisis Kebutuhan Sistem

1. Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam membuat sistem ini adalah laptop atau komputer dengan spesifikasi berikut:

- Sistem Operasi : Windows 11, Windows 10, dan Windows 7
- Penyimpanan : Minimum 3 GB HDD
- Prosesor : Intel / AMD
- RAM : Minimum 4 GB

2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam membuat sistem ini adalah Matlab R2021.

B. Diagram Alir Algoritma *Least Square*

Pada Gambar 2 menunjukkan diagram alir cara kerja dari algoritma *Least Square*



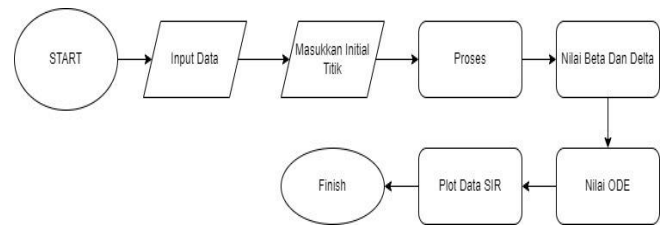
GAMBAR 2
DIAGRAM ALIR *LEAST SQUARE*

Langkah-langkah yang dilakukan pada algoritma sistem ini yaitu :

1. *Input Data* COVID-19 yang dimiliki
2. Masukkan initial titik yang diinginkan atau dibutuhkan
3. Sistem akan mulai memprediksi
4. Sistem akan mengeluarkan nilai beta dan delta
5. Sistem akan mengeluarkan nilai ODE
6. Sistem membuat plot data SIR

C. Diagram Alir GUI

Pada gambar 3 menunjukkan gambaran umum dari cara kerja GUI pada Aplikasi Matlab.



GAMBAR 3
DIAGRAM ALIR GUI

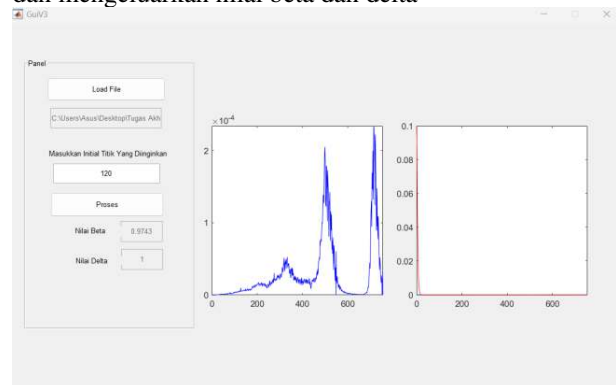
Langkah-langkah yang dibuat dalam GUI matlab sebagai berikut :

1. Masukkan data COVID-19 yang ingin diolah menggunakan aplikasi.
2. Masukkan Initial titik yang diinginkan atau dibutuhkan.
3. GUI akan memprediksi nilai beta dan delta
4. GUI akan menghitung nilai ODE
5. GUI akan menampilkan Plot data SIR

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

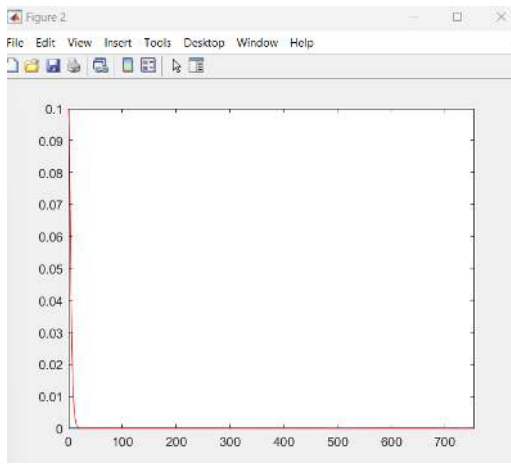
A. Analisis parameter infeksi menggunakan *Least Square*

Pada gambar 4 menunjukkan tampilan GUI setelah data berhasil dimasukkan dan diproses, data akan diproses setelah menekan tombol proses, kemudian data akan di optimisasi dan mengeluarkan nilai beta dan delta



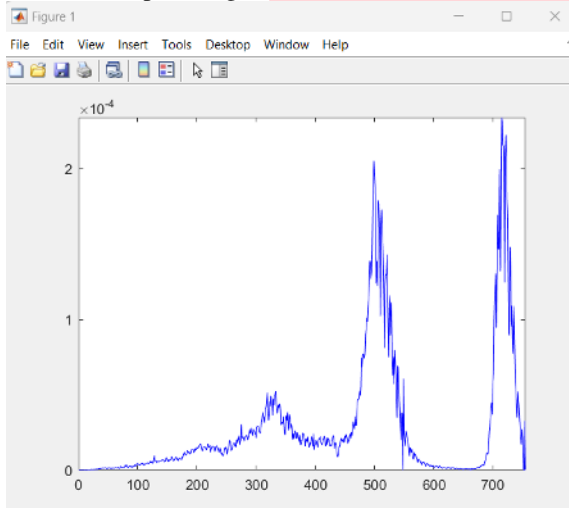
GAMBAR 4
TAMPILAN GUI.

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai beta dan delta akan berubah jika initial titiknya berubah, semakin besar initial titik maka semakin kecil errornya, setelah nilai beta dan delta sudah didapatkan proses berlanjut ke tahap berikutnya yaitu analisis dengan metode *Ordinary Differential Equation 45* (ODE45), disini ODE45 akan memprediksi dari laju COVID-19.



GAMBAR 5
GRAFIK ODE

Pada Gambar 5 menjelaskan garis merah merupakan angka kasus terkonfirmasi dimana angka kasus terkonfirmasi memiliki rata-rata pada angka 0,1.

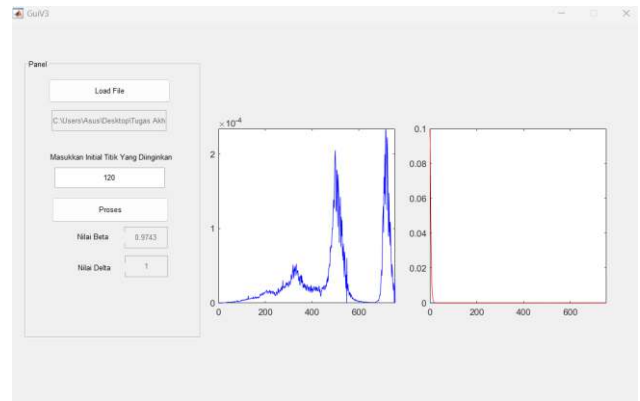


GAMBAR 6
GRAFIK PREDIKSI COVID-19

Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa setelah mendapat prediksi pertumbuhan kasus terkonfirmasi maka data akan di plot lagi untuk menentukan angka pertumbuhannya dari awal hingga akhir data yang dimiliki, Nilai beta = 0.9743.

B. Analisis pada *Graphical User Interface* (GUI)

Pada *Graphical User Interface*(GUI) proses yang dilakukan oleh aplikasi ini dimulai dengan tampilan pada Gambar 7 pada gambar tersebut akan disajikan dengan nilai beta, nilai delta, grafik ODE45 dan grafik pertumbuhan COVID19.



GAMBAR 7
TAMPILAN AWAL PADA GUI.

Kemudian langkah selanjutnya adalah memasukan dataset yang akan digunakan. Setelah dataset dimasukan masukan juga inital titik yang diinginkan, maka aplikasi akan melakukan proses algoritma *least square* dengan memunculkan nilai beta dan delta, ditampilkan melalui aplikasi, setelah nilai beta dan delta didapatkan maka proses berikutnya membuat grafik ODE yang digunakan untuk analisis pertumbuhan COVID-19 dengan menampilkan data dengan bentuk grafik.

C. Pengujian Teknis

Pada pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa tinggi pengaruh perubahan jumlah initial titik terhadap nilai beta dan delta yang didapat.

TABEL 1
TABEL UJI INTIAL TITIK

Initial titik	y ₀₁	y ₀₂	beta	alpha	nilai beta akhir	x ₀ atau delta	err	time
1000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9997 4332	0.8 754	31.2 1365
2000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9993 1802	0.1 679	35.0 9248
3000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9999 7075	2.3 830	58.5 6678
4000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9999 7033	0.1 912	57.0 4877
5000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9999 5062	0.6 854	68.4 0800
6000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9999 7277	0.5 137	80.7 1758
7000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9997 6806	0.6 456	98.8 8918
8000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9999 4447	2.8 117	101. 8285
9000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9999 4014	0.3 021	113. 1628
10000	0.9	0.1	0.9743	0.05	0.9743	0.9995 6173	0.2 034	128. 2035

Pada Tabel 1 pengujian kali ini didapatkan bahwa Jumlah initial titik pada algoritma *Least Square* memiliki pengaruh terhadap nilai beta, delta dan waktu komputasi yang di dapatkan. Semakin tinggi nilai initial titik yang digunakan atau ditambahkan maka semakin tinggi juga populasi yang ada maka nilai beta dan delta akan berubah tergantung initial titik yang digunakan, waktu komputasi juga semakin banyak initial titiknya maka waktu akan semakin lama. Pada pengujian algoritma *Least Square* digunakan nilai acuan $y_{01} = 0.9$, $y_{02} = 0.1$, $\beta = 0.9743$, dan $\alpha = 0.05$.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian dilakukan pada GUI Matlab dengan menggunakan algoritma least square dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Metode algoritma least square pada GUI Matlab mampu prediksi laju infeksi COVID-19 berdasarkan hasil dari pengujian alpha, beta dan kuesioner yang sudah di sebarakan.
2. Parameter yang digunakan pada tugas akhir ini adalah SIR atau (*Susceptible*, *Infected* dan *Removed*) dengan menentukan jumlah kasus aktif, kasus kematian serta kasus sembuh COVID-19 dari 2020-2022.
3. Pada pengujian algoritma least square penguji melakukan test mengubah nilai initial titik, y_0 , beta, dan alpha, sehingga mendapatkan hasil yang digambarkan grafik. Penguji juga melakukan test kepada 10 responden dengan menyebarkan *kuesioner* dengan 5 pertanyaan yang harus diisi oleh responden.

REFERENSI

- [1] Basriati, S., Safitri, E., & Ulfa, N. (2020). Optimasi Rata-Rata Produksi Kelapa di Kabupaten Indragiri Hilir Menggunakan Metode Wolfe. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 91.
- [2] Dewi, N. P., & Listio warni, I. (2019). Peramalan Harga Bahan Proyek Menggunakan Metode Least Square. *Jurnal Teknologi Informatika*, 28.
- [3] DINAS KESEHATAN KABUPATEN KENDAL. (2021). *KENALAN DENGAN COVID-19*. Retrieved from PEMERINTAH KABUPATEN KENDAL TANGGAP COVID-19: <https://corona.kendalkab.go.id/berita/profil/kenalan-dengan-covid-19>
- [4] Hatta, M., & Fitri, A. F. (2020). SISTEM PREDIKSI PERSEDIAAN STOK DARAH DENGAN METODE LEAST SQUARE PADA UNIT TRANSFUSI DARAH STUDI KASUS PMI KOTA CIREBON. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 21-22.
- [5] Mu'tamar, K., Putra, S., & Perdana, S. A. (2021). ANALISIS PENYEBARAN COVID-19 DENGAN MENGGUNAKAN MODEL SIR DAN VAKSINASI SERTA ESTIMASI PARAMETER. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 325.
- [6] RAHAYU, T. (2021). PEMODELAN REGRESI DATA PANEL DENGAN PENDEKATAN MODEL EFEK UMUM MENGGUNAKAN METODE KUADRAT TERKECIL PADA LAJU INFLASI DI SULAWESI. *SKRIPSI*.
- [7] Razali, M., Elazhari, & Tampubolon, K. (2021). Pencocokan Kurva Dengan Metode Kuadrat Terkecil dan Metode Gauss. *AFO SI-LAS*, 1(1), 21-22.
- [8] Shiddieq, D. F., & Nur'aeni, A. (2019). IMPLEMENTASI ALGORITMA LEAST SQUARE UNTUK MEMPREDIKSI PENJUALAN (STUDI KASUS DI JAVA SEVEN CIBADUYUT BANDUNG). *Jurnal LPKIA*, 8-9.
- [9] Suwita, L. S. (2018). METODE LEAST SQUARE DALAM MENGUKUR TREND PENJUALAN PADA HOME INDUSTRY BENGKEL SANDAL THOSTEE BUKITTINGGI. *MENARA Ilmu*, 56.
- [10] Widjaya, J. S., Agushinta R, D., & Sari, S. P. (2021). Sistem Prediksi Jumlah Pasien Covid-19 Menggunakan Metode Trend Least Square Berbasis Web. *Jurnal Sistem Informasi*, 40-41.