

**PENERAPAN METODE *RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK*  
PADA PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI INDONESIA**

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh  
**CHALAWATUL AIS**  
**H72218015**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : CHALAWATUL AIS

NIM : H72218015

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PENERAPAN METODE *RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK* PADA PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI INDONESIA".

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 24 November 2021

Yang menyatakan,

  
CHALAWATUL AIS  
NIM. H72218015

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : CHALAWATUL AIS

NIM : H72218015

Judul Skripsi : PENERAPAN METODE *RADIAL BASIS FUNCTION*  
*NEURAL NETWORK* PADA PREDIKSI KASUS POSITIF  
COVID-19 DI INDONESIA

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



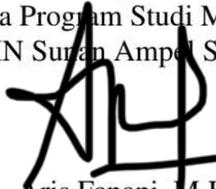
Nurissaidah Ulinuha, M. Kom  
NIP. 199011022014032004

Pembimbing II



Lutfi Hakim, M.Ag  
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Aris Fanani, M.Kom  
NIP. 198701272014031002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

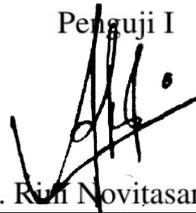
Skripsi oleh

Nama : CHALAWATUL AIS  
NIM : H72218015  
Judul Skripsi : PENERAPAN METODE *RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK* PADA PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI INDONESIA

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 24 Januari 2022

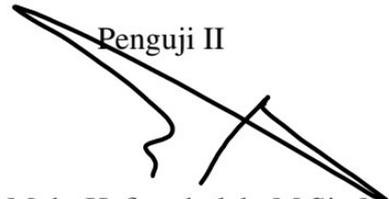
Mengesahkan,  
Tim Penguji

Penguji I



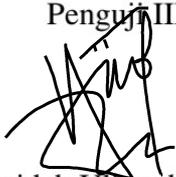
Dian C. Rini Novitasari, M.Kom  
NIP. 198511242014032001

Penguji II



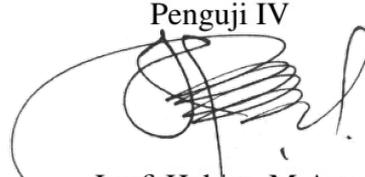
Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si., M.PMat  
NIP. 198002042014031001

Penguji III



Nurissaidah Ulinuha, M.Kom  
NIP. 199011022014032004

Penguji IV



Lutfi Hakim, M.Ag  
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



  
Dr. Hj. Nuzva Fatmatur Rusydiyah, M.Ag  
NIP. 196207272005012003



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**  
**PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : CHALAWATUL AIS  
NIM : H72218015  
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA  
E-mail address : chalawatulaeis10@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi     Tesis     Desertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENERAPAN METODE RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK  
PADA PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI INDONESIA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 12 April 2022

Penulis



( nama terang dan tanda tangan )

## ABSTRAK

### PENERAPAN METODE *RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK* PADA PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI INDONESIA

Covid-19 adalah salah satu penyakit menular yang pertama kali ditemukan di Wuhan, Tiongkok bulan Desember 2019. Per tanggal 31 Oktober 2021 kasus positif Covid-19 di Indonesia mencapai 4.244.351 jiwa. Banyak upaya-upaya yang telah dilakukan untuk mencegah penyebaran virus seperti penggunaan masker, jaga jarak maupun karantina. Prediksi atau peramalan perlu dilakukan, dengan harapan dapat membantu mengoptimalkan upaya pemerintah tersebut dalam mencegah serta menangani penyebaran virus Covid-19. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil prediksi dari penerapan metode *Radial Basis Function Neural Network* pada data deret waktu kasus Covid-19 di Indonesia. Kelebihan dari RBFNN ini yaitu memiliki iterasi komputasi yang lebih cepat dibandingkan dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan lain. Fungsi basis yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi gaussian pada lapisan tersembunyi. Fungsi basis ini memerlukan sebuah metode untuk mendapatkan nilai pusat dan jarak datanya. Pada penelitian ini digunakan metode *K-Means Clustering* untuk mendapatkan jarak dan pusat datanya. Data yang digunakan pada penelitian ini diambil dari website Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dari tanggal 01 November 2020 sampai 15 Desember 2021. Penelitian ini melakukan tiga uji coba diantaranya jumlah lapisan masukan, neuron tersembunyi dan pembagian data. Hasil uji didapatkan dari nilai MAPE terkecil berada pada pembagian data 70% data latih 30% data uji dengan satu lapisan masukan dan sembilan neuron tersembunyi. Model terbaik yang didapatkan merupakan hasil dari nilai eror terkecil dengan MAPE pada proses latih sebesar 12,61% dan MAPE pada proses uji sebesar 4,72%. Rata-rata hasil prediksi yang didapatkan pada penelitian ini rata-ratanya sebesar 193 kasus, dengan kasus tertinggi terjadi pada tanggal 17 Desember 2021 sedangkan kasus terendah sebanyak 94 kasus diperkirakan akan terjadi pada tanggal 26 Desember 2021. RBFNN sangat baik digunakan untuk memprediksi kasus positif Covid-19 karena nilai MAPE yang dihasilkan pada proses prediksi cukup kecil.

**Kata kunci:** Covid-19, Deret waktu, Prediksi, *Radial Basis Function Neural Network*

## ABSTRACT

### APPLICATION OF THE RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK METHOD FOR PREDICTING POSITIVE CASES OF COVID-19 IN INDONESIA

Covid-19 is one of the infectious diseases that was first discovered in Wuhan, China in December 2019. As of October 31, 2021, positive cases of Covid-19 in Indonesia reached 4,244,351 people. Many efforts have been made to prevent the spread of the virus, such as the use of masks, social distancing and quarantine. Predictions or forecasts need to be done, in the hope of helping optimize the government's efforts to prevent and deal with the spread of the Covid-19 virus. This study aims to obtain predictive results from the application of the *Radial Basis Function Neural Network* method on time series data for Covid-19 cases in Indonesia. The advantage of this RBFNN is that it has a faster computational iteration compared to other artificial neural network methods. The basis function used in this study is the Gaussian function in the hidden layer. This base function requires a method to get the center and distance values of the data. In this research, the *K-Means Clustering* method is used to get the distance and the data center. The data used in this study was taken from the website of the Ministry of Health of the Republic of Indonesia from November 01, 2020 to December 15, 2021. This study carried out three trials including the number of input layers, hidden neurons and data sharing. The test results obtained from the smallest MAPE value is in the distribution of data 70% training data 30% test data with one input layer and nine hidden neurons. The best model obtained is the result of the smallest error value with MAPE in the training process of 12.61% and MAPE in the test process of 4.72%. The average prediction results obtained in this study were an average of 193 cases, with the highest cases occurring on December 17, 2021 while the lowest cases of 94 cases were expected to occur on December 26, 2021. RBFNN is very well used to predict positive cases of Covid -19 because the MAPE value generated in the prediction process is quite small.

**Keywords:** Covid-19, Time series, Prediction, *Radial Basis Function Neural Network*

## DAFTAR ISI

|  |            |
|--|------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                             | <b>i</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>               | <b>ii</b>  |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>             | <b>iii</b> |
| <b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b>            | <b>iv</b>  |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b>   | <b>v</b>   |
| <b>ABSTRAK</b>                                   | <b>vi</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                  | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                | <b>1</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                              | <b>3</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                             | <b>4</b>   |
| <b>I PENDAHULUAN</b>                             | <b>5</b>   |
| 1.1. Latar Belakang                              | 5          |
| 1.2. Rumusan Masalah                             | 11         |
| 1.3. Tujuan Penelitian                           | 12         |
| 1.4. Manfaat Penelitian                          | 12         |
| 1.5. Batasan Masalah                             | 13         |
| 1.6. Sistematika Penulisan                       | 13         |
| <b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>                       | <b>15</b>  |
| 2.1. <i>Coronavirus Disease 2019</i>             | 15         |
| 2.2. Data Deret Waktu                            | 19         |
| 2.3. Prediksi                                    | 23         |
| 2.4. Normalisasi                                 | 24         |
| 2.5. Denormalisasi                               | 25         |
| 2.6. <i>K-Means Clustering</i>                   | 25         |
| 2.7. Jaringan Saraf Tiruan                       | 27         |
| 2.8. <i>Radial Basis Function Neural Network</i> | 30         |
| 2.9. Fungsi Aktivasi                             | 38         |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.10. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> . . . . .         | 40        |
| 2.11. Pandangan Islam Terhadap Prediksi Covid-19 . . . . .           | 41        |
| <b>III METODE PENELITIAN</b> . . . . .                               | <b>45</b> |
| 3.1. Jenis Penelitian . . . . .                                      | 45        |
| 3.2. Sumber Data . . . . .   | 45        |
| 3.3. Skenario Uji Coba . . . . .                                     | 46        |
| 3.4. Langkah Penelitian . . . . .                                    | 46        |
| <b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> . . . . .                             | <b>51</b> |
| 4.1. Deskripsi Data . . . . .  | 51        |
| 4.2. Inisialisasi Parameter . . . . .                                | 53        |
| 4.3. <i>Preprocessing</i> . . . . .                                  | 54        |
| 4.3.1. Pembagian Data . . . . .                                      | 54        |
| 4.3.2. Pembentukan Pola Data Deret Waktu . . . . .                   | 55        |
| 4.3.3. Normalisasi Data . . . . .                                    | 58        |
| 4.4. Penerapan <i>Radial Basis Function Neural Network</i> . . . . . | 60        |
| 4.5. Analisis Hasil . . . . .  | 74        |
| 4.5.1. Hasil Uji Coba Parameter . . . . .                            | 74        |
| 4.5.2. Hasil Prediksi . . . . .                                      | 78        |
| <b>V PENUTUP</b> . . . . .   | <b>82</b> |
| 5.1. Kesimpulan . . . . .  | 82        |
| 5.2. Saran . . . . .   | 82        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> . . . . .                                      | <b>83</b> |

## DAFTAR TABEL

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.1  | Rentang nilai MAPE . . . . .   | 40 |
| 3.1  | Sample data kasus positif Covid-19 . . . . .   | 46 |
| 4.1  | Rata-rata kasus Covid-19 per bulan . . . . .   | 52 |
| 4.2  | Data uji dan data latih . . . . .  | 55 |
| 4.3  | Sampel data pola deret waktu satu variabel masukan . . . . .   | 55 |
| 4.4  | Sampel data pola deret waktu dua variabel masukan . . . . .  | 56 |
| 4.5  | Sampel data pola deret waktu tiga variabel masukan . . . . .   | 56 |
| 4.6  | Sampel data pola deret waktu empat variabel masukan . . . . .  | 57 |
| 4.7  | Sampel data pola deret waktu lima variabel masukan . . . . .   | 57 |
| 4.8  | Sampel data pola deret waktu enam variabel masukan . . . . .   | 57 |
| 4.9  | Sampel data pola deret waktu tujuh variabel masukan . . . . .  | 58 |
| 4.10 | Normalisasi data kasus positif Covid-19 . . . . .  | 60 |
| 4.11 | Nilai pusat dan jarak data dengan 2 <i>cluster</i> . . . . .   | 65 |
| 4.12 | Fungsi aktivasi gaussian alternatif 1 . . . . .  | 68 |
| 4.13 | Fungsi aktivasi gaussian alternatif 2 . . . . .  | 69 |
| 4.14 | Nilai bobot dan bias dari hasil pembelajaran . . . . .   | 69 |
| 4.15 | Sampel hasil uji coba arsitektur <i>Radial Basis Function Neural Network</i> dengan satu lapisan masukan . . . . .   | 75 |
| 4.16 | Sampel hasil uji coba arsitektur <i>Radial Basis Function Neural Network</i> dengan pembagian data 70%:30% . . . . . | 76 |
| 4.17 | Hasil Covid-19 selama 16 hari . . . . .  | 79 |

## DAFTAR GAMBAR

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.1 | Grafik Kasus Positif Covid-19 di Indonesia . . . . .                                | 17 |
| 2.2 | Proses pemaparan virus Covid-19 . . . . .   | 18 |
| 2.3 | Pola Gerakan Horizontal . . . . .   | 21 |
| 2.4 | Pola Gerakan Trend . . . . .  | 21 |
| 2.5 | Pola Gerakan Siklis . . . . .   | 22 |
| 2.6 | Pola Gerakan Musiman . . . . .  | 23 |
| 2.7 | Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan. . . . .   | 28 |
| 2.8 | Arsitektur <i>Radial Basis Function Neural Network</i> . . . . .                    | 31 |
| 3.1 | Diagram alir Prediksi kasus Covid-19 di Indonesia. . . . .                          | 47 |
| 3.2 | Diagram alir proses pelatihan <i>Radial Basis Function Neural Network</i> . . . . . | 49 |
| 3.3 | Diagram alir pengujian <i>Radial Basis Function Neural Network</i> . . . . .        | 50 |
| 4.1 | Kasus positif Covid-19 tanggal 1-11-2020 hingga 15-12-2021 . . . . .                | 51 |
| 4.2 | Kasus positif Covid-19 pada tiap Provinsi di Indonesia . . . . .                    | 53 |
| 4.3 | Plot data aktual dan hasil peramalan pada data latih . . . . .                      | 77 |
| 4.4 | Plot data aktual dan hasil peramalan pada data uji . . . . .                        | 78 |
| 4.5 | Grafik Hasil Prediksi Kasus Positif Covid-19 di Indonesia . . . . .                 | 79 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seluruh warga dunia telah dikejutkan pada awal tahun 2020 karena adanya wabah virus baru yang muncul pertama kali di Hubei, China tepatnya di Kota Wuhan. Virus tersebut muncul karena *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2) yang disebut dengan Covid-19. Covid-19 adalah salah satu penyakit menular yang pertama kali ditemukan di Wuhan bulan Desember 2019 lalu (Susilo et al., 2020). Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai kasus terbesar se Asia Tenggara. Peningkatan kasus Covid-19 secara terus menerus disebabkan karena virus ini sangat sulit terdeteksi gejalanya (Wahyudi and Palupi, 2021).

Dua orang terkonfirmasi positif Covid-19 pertama kali terjadi di Indonesia pada tanggal 2 Maret 2020, kemudian pada 31 Maret 2020 kasus terkonfirmasi positif Covid-19 meningkat menjadi 1528 kasus positif dan 136 kasus meninggal. Jumlah kasus korban terinfeksi virus ini per tanggal 31 Oktober 2021 sebanyak 4.244.351 jiwa penduduk Indonesia (Cahyaningsih et al., 2020). Jumlah kematian yang sangat banyak menjadikan virus ini ancaman besar bagi seluruh warga dunia karena dapat mengganggu perputaran ekonomi dunia serta mengurangi tingkat kehidupan dunia.

Covid-19 adalah virus yang gejala penyakitnya dimulai dari ringan hingga berat. *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS-CoV) dan *Severe Acute*

*Respiratory Syndrome* (SARS- CoV) adalah dua jenis virus Covid-19 yang diketahui mampu menimbulkan penyakit dengan gejala berat. Sedangkan virus baru yang belum dapat diidentifikasi pada manusia adalah Novel coronavirus (2019-nCoV). Manifestasi klinis biasanya akan muncul dalam 2 hingga 14 hari usai terpapar. Gejala dari virus Covid-19 umumnya dapat ditandai dengan adanya gangguan pernapasan akut seperti batuk, demam dan sesak napas (Ardiawan et al., 2021). Penyebarannya yang sangat cepat dan kasus tetap bertambah seiring bergantinya waktu menyebabkan Covid-19 benar-benar menjadi pandemi atau wabah yang menakutkan bagi semua orang.

Di dalam ayat-ayat al quran mengandung banyak perumpamaan, hal ini bertujuan untuk memberikan I'tibar atau pembelajaran untuk umat manusia. Segala hal yang terjadi di Dunia sudah ada pada Al-Quran, salah satunya adalah cara pandang islam pada virus yang menjadi pandemi saat ini sudah tertera pada surat Al-Baqarah[2] ayat 155-157 yang menganjurkan umat Islam untuk bersabar dalam menghadapi cobaan. Mereka yang mau bersabar dalam menghadapi cobaan niscaya Allah akan memberikan petunjuk dalam menghadapi cobaan tersebut (Hestina, 2020).

وَلَنَبْلُوَنَّكُمْ بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ وَالثَّمَرَاتِ وَبَشِّرِ الصَّابِرِينَ

﴿١٥٦﴾ الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمُ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ ﴿١٥٧﴾ أُولَٰئِكَ عَلَيْهِمْ صَلَوَاتٌ مِّن

رَبِّهِمْ وَرَحْمَةٌ ۖ وَأُولَٰئِكَ هُمُ الْمُهْتَدُونَ ﴿١٥٨﴾

Artinya: “Dan Kami pasti akan menguji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar

gembira kepada orang-orang yang sabar, (yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka berkata *Inna lillahi wa inna ilaihi raji'un* (sesungguhnya kami milik Allah dan kepada-Nyalah kami kembali). Mereka itulah yang memperoleh ampunan dan rahmat dari Tuhannya, dan mereka itulah orang-orang yang mendapat petunjuk” (QS. Al-Baqarah: 155-157).

Dalam sebuah hadits yang diriwayatkan oleh Bukhari dan Muslim disebutkan bahwa di zaman Rasulullah pernah terjadi wabah/tha'un. Rasulullah SAW pun bersabda mengenai cara menghadapi wabah penyakit, yakni jangan memasuki daerah tersebut dan bagi masyarakatnya jangan keluar dari daerah itu. Keputusan Rasulullah itu juga dikenal dengan nama karantina. Hal itu dilakukan agar penyakit yang mewabah tidak menyebar ke daerah lain.

الطَّاعُونَ رَجَزُ رَسُولٍ عَلَى طَائِفَةٍ مِنْ بَنِي إِسْرَائِيلَ - أَوْ عَلَى مَنْ كَانَ قَبْلَكُمْ - فَإِذَا سَمِعْتُمْ بِهِ  
بَارِضٌ فَلَا تَدْخُلُوا عَلَيْهِ، وَإِذَا وَقَعَ بَارِضٌ، وَأَنْتُمْ بِهَا فَلَا تَخْرُجُوا فِرَارًا مِنْهُ (رواه البخاري

ومسلم)

Artinya: “Wabah tho'un adalah kotoran yang dikirimkan oleh Allah terhadap sebagian kalangan bani israil dan juga orang-orang sebelum kalian. Kalau kalian mendengar ada wabah tho'un di suatu negeri janganlah kalian memasuki negeri tersebut, namun, bila wabah tho'un itu menyebar di negeri kalian, maka janganlah kalian keluar dari negeri kalian untuk menghindari dari penyakit tersebut” (HR. Bukhari dan Muslim).

Pemerintah telah melakukan banyak upaya untuk mencegah penyebaran virus Covid-19 diantaranya kebijakan pemakaian masker, mencuci tangan, jaga jarak, karantina hingga pemberlakuan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar)

dan PPKM (Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat), berbagai usaha telah diupayakan pemerintah untuk menghentikan penyebaran virus Covid-19 tetapi angka kasus positif Covid-19 tetap bertambah seiring bergantinya waktu. Prediksi atau peramalan perlu dilakukan, dengan harapan dapat membantu mengoptimalkan upaya pemerintah tersebut dalam mencegah serta menangani penyebaran virus Covid-19. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil prediksi Covid-19 dan hasil performa dari arsitektur jaringan RBFNN. Performa yang dimaksud adalah seberapa baik arsitektur jaringan RBFNN dalam memprediksi kasus positif Covid-19. Hasil performa pada penelitian ini berupa nilai MAPE yang merepresentasikan tingkat kesalahan hasil prediksi.

Banyak metode dapat digunakan untuk menghitung prediksi atau peramalan sebuah masalah. Beberapa metode yang mampu diterapkan diantaranya adalah Naïve Bayes (Barus and Tehja, 2021), Regresi (Putri et al., 2021), k-Nearest Neighbor (KNN) (Lestandy and Syafa'ah, 2020) dan sebagainya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi yaitu Jaringan Saraf Tiruan (JST). Teknik pengumpulan datanya menggunakan cara pendekatan kuantitatif dengan mengumpulkan data-data historis yang telah lalu. JST atau jaringan saraf tiruan merupakan suatu algoritma yang kinerjanya seperti jaringan saraf otak manusia, dimana satu neuron dengan neuron lainnya saling terhubung dan bekerja untuk memroses data atau informasi (Amrin, 2018).

Jaringan saraf tiruan yaitu sebuah sistem yang mampu memproses data atau informasi yang mempunyai karakteristik serupa dengan jaringan saraf biologis. JST memiliki dua tahapan yaitu tahap *feed forward* dan tahap *backward*. Pada tahap *feed forward*, masukan akan dihitung menggunakan bobot yang telah diinisialisasi hingga mendapatkan keluaran. Tahap *backward* akan menghitung

selisih keluaran dan target yang diinginkan. Kemudian, hasilnya merupakan eror setiap lapisan sebelumnya. Model jaringan saraf tiruan terus menerus dikembangkan sejak tahun 1940 sampai 1988, salah satu metode peramalan atau prediksi yang termasuk pada golongan metode jaringan saraf tiruan adalah *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN) (Pangaribuan and Sagala, 2017).

Metode RBFNN juga mampu untuk memprediksi time series nonlinier, digunakan pertama kali untuk menyelesaikan permasalahan interpolasi multivariable. RBFNN ini memiliki lapisan masukan, lapisan tersembunyi serta lapisan keluaran, pada jaringan terhubung lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran terdapat bobot RBFNN (Sugiarto, 2019). Fungsi aktivasi berada pada lapisan tersembunyi yang dapat menghasilkan nilai berupa persamaan nonlinier, sedangkan lapisan keluaran akan menghasilkan persamaan linier (Zufar, 2018).

RBFNN memiliki kemampuan estimasi fungsi nonlinier dan telah dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh Ghorbani *et al* (2016). Ghorbani membandingkan kinerja antara JST dengan RBFNN. Pada penelitian yang telah ditemukan, perbedaan antara keduanya terletak di fungsi aktivasi lapisan tersembunyinya. Didapatkan kekurangan dari JST adalah waktu pelatihan yang cukup lama serta kinerja yang lebih buruk daripada RBFNN (Rinanto et al., 2018).

*Radial Basis Function Neural Network* adalah gabungan dari *Supervised* dan *Unsupervised learning*. Jaringan *Radial Basis Function* mempunyai 2 lapisan diantaranya lapisan pertama yaitu radial basis (*Unsupervised*). Lapisan ini berada pada lapisan masukan ke lapisan tersembunyi, lapisan ini digunakan untuk menemukan nilai pusat (*centroid*) yang akan disimpan pada neuron tersembunyi. Lapisan yang kedua adalah linier (*Supervised*). Lapisan ini berfungsi untuk mengubah lapisan kelas kompetitif ke target yang telah terdefinisi

(Wahyuningrum, 2020). Kelebihan *Radial Basis Function Neural Network* dengan Jaringan Syaraf Tiruan lainnya adalah proses kerjanya yang lebih cepat karena *Radial Basis Function Neural Network* hanya memiliki satu lapisan tersembunyi yang menggunakan fungsi basis sedangkan pada lapisan keluaran menggunakan fungsi linier.

Fungsi aktivasi dalam lapisan tersembunyi yang akan digunakan pada arsitektur *Radial Basis Function Neural Network* adalah fungsi aktivasi gaussian. Fungsi aktivasi gaussian menghasilkan pengenalan pola yang terbaik selain itu fungsi aktivasi gaussian adalah yang sering digunakan dalam lapisan tersembunyi pada metode *Radial Basis Function Neural Network* (Wahyuningrum, 2020). Fungsi aktivasi gaussian pada lapisan tersembunyi membutuhkan nilai pusat dan jarak data observasi. Oleh karena itu, *k-means* digunakan untuk menentukan nilai pusat dan jarak datanya. *K-means* dipilih karena merupakan metode pengelompokan data yang berfokus pada perubahan *centroidnya*. Selain itu, metode *K-means* juga metode yang sederhana, iterasi komputasinya cukup cepat dan waktu yang digunakan lebih efisien. Oleh karena itu, *K-means* sering digunakan untuk menentukan nilai pusat dan jarak dalam metode *Radial Basis Function Neural Network* (Urva, 2016).

Beberapa peneliti telah banyak memanfaatkan metode *Radial Basis Function Neural Network* diantaranya Wulandari *et al* (2017) meramalkan harga minyak mentah dunia menggunakan metode RBFNN. Didapatkan model terbaik dengan 2 lapisan masukan, 3 neuron tersembunyi dengan MAPE yang dihasilkan sebesar 6,815% (Wulandari *et al.*, 2017). Tarigan *et al* (2018) memprediksikan indeks harga saham gabungan menggunakan metode RBFNN. Didapatkan hasil berupa nilai MAPE pada proses latih sebesar 0,72% dan MAPE pada proses uji

sebesar 0,7% (Tarigan et al., 2018).

Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Praswoto *et al* (2021) melakukan penelitian yang mengimplementasikan algoritma *Radial Basis Function Neural Network* dalam memprediksi jumlah angka kelahiran. Diperoleh nilai akurasi sebesar 87.34% dan MAPE sebesar 12.66% (Praswoto et al., 2021). Ditakristy *et al* (2016) memprediksikan harga komoditas pertanian menggunakan *Radial Basis Function Neural Network* dengan nilai MAPE sebesar 19.27% (Ditakristy et al., 2016). Dari penelitian terdahulu yang telah disebutkan diatas, dapat disimpulkan bahwa performa dari metode *Radial Basis Function Neural Network* cukup bagus digunakan untuk melakukan sebuah prediksi karena rata-rata nilai MAPE yang didapatkan kurang dari 20%.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu serta latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini akan menerapkan Metode *Radial Basis Function Neural Network* pada Prediksi Kasus Positif Covid-19 di Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat atau pemerintah untuk melakukan antisipasi penyebaran virus Covid-19 serta hasil penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan untuk menerapkan kebijakan-kebijakan yang dapat mengurangi angka kasus Covid-19 di Indonesia.

## 1.2. Rumusan Masalah

Dari pemaparan latar belakang masalah diatas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil performa metode *Radial Basis Function Neural Network* dalam memprediksi data kasus positif Covid-19 ?
2. Bagaimana hasil prediksi data kasus positif Covid-19 menggunakan metode

## *Radial Basis Function Neural Network?*

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang dapat diambil berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut.

1. Dapat mengetahui hasil performa metode *Radial Basis Function Neural Network* dalam memprediksi data kasus positif Covid-19.
2. Dapat mengetahui hasil prediksi data kasus positif Covid-19 menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network*.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Beberapa manfaat yang dapat diambil dari latar belakang yang telah diuraikan diatas adalah sebagai berikut.

#### 1. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan serta wawasan dalam prediksi kasus Covid-19 di Indonesia menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN).

#### 2. Bagi Pembaca

Penelitian ini dapat memberikan alternatif metode untuk melakukan prediksi atau peramalan menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN).

#### 3. Bagi Pemerintah

Penelitian tentang prediksi kasus Covid-19 di Indonesia ini dapat membantu pemerintah dalam melakukan persiapan serta antisipasi dalam mengambil

tindakan pencegahan penyebaran virus Covid-19.

### 1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan data kasus positif Covid-19 selama 410 hari mulai tanggal 1 November 2020 – 15 Desember 2021. Data diambil dari sumber terbuka Covid-19 pada website Kemenkes Republik Indonesia (Kemenkes, 2021).
2. Penentuan centroid pada *Radial Basis Function Neural Network* menggunakan metode *K-Means Clustering*.
3. Menggunakan fungsi aktivasi jenis Gaussian pada lapisan tersembunyi.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Penjelasan dari isi penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. BAB I PENDAHULUAN yang berisi tentang latar belakang masalah adanya virus Covid-19, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA menguraikan tentang teori-teori atau penjelasan tentang Covid-19. Bab ini juga menjelaskan tentang metode yang digunakan contohnya Jaringan Saraf Tiruan (JST) dan *Radial Basis Function Neural Networks* serta variable-variabel yang dibutuhkan pada penelitian ini.
3. BAB III METODE PENELITIAN menjelaskan tentang jenis penelitian yang digunakan, sumber data serta langkah-langkah penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN berisi penjelasan tentang analisa penelitian yang telah dilakukan. Penjelasan pada bab ini dapat menjawab rumusan masalah pada bab sebelumnya.
5. BAB V PENUTUP berisi tentang kesimpulan dan saran dari prediksi Covid-19 menggunakan *Radial Basis Function Neural Network*.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. *Coronavirus Disease 2019*

Kasus misterius yang menyerang organ dalam manusia yaitu pneumonia pertama kali dilaporkan di Wuhan, Hubei. Lima pasien dilaporkan menderita *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS) pada 18-29 Desember 2019. Pada awal Januari peningkatan yang sangat pesat terjadi pada kasus ini dengan penderita sebanyak 44 pasien dan penyebarannya telah sampai ke berbagai negara diantaranya Korea Selatan, Jepang dan Thailand (Huang et al., 2020).

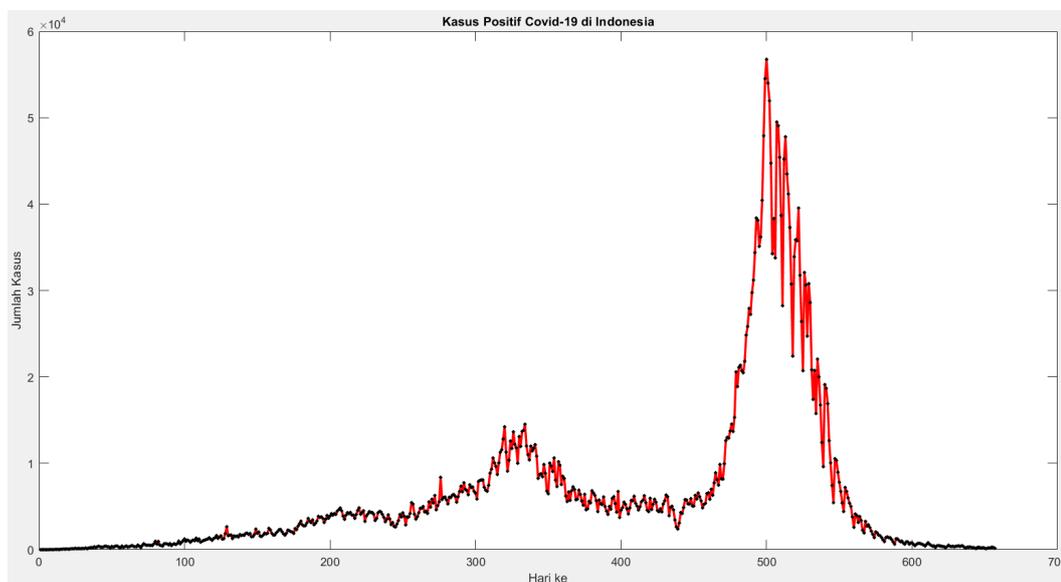
Covid-19 adalah virus yang mengawali pandemi yang menantang di seluruh dunia pada tahun 2020. Dampak Covid -19 diketahui sangat dahsyat dan dapat menimbulkan beberapa penyakit lainnya. Kota-kota seperti Milan di Italia, memprakarsai skema untuk *Lockdown* pada minggu ketiga Februari 2020, sebagian besar negara harus melakukan hal tersebut secara nasional untuk menahan virus ini pada Maret 2020 (Iloanusi and Ross, 2021).

Pemerintah Indonesia telah resmi mengumumkan pemberlakuan Pembatasan Sosial Berskala Besar atau PSBB pada 31 Maret 2020 karena virus yang menyebar dengan cepat sehingga sebanyak 1528 kasus positif yang bertambah pada hari itu. Setelah adanya kebijakan PSBB, era new normal diterapkan oleh pemerintah pada Juni 2020 dengan dibukanya beberapa tempat umum dengan protokol kesehatan yang ketat seperti mall, café, restoran, salon dan lain-lain setelah sebelumnya banyak tempat dihimbau untuk tidak beroperasi

sementara.

Penyebaran virus Covid-19 yang sangat cepat mengharuskan masyarakat untuk memiliki kekebalan tubuh yang kuat. Selain memakan makanan yang bergizi dan olahraga rutin, diperlukan adanya vaksinasi untuk merangsang kekebalan tubuh, mengurangi resiko penulaaran dan dampak berat virus, serta untuk mencapai *herd immunity*. Pada 7 Desember 2020, bersamaan dengan Indonesia yang memiliki jumlah total kasus Covid-19 sebanyak 581.543 jiwa, Indonesia juga telah menerima 1,2 juta dosis vaksin jenis *Sinovac* buatan China. Kemudian pada 31 Desember 2020, 1,8 juta dosis vaksin jenis *Sinovac* datang kembali di Indonesia. Pada 11 Januari 2021, BPOM resmi memberikan izin penggunaan vaksin tersebut karena vaksin jenis *Sinovac* telah di uji efikasi atau kemanjurannya yang mencapai 65,3%. Vaksin pertama kali diberikan kepada Presiden Jokowi pada 13 Januari 2021.

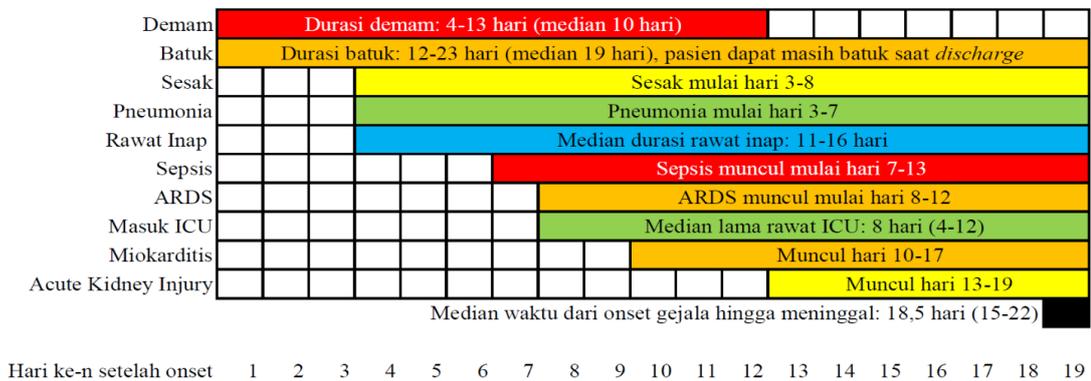
Pada 31 Januari 2021, meskipun vaksinasi sudah dilaksanakan oleh pemerintah Indonesia dan himbauan kepada masyarakatnya untuk segera melakukan vaksin, pasien terkonfirmasi positif Covid-19 meningkat pada hari itu sebanyak 14.518 kasus harian. Jumlah pasien positif Covid-19 terus mengalami penambahan kasus sejak 16 Juni 2021, pada saat itu kasus harian bertambah sebanyak 9.944 dan terus meningkat hingga puncaknya pada 15 Juli 2021 dengan kasus harian sebanyak 56.757 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Grafik Kasus Positif Covid-19 di Indonesia**

Kasus Covid-19 bertambah banyak pada Januari dan kasus kembali bertambah secara terus menerus pada pertengahan tahun 2021 sekitar bulan Juli dan Agustus. Pada pertengahan Oktober 2021 kasus Covid-19 mulai menurun, penambahan pasien kasus positif Covid-19 sudah dibawah 1000 kasus perharinya. Akan tetapi, perlu diwaspadai adanya pandemi gelombang ketiga. Karena kasus yang tetap bertambah tiap harinya meskipun pada kondisi saat ini grafik Covid-19 sudah melandai.

Pada Gambar 2.2 menunjukkan perjalanan penyakit yang diderita oleh pasien Covid-19. Gejala ringan yang diderita pasien Covid-19 biasanya ditandai dengan infeksi akut saluran pernapasan atas dengan tidak adanya komplikasi, batuk, demam, fatigue, nyeri tenggorokan, malaise, anoreksi, kongesti nasal atau sakit kepala, tidak menutup kemungkinan juga terjadi pada beberapa pasien gejala seperti diare dan muntah (Susilo et al., 2020).



**Gambar 2.2 Proses pemaparan virus Covid-19**

Sumber: (Susilo et al., 2020)

Pemeriksaan diagnosa Covid-19 dapat menggunakan beberapa alternatif, diantaranya.

1. Pemeriksaan antigen-antibodi, pada pemeriksaan ini perlu dipertimbangkan onset paparan serta durasi gejalanya, IgM dan IgA dapat terdeteksi setelah hari ke 3-6 onset gejala sedangkan IgG dapat terdeteksi setelah hari ke 10-18 onset gejala. Pemeriksaan ini tidak direkomendasikan oleh WHO untuk dijadikan sebagai diagnosis diagnosis utama, dilakukan pemeriksaan ulang jika dianggap terdapat faktor resiko terpapar virus (WHO, 2020) (Guo et al., 2020).
2. Pemeriksaan Virologi, dengan metode pemeriksaan yang dianjurkan adalah *real-time reversetranscription polymerase chain reaction* (rRT-PCR) dan dengan *sequencing*, sample dapat disebut positif SARS-CoV-2 ketika hasil rRT-PCR minimal positif pada dua buah target genom (N, E, S atau RdRP) dan didukung dengan hasil *sequencing* setengah genom atau semua genom virus yang cocok dengan SARS-CoV-2 (WHO, 2020).
3. Pengambilan spesimen, pengambilan specimen dapat dilakukan pada saluran

napas atas (swab nasofaring atau orofaring) dan bawah (*sputum*, *bronchoalveolar lavage [BAL]* atau *aspirat endotrakeal*) (WHO, 2020). SARS-CoV-2 juga dapat terdeteksi dengan baik melalui saliva, Hong Kong melakukan studi bahwa pemeriksaan melalui saliva tingkat deteksinya sebesar 91,7% pada pasien yang telah terpapar virus Covid-19 dengan virus tertinggi di awal onset (Guo et al., 2020) (To et al., 2020).

Pemerintah telah melakukan vaksinasi tahap kedua pada 21 Februari 2021. Pencapaian vaksinasi per tanggal 20 September 2021 lalu mencapai 79.657.762 jiwa penduduk Indonesia dengan dosis 1 dan 45.224.650 jiwa penduduk Indonesia dengan dosis 2. Namun beberapa waktu lalu, varian baru telah masuk di Indonesia pada Kamis 16 Desember 2021. Temuan kasus varian baru, Omicron diketahui telah terjangkit pada seorang petugas kebersihan yang sedang bekerja di RSDC Wisma Atlet Kemayoran Jakarta. Juru Bicara Vaksinasi Covid-19 dr.Siti Nadia Tirmidzi, M.Epid menghimbau untuk mengurangi aktivitas diluar rumah, selalu gunakan masker, rajin mencuci tangan dengan sabun, jaga jarak dan tetap waspada penularan Covid-19 yang daya tularnya lima kali lipat dari varian Delta.

## 2.2. Data Deret Waktu

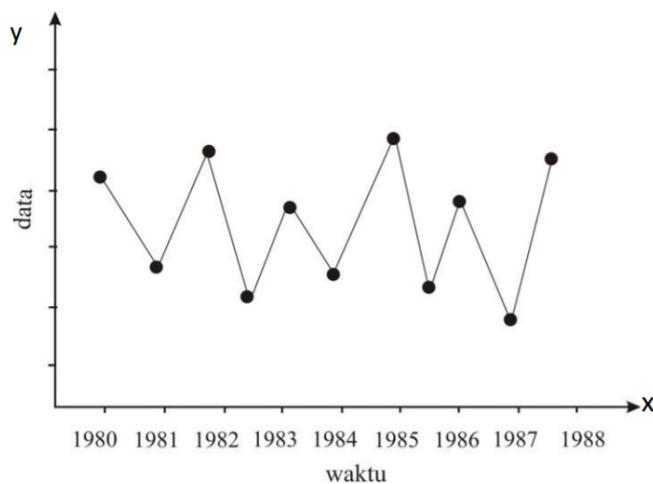
Data deret waktu atau *time series* merupakan kumpulan data atau informasi penelitian yang ukuran variabelnya berbentuk deretan periode waktu, seperti jam, hari, minggu, bulan, semester, tahun dan sebagainya. Mengukur data deret waktu bertujuan untuk mengetahui secara historis pola data tersebut dan menerapkannya untuk prediksi. Nilai variabel pada masa yang telah lampau merupakan komponen utama yang digunakan untuk mendapatkan hasil prediksi data deret waktu (Ludin, 2020).

Analisis deret waktu akan mempertimbangkan pengaruh waktu secara terurut. Sedangkan data deret waktu adalah kumpulan data berdasarkan urutan dan interval waktu tertentu. Kalibrasi hasil prediksi data deret waktu dilakukan terhadap data deret waktu yang telah lalu atau data historisnya. Dalam kalibrasi akan dihitung besar MAPE *out of sample* atau nilai MAPE yang didapatkan berdasarkan hasil prediksi untuk beberapa waktu kedepan dari data masa lampau. Hasil prediksi yang sangat baik dapat dibuktikan dari nilai MAPE yang cukup kecil dan dapat menirukan pola dari data yang telah lalu (Ruhiat and Suwanda, 2019).

Data deret waktu dapat digunakan untuk mendapatkan sebuah visualisasi dari sifat variabel atau keadaan tertentu pada waktu lampau untuk prediksi dari variabel tersebut pada masa depan. Terdapat beberapa komponen deret waktu, diantaranya.

1. Gerakan Horizontal

Pola deret waktu Gerakan horizontal atau biasa disebut data stasioner biasanya terjadi ketika data berfluktuasi di sekitar area rata-rata yang stabil dan membentuk sebuah garis horizontal. Contoh dapat dilihat pada Gambar 2.3.

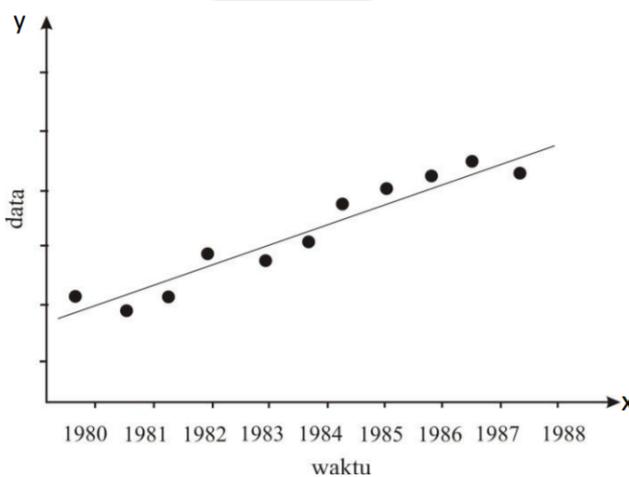


**Gambar 2.3 Pola Gerakan Horizontal**

Sumber: (Muhammad, 2018)

## 2. Gerakan Trend

Pola deret waktu Gerakan trend terjadi saat data cenderung mengarah ke suatu grafik turun atau naik dalam rentang waktu yang cukup lama dalam data. Contoh gerakan trend dapat dilihat pada 2.4.

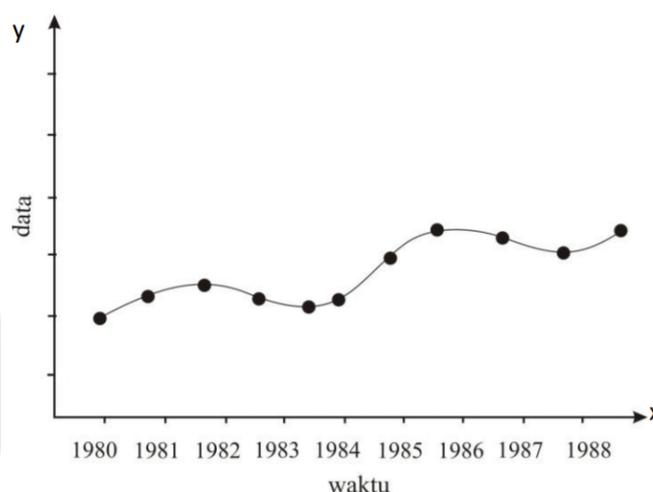


**Gambar 2.4 Pola Gerakan Trend**

Sumber: (Muhammad, 2018)

### 3. Gerakan Siklis

Pola deret waktu Gerakan siklis terjadi ketika data bergerak turun atau naik secara siklis di sekitar kondisi normal biasanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti siklus bisnis, industri, keuangan dan perdagangan. Gambar 2.5 adalah plot Gerakan siklis.

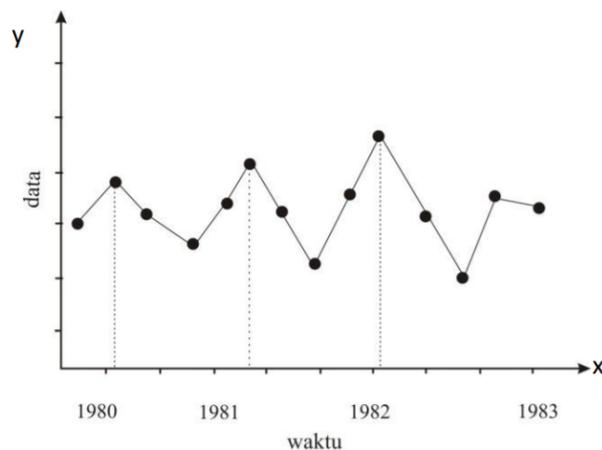


**Gambar 2.5 Pola Gerakan Siklis**

Sumber: (Muhammad, 2018)

### 4. Gerakan Musiman

Pola deret waktu Gerakan musiman terjadi ketika sebuah data yang terbentuk secara berulang-ulang selama satu tahun dan dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya hari-hari pada minggu tertentu, bulanan atau kuartal tahun tertentu). Plot pada Gambar 2.6 menunjukkan bahwa data memiliki pola yang berulang tiap 4 bulan.



**Gambar 2.6 Pola Gerakan Musiman**

Sumber: (Muhammad, 2018)

### 2.3. Prediksi

Prediksi ialah perkiraan atau estimasi terhadap sesuatu yang akan datang. Dengan dibuatnya aplikasi prediksi maka akan membantu menentukan langkah kebijakan di kejadian yang akan datang. Akurasi ramalan merupakan faktor paling utama dalam penggunaan sistem prediksi. Oleh karena itu pemilihan metode yang cocok sangat dibutuhkan supaya dapat menghasilkan keluaran yang akurat. Data kasus harian termasuk ke dalam data deret waktu yang dapat digunakan untuk memprediksi beberapa periode ke depan (Pratama et al., 2020).

Prediksi menurut Fardhani *et al* (2018) yaitu upaya seseorang dalam melakukan estimasi sebuah hal ataupun peristiwa yang memungkinkan terjadi pada masa yang akan datang dengan didasari oleh informasi dan data yang saling berhubungan dengan histori yang ada atau data-data yang telah didapatkan pada masa lampau dengan menggunakan sebuah metode ilmiah dalam proses prediksi tersebut (Fardhani et al., 2018).

Prediksi dibedakan menjadi dua macam berdasarkan sifatnya yaitu:

1. Prediksi kuantitatif merupakan prediksi yang didasarkan pada angka atau data historis dari masa lampau.
2. Prediksi kualitatif merupakan prediksi yang didasarkan pada suatu pihak yang memberikan sebuah pendapat sehingga hasil prediksi tersebut akan bergantung pada penyusunnya yang didasarkan pada pendapat, pengetahuan dan intuisi pembuatnya.

Covid-19 telah menciptakan efek yang menghancurkan tidak hanya pada ekonomi, tetapi juga pada rantai pasokan, yang mengakibatkan hilangnya pekerjaan, peningkatan kemiskinan dan kerusakan sosial, menyebabkan hilangnya pembelajaran dalam pendidikan, memburuknya psikologi manusia dan sebagainya. Lingkungan seperti itu telah membuat prediksi kasus atau kematian Covid-19 baru menjadi area penelitian yang mendesak dan penting. Banyak peneliti dari berbagai disiplin ilmu seperti kesehatan, matematika, teknik, keuangan, ekonomi telah mulai menggunakan teknik prediksi yang berbeda untuk mendapatkan wawasan yang lebih baik tentang penyebaran pandemi (Ekinci, 2021).

#### 2.4. Normalisasi

Normalisasi data merupakan suatu proses transformasi data pada tiap-tiap nilainya pada rentang 0 hingga 1. Normalisasi data bertujuan untuk memperoleh data dalam besaran yang cukup kecil dari data asli tanpa mengubah atau menghilangkan karakteristik data itu sendiri. Persamaan 2.1 merupakan rumus normalisasi data.

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (2.1)$$

Dimana:

$z_i$  = Nilai data normalisasi.

$x_i$  = Nilai data yang akan dinormalisasi.

$\min(x)$  = Nilai terkecil dari seluruh data.

$\max(x)$  = Nilai terbesar dari seluruh data.

## 2.5. Denormalisasi

Denormalisasi data merupakan proses pengembalian data pada nilai asalnya.

Berikut Persamaan 2.2 merupakan proses denormalisasi.

$$y_{d_i} = z_i[\max(x) - \min(x)] + \min(x) \quad (2.2)$$

Dimana:

$y_{d_i}$  = Nilai data denormalisasi.

$z_i$  = Nilai data yang akan di denormalisasi.

$\min(x)$  = Nilai terkecil dari seluruh data.

$\max(x)$  = Nilai terbesar dari seluruh data.

## 2.6. K-Means Clustering

Pada bidang statistik dan *Machine Learning*, penggolongan *K-Means* adalah metode analisis partisi kelompok  $n$  ke dalam  $k$  cluster (kelompok) (Hidayat et al., 2017). Fungsi algoritma ini adalah untuk melakukan pengelompokan data ke dalam bentuk  $k$  kelompok. Pada tiap kelompok terdapat sebuah *centroid* (titik pusat) yang merepresentasikan kelompok tersebut.

*K-Means Clustering* merupakan suatu metode *clustering* dari bidang Data Mining yang proses pemodelannya *unsupervised* (tidak terawasi) dan metode

pengelompokannya menggunakan sistem partisi (Saputra et al., 2021). Ada dua jenis data yang biasanya digunakan untuk mengelompokan data yaitu pengelompokan data *Hierarchical* (berbasis hirarki) dan pengelompokan *Non-Hierarchical*. *K-Means* adalah salah satu metode pengelompokan data *non-hierarchical* atau pengelompokan partisi (*Partional Clustering*). Persamaan 2.3 yang akan digunakan untuk menghitung *K-Means Clustering*:

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_j)^2} \quad (2.3)$$

Dimana:

$x_i$  = variabel data ke-i.

$\mu_j$  = *centroid* data masukan ke-j.

Hasil *cluster* yang baik akan memiliki kemiripan tinggi dalam sebuah kelas atau kelompok serta tingkat kemiripan yang cukup rendah antar kelompok atau kelas. Maksud dari kemiripan di atas adalah ukuran numerik masing-masing objek tersebut. Untuk mengolah data pembelajaran, algoritma *K-means* dalam penambangan data diawali dengan pemilihan *centroid* secara acak yang dipakai untuk inisialisasi awal tiap-tiap *cluster*. Kemudian perhitungan akan dilakukan secara berulang-ulang untuk mendapatkan posisi optimal tiap *centroidnya*. Metode ini akan berhenti membuat dan mengoptimalkan *cluster* ketika:

1. *Centroid* tidak berubah-ubah atau telah stabil, karena tidak adanya perubahan nilai *centroid* maka pengelompokan telah berhasil.
2. Jumlah iterasi sudah mencapai batas maksimal yang telah ditentukan.

Pengelompokan data bertujuan agar objek yang tergabung di dalam suatu kelompok merupakan objek yang memiliki kemiripan satu dengan yang lain artinya

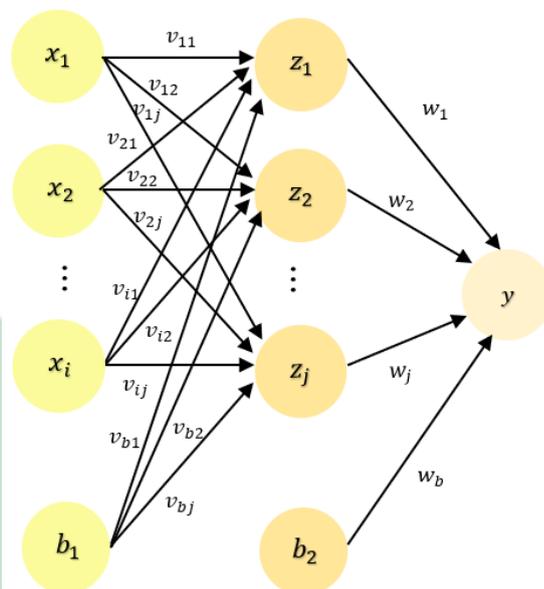
tingkat kemiripan data lebih besar atau homogenitas dalam sebuah kelompok, dan memiliki perbedaan yang cukup besar dengan objek yang berada pada kelompok lain (Hidayat et al., 2017).

## 2.7. Jaringan Saraf Tiruan

Kecerdasan Buatan merupakan anggota dari ilmu komputer yang akan membahas cara pembuatan mesin atau program dan mampu melakukan pekerjaan lebih baik dari manusia. Kecerdasan Buatan akan membuat model seperti kecerdasan pada manusia menggunakan logika, aturan jika-maka, pohon keputusan dan pembelajaran mesin termasuk *Deep Learning* (Solikhun et al., 2017). Jaringan Saraf Tiruan Ini dirancang untuk mempelajari perilaku nyata, non-linear, statis-dinamis, sistem kompleks dengan simulasi komputer melalui pengenalan, klasifikasi dan generalisasi pola yang dipelajari. Komponen JST terdiri dari sebagian besar elemen pemrosesan yang saling terhubung dan saling berinteraksi (neuron buatan) yang diatur dalam lapisan yang analog dengan neuron biologis yang diikat bersama dengan koneksi berbobot (bobot sinaptik) yang analog dengan sinapsis biologis (Kopal et al., 2019).

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan satu dari banyak metode prediksi baru yang telah berkembang. Jaringan Saraf Tiruan adalah generalisasi dari model matematika yang mengadopsi cara kerja sel otak manusia yang dapat memberikan proses rangsangan dan memberikan keluaran (Rahman, 2018). Hasil keluaran berasal dari variasi rangsangan dan suatu proses yang telah terjadi di dalam otak manusia. Hasil kompleksitas otak berupa kemampuan manusia ketika memproses suatu informasi. Otak manusia memiliki kemampuan komputasi yang luar biasa ini dapat dijadikan sebagai kelebihan dalam mengkaji ilmu pengetahuan termasuk dalam hal memprediksikan sesuatu (Jefika et al., 2020). Metode JST diantaranya

adalah *Perceptron*, *Backpropagation*, *Radial Basis Function Neural Network*, *Long-Short Term Memory* dan lain-lain.



**Gambar 2.7** Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan.

Sumber: (Rahman, 2018)

Jaringan Saraf Tiruan akan mengoperasikan angka secara langsung sehingga jika ada data yang non-numerik maka perlu diubah kedalam data numerik (Ukkas et al., 2018). Jaringan Saraf Tiruan memiliki tiga lapisan diantaranya lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran seperti pada Gambar 2.7. Pada lapisan tersembunyi, data dari lapisan masukan akan di proses menggunakan Persamaan 2.4. kemudian setelah hasil  $z_{ij}$  didapatkan, nilainya akan diaktivasi menggunakan fungsi aktivasi dengan Persamaan 2.5.

$$Z_{ij} = v_{bj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2.4)$$

$$Z'_{ij} = f(Z_{ij}) \quad (2.5)$$

Dimana:

$Z_{ij}$  = perhitungan lapisan tersembunyi dan bobot.

$v_{bj}$  = bias pada lapisan tersembunyi node ke-j.

$x_i$  = data ke-i.

$v_{ij}$  = bobot ke-i dari node tersembunyi ke-j.

$Z'_{ij}$  = fungsi aktivasi lapisan tersembunyi

Pada lapisan tersembunyi telah didapatkan nilai numerik di tiap-tiap neuronnya yang akan diteruskan pada lapisan keluaran. Pada lapisan keluaran sinyal akan diproses menggunakan Persamaan 2.6 . kemudian setelah hasil  $Y_{ik}$  didapatkan, nilainya akan diaktivasi menggunakan fungsi aktivasi dengan Persamaan 2.7.

$$Y_{ik} = w_{bk} + \sum_{i=1}^n z_j w_{jk} \quad (2.6)$$

$$Y'_{ik} = f(Y_{ik}) \quad (2.7)$$

Dimana:

$Y_{ik}$  = perhitungan nilai keluaran.

$w_{bk}$  = bias pada lapisan keluaran node ke-k.

$z_j$  = node tersembunyi ke-j.

$w_{jk}$  = bobot ke-j dari node ke-k.

$Y'_{ik}$  = fungsi aktivasi lapisan keluaran

Jaringan Saraf Tiruan beberapa tahun terakhir telah dikembangkan oleh banyak peneliti untuk mengoptimalkan performanya. Salah satu metode

pengembangan Jaringan Saraf Tiruan adalah *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN) dengan proses kerja yang lebih cepat dari metode jaringan saraf tiruan lainnya. RBFNN hanya memiliki 1 lapisan tersembunyi sedangkan metode lain memiliki lapisan tersembunyi lebih dari satu.

## **2.8. Radial Basis Function Neural Network**

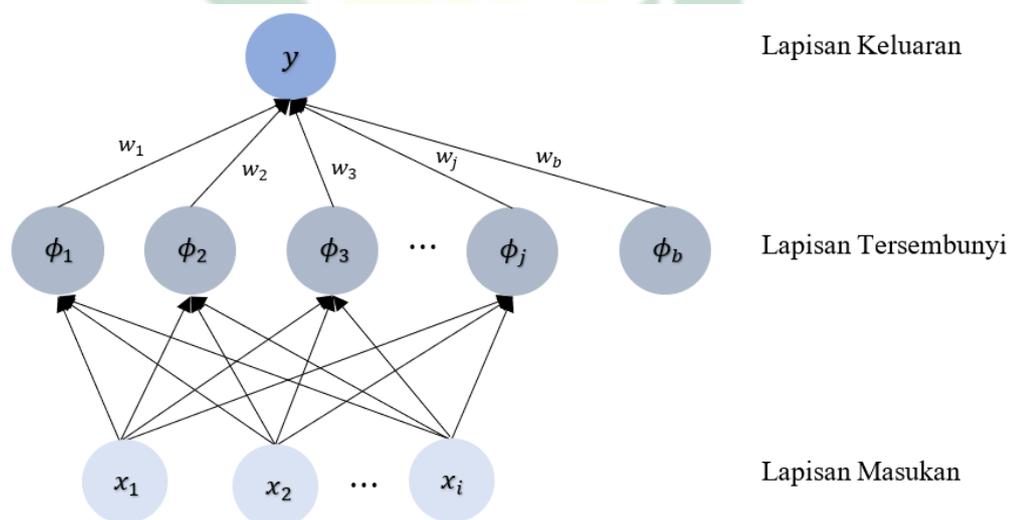
*Radial Basis Function Neural Network* adalah suatu metode pengembangan jaringan saraf tiruan yang pelatihannya menggunakan metode terawasi atau *supervised learning*. Model jaringan pada RBFNN hampir menyerupai jaringan saraf tiruan *multi layer perceptron* (Wahyuningrum, 2020). Perbedaan antara keduanya berada pada fungsi aktivasi yang digunakan, *Radial Basis Function Neural Network* menggunakan fungsi gaussian pada hidden layer-nya sedangkan *Multi Layer Perceptron* menggunakan fungsi sigmoid (Hadimarta et al., 2020).

Kelebihan dari RBFNN ini yaitu memiliki iterasi komputasi yang lebih cepat dibandingkan dengan metode Jaringan Saraf Tiruan lain. RBFNN menggunakan fungsi linear antara lapisan masukan dan lapisan tersembunyi. Jumlah lapisan tersembunyi pada RBFNN akan diperbarui secara urut sampai target error tercapai. Untuk setiap neuron pada lapisan tersembunyi ditambahkan, jarak antara vektor masukan dan vektor keluaran dihitung dengan norma *Euclidean*. Kemudian, neuron diaktifkan menggunakan fungsi aktivasi Gaussian sebagai jenis umum dari radial basis fungsi (RBF) (Madhiarasan, 2020). Setelah proses ini, sinyal keluaran dinotasikan dengan  $y$ . Jika jumlah *square error* kurang dari sasaran error yang sebelumnya ditetapkan atau jumlah neuron tersembunyi memiliki jumlah yang sama dari vektor masukan, maka iterasi akan berakhir. Jika tidak, iterasi akan terus berlangsung dan nilai-nilai *width*, *weight* dari *radial basis*

*function* akan diperbarui, setelah neuron tersembunyi ditambahkan dan iterasi akan diulang.

RBFNN adalah jaringan saraf tiga lapis dengan beberapa neuron di lapisan tersembunyi. Dalam RBFNN, fungsi aktivasi basis radial non-linier dialokasikan untuk lapisan tersembunyi sementara fungsi linier digunakan untuk lapisan keluaran. Mirip dengan MLPNN, RBFNN dapat dilatih menggunakan algoritma propagasi balik yang diawasi (Kermani et al., 2020).

Terdapat 3 lapisan pada RBFNN yaitu lapisan masukan, satu lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran. RBFNN memiliki bobot terletak antara lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran, fungsi aktivasi terdapat pada lapisan tersembunyi yang dapat menghasilkan nilai berupa persamaan nonlinear dan pada lapisan keluaran metode RBFNN menghasilkan nilai berupa persamaan linear.



**Gambar 2.8** Arsitektur *Radial Basis Function Neural Network*.

Sumber: (Praswoto et al., 2021)

Lapisan tersembunyi memiliki dimensi yang besar karena semua neuron lapisan masukan terhubung langsung dengannya, dan setiap neuron tersembunyi di

lapisan tersembunyi memiliki parameter seperti lebar dan posisi tengah. Setiap neuron tersembunyi di lapisan tersembunyi memiliki fungsi aktivasi (Sembiring and Sondang, 2018).

Jaringan yang menghubungkan lapisan masukan dengan lapisan tersembunyi terdapat sebuah proses *clustering* menggunakan metode *K-Means* untuk mendapatkan nilai pusat dan jarak datanya. Kedua nilai tersebut akan digunakan menghitung fungsi aktivasi pada lapisan tersembunyi. Peramalan dengan jaringan syaraf tiruan melibatkan beberapa proses yaitu *clustering* untuk karakteristik data deret waktu, hubungan antara data deret waktu dengan kriteria deskripsinya dan prediksi pada suatu data deret waktu (Ayunda, 2017). Keluaran dari lapisan tersembunyi adalah bentuk dari keluaran lapisan masukan dan ditransfer ke lapisan keluaran dalam bentuk linier. Bobot diperbarui secara rekursif untuk mendapatkan kesalahan keluaran minimum (Madhiarasan, 2020).

Adapun tahapan pembentukan *Radial Basis Function Neural Network* adalah sebagai berikut.

1. Menentukan *centroid* dan jarak data dari variable masukan pada setiap lapisan tersembunyi menggunakan metode *K-Means*.
2. Menentukan jumlah banyaknya neuron masukan.
3. Data observasi yang digunakan akan dibagi menjadi dua bagian yaitu data latih dan data uji.
4. Menentukan jumlah banyaknya neuron lapisan tersembunyi.
5. Menghitung fungsi aktivasi gaussian menggunakan persamaan 2.8

$$\phi_n(x_i) = \exp^{-\frac{x^2}{2\sigma_j^2}} \quad (2.8)$$

Dengan  $x$  adalah

$$x = \|x_i - \mu_{ij}\| \quad (2.9)$$

Dimana  $x_i$  = data masukan,  $\mu_{ij}$  = jarak data ke- $i$  cluster ke- $j$  dan  $\sigma_j$  = pusat data ke- $j$ .

6. Menghitung perubahan nilai bobot dengan menggunakan Persamaan 2.23.

Nilai bobot dengan nilai eror minimum akan ditentukan dengan menurunkan Persamaan 2.10 hingga menjadi Persamaan 2.23 (Imawati, 2017).

$$SSE = \sum_{s=1}^m (\hat{y}_s - y_s)^2 \quad (2.10)$$

Dengan  $\hat{y}_s$  = target variabel keluaran ke- $s$ ,  $y_s$  = nilai variabel keluaran ke- $s$ ,  $m$  = banyaknya pengamatan.

Agar mendapatkan nilai optimum dari  $w_{js}$  perlu diturunkan Persamaan 2.10 menjadi.

$$\frac{\partial SSE}{\partial w_j} = 2 \sum_{i=1}^n (y_s - \hat{y}_s) \frac{\partial y}{\partial w_{js}} \quad (2.11)$$

Berdasarkan dari Persamaan 2.24 akan didapatkan

$$\frac{\partial y}{\partial w_{js}} = \phi_j(x) \quad (2.12)$$

Kemudian, Persamaan 2.12 akan disubstitusikan dengan Persamaan 2.11 dan

akan disama dengankan nol.

$$2 \sum_{s=1}^m (y_s - \hat{y}_s) \phi_j(x) = 0$$

$$2 \sum_{s=1}^m y_s \phi_j(x) = 2 \sum_{s=1}^m \hat{y}_s \phi_j(x)$$

$$\sum_{s=1}^m y_s \phi_j(x) = \sum_{s=1}^m \hat{y}_s \phi_j(x) \quad (2.13)$$

Agar Persamaan 2.13 mendapatkan penyelesaian tunggal maka akan ditulis dengan notasi vektor sebagai berikut.

$$\phi_j^T y = \phi_j^T \hat{y} \quad (2.14)$$

dengan,

$$\phi_j = \begin{bmatrix} \phi_j x_1 \\ \phi_j x_2 \\ \dots \\ \phi_j x_n \end{bmatrix}, y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_m \end{bmatrix}, \hat{y} = \begin{bmatrix} \hat{y}_1 \\ \hat{y}_2 \\ \dots \\ \hat{y}_m \end{bmatrix}$$

Terdapat  $k$  persamaan ditiap niali  $j$ , maka Persamaan 2.14 juga dapat ditulis

$$\begin{bmatrix} \phi_1^T y \\ \phi_2^T y \\ \dots \\ \phi_k^T y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_1^T \hat{y} \\ \phi_2^T \hat{y} \\ \dots \\ \phi_k^T \hat{y} \end{bmatrix}$$

$$\phi^T y = \phi^T \hat{y} \quad (2.15)$$

dengan

$$\phi = \begin{bmatrix} \phi_1 & \phi_2 & \cdots & \phi_k \end{bmatrix}$$

$$\phi = \begin{bmatrix} \phi_1(x_1) & \phi_2(x_1) & \cdots & \phi_k(x_1) \\ \phi_1(x_2) & \phi_2(x_2) & \cdots & \phi_k(x_2) \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ \phi_1(x_n) & \phi_2(x_n) & \cdots & \phi_k(x_n) \end{bmatrix}$$

Komponen ke- $i$  dari  $y$  ketika bobot berada pada nilai yang optimum adalah

$$y = \sum_{j=1}^k w_{js} \phi_j(x) = \phi_i^T \hat{w} \quad (2.16)$$

dimana,

$$\phi_i = \begin{bmatrix} \phi_1(x_i) \\ \phi_2(x_i) \\ \cdots \\ \phi_k(x_i) \end{bmatrix}$$

Dari Persamaan 2.16 diatas akan didapatkan

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots \\ y_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_1^T \hat{w} \\ \phi_2^T \hat{w} \\ \cdots \\ \phi_k^T \hat{w} \end{bmatrix} = \phi \hat{w} \quad (2.17)$$

Persamaan 2.17 akan disubstitusikan ke Persamaan 2.14

$$\begin{aligned}\phi^T \phi \hat{w} &= \phi^T \hat{y} \\ \hat{w} &= (\phi^T \phi)^{-1} \phi^T \hat{y} \\ \hat{w} &= A^{-1} \phi^T \hat{y}\end{aligned}$$

Proses selanjutnya yaitu akan ditambahkan parameter regulasi yang bernilai positif pada SSE sehingga didapatkan.

$$C = \sum_{s=1}^m (y_s - \hat{y}_s)^2 + \lambda \sum_{j=1}^k w_{js}^2 \quad (2.18)$$

Dimana  $\hat{y}_s$  = target variabel keluaran ke-s.  $y_s$  = nilai variabel keluaran ke-s.  $m$  = banyak data observasi.  $\lambda$  = parameter regulasi.  $w_{js}$  = bobot dari neuron tersembunyi ke-j ke neuron keluaran ke-s.

Bobot optimum didapatkan dengan cara mendifferensialkan Persamaan 2.18 dengan variabel bebas kemudian disama dengankan nol.

$$\begin{aligned}\frac{\partial C}{\partial w_{js}} &= 2 \sum_{s=1}^m (y_s - \hat{y}_s) \frac{\partial y_s}{\partial w_{js}} + 2\lambda w_{js} \\ 0 &= 2 \sum_{s=1}^m y_s \frac{\partial y_s}{\partial w_{js}} - 2 \sum_{i=1}^n \hat{y}_s \frac{\partial y_s}{\partial w_{js}} + 2\lambda w_{js} \\ 0 &= \sum_{s=1}^m y_s \frac{\partial y_s}{\partial w_{js}} - \sum_{s=1}^m \hat{y}_s \frac{\partial y_s}{\partial w_{js}} + \lambda w_{js} \\ \sum_{i=1}^n y_s \frac{\partial y_s}{\partial w_{js}} + \lambda w_{js} &= \sum_{i=1}^n \hat{y}_s \frac{\partial y_s}{\partial w_{js}}\end{aligned} \quad (2.19)$$

Dari Persamaan 2.12, Persamaan 2.19 menjadi.

$$\sum_{i=1}^n f_i \phi_j(x_i) + \lambda w_{ji} = \sum_{i=1}^n y_i \phi_j(x_i) \quad (2.20)$$

Kemudian akan dinotasikan menjadi.

$$\phi_j^T y + \lambda \hat{w}_{js} = \phi_j^T \hat{y} \quad (2.21)$$

Terdapat m persamaan untuk tiap nilai j, Persamaan 2.21 dapat ditulis

$$\begin{bmatrix} \phi_1^T y \\ \phi_2^T y \\ \dots \\ \phi_k^T y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \lambda \hat{w}_1 \\ \lambda \hat{w}_2 \\ \dots \\ \lambda \hat{w}_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_1^T \hat{y} \\ \phi_2^T \hat{y} \\ \dots \\ \phi_k^T \hat{y} \end{bmatrix}$$

$$\phi^T y + \lambda \hat{w} = \phi^T \hat{y} \quad (2.22)$$

dengan  $\lambda$  = parameter regulasi.  $\hat{w}$  = vektor bobot.  $\hat{y}$  = vektor target.  $\phi$  = matriks desain.

$$\phi = \begin{bmatrix} \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_k \end{bmatrix}$$

$$\phi = \begin{bmatrix} \phi_1(x_1) & \phi_2(x_1) & \dots & \phi_k(x_1) \\ \phi_1(x_2) & \phi_2(x_2) & \dots & \phi_k(x_2) \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \phi_1(x_n) & \phi_2(x_n) & \dots & \phi_k(x_n) \end{bmatrix}$$

$y$  = perkalian  $\phi$  dengan  $\hat{w}$

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_1^T \hat{w} \\ \phi_2^T \hat{w} \\ \dots \\ \phi_k^T \hat{w} \end{bmatrix} = \phi \hat{w}$$

Dari definisi-definisi diatas didapatkan Persamaan berikut

$$\begin{aligned} \phi^T \hat{y} &= \phi^T y + \lambda \hat{w} \\ &= \phi^T \phi \hat{w} + \lambda \hat{w} I_m \\ &= (\phi^T \phi + \lambda I_m) \hat{w} \end{aligned}$$

dengan  $I_m$  = matriks identitas. Sehingga didapatkan persamaan untuk bobot adalah

$$w = (\phi^T \phi + \lambda I_m)^{-1} \phi^T y \quad (2.23)$$

7. Menghitung nilai keluaran jaringan RBFNN dengan Persamaan 2.24.

$$y = \sum_{j=1}^m w_j \phi_j + b \quad (2.24)$$

## 2.9. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi adalah suatu fungsi yang melambangkan sebuah keterkaitan antara tingkat aktivasi internal (*summation function*) yang kemungkinan berbentuk linier ataupun non linier. Fungsi aktivasi juga menentukan nilai keluaran dari suatu neuron (Sugiarto, 2019). *Radial Basis Function Neural Network* menggunakan fungsi basis sebagai fungsi aktivasinya. Fungsi aktivasi gaussian adalah fungsi

yang paling banyak digunakan pada penelitian sebelumnya yang menerapkan metode *Radial Basis Function Neural Network*. Adapun beberapa fungsi basis adalah sebagai berikut.

1. Fungsi multikuadratik

$$\phi = (x^2 + \sigma^2)^{\frac{1}{2}} \quad (2.25)$$

2. Fungsi invers multikuadratik

$$\phi = \frac{1}{(x^2 + \sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (2.26)$$

3. Fungsi gaussian. Fungsi aktivasi gaussian adalah fungsi aktivasi yang paling sering digunakan pada penerapan metode *Radial Basis Function Neural Network*. Hal ini dikarenakan performanya lebih baik dibandingkan dengan fungsi aktivasi lain (Muhammad et al., 2020) Fungsi aktivasi gaussian ini menggunakan rumus pada Persamaan 2.8

Untuk mendapatkan nilai  $\sigma$  terdapat beberapa cara yang digunakan oleh penelitian sebelumnya, diantaranya.

1. Nilai  $\sigma$  didapatkan langsung dari nilai *centroid* pada proses *clustering* (Wulandari et al., 2017) (Muhammad et al., 2020).
2. Nilai  $\sigma$  dapat diperoleh dari hasil bagi antara jarak max antar cluster dan akar dari jumlah cluster, seperti pada Persamaan 2.27 (Wahyuningrum, 2020) (Praswoto et al., 2021) (Santosa et al., 2016).

$$\sigma = \frac{D_{max}}{\sqrt{n}} \quad (2.27)$$

### 2.10. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan metode untuk menghitung nilai atau besaran kesalahan relatif. Model terbaik dapat ditentukan dengan melakukan uji kesesuaian model yang didapatkan dari nilai sisa. MAPE merepresentasikan persentase kesalahan dari suatu hasil prediksi dengan data aktual atau data asli dalam periode waktu tertentu dan nantinya nilai MAPE yang diperoleh akan digunakan sebagai informasi tinggi rendahnya nilai persentase kesalahan. Dengan kata lain MAPE adalah nilai hasil perhitungan rata-rata kesalahan mutlak dalam periode waktu tertentu dan akan dikalikan dengan 100% agar memperoleh hasil berupa nilai persen (Atchade and Sokadjo, 2021). Nilai kesesuaian model dapat dihitung dengan MAPE menggunakan rumus pada Persamaan 2.28.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t}}{T} \times 100\% \quad (2.28)$$

Dimana:

$Y_t$  = data aktual periode ke-t

$F_t$  = data prediksi periode ke-t

T = jumlah total data observasi

**Tabel 2.1 Rentang nilai MAPE**

| MAPE        | Kategori                   |
|-------------|----------------------------|
| $\leq 10\%$ | Model Prediksi Sangat Baik |
| 10% – 20%   | Model Prediksi Baik        |
| 20% – 50%   | Model Prediksi Layak       |
| $\geq 50\%$ | Model Prediksi Buruk       |

Jika dilihat dari Tabel 2.1 nilai prediksi akan sangat baik jika MAPE yang

didapatkan tidak lebih dari 10% dan dapat disebut dengan hasil yang baik jika persentase yang didapatkan berada dalam rentang 10% sampai 20%.

### 2.11. Pandangan Islam Terhadap Prediksi Covid-19

Dari data masa lalu didapatkan model prediksi kasus positif Covid-19 yang berguna untuk memberikan kewaspadaan kepada masyarakat dan pemerintah bisa melakukan penanggulangan dini terhadap penyebaran virus Covid-19. Prediksi berdasarkan data masa lalu untuk keperluan riset dibolehkan untuk dilakukan selama riset tersebut tidak menyekutukan Allah, namun jika prediksi/peramalan yang didasarkan pada jin, dukun atau hal lainnya maka hukumnya haram. Pada surat An-Naml[27] ayat 65 dibawah ini telah dijelaskan bahwa tidak ada seorangpun makhluk ciptaan Allah yang mampu mengetahui kejadian dimasa yang akan datang termasuk pada hari mereka akan bangkit dari alam kubur.

قُلْ لَا يَعْلَمُ مَنْ فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ الْغَيْبَ إِلَّا اللَّهُ وَمَا يَشْعُرُونَ أَيَّانَ يُبْعَثُونَ ﴿٦٥﴾

Artinya: “Katakanlah (Muhammad), Tidak ada sesuatu pun di langit dan di bumi yang mengetahui perkara yang ghaib, kecuali Allah. Dan mereka tidak mengetahui kapan mereka akan dibangkitkan” (QS. An-Naml[27]:65).

Prediksi ilmiah merupakan prediksi yang berasal dari pemikiran manusia yang didasarkan pada keilmiah atau ilmu pengetahuan. Prediksi yang didasarkan pada ilmu pengetahuan seperti ini tidak haram dan masih diperbolehkan selagi memiliki manfaat dan kemaslahatan bagi umat manusia. Dalam kasus seperti ini, terdapat juga manusia yang merasa mempunyai kemampuan untuk mengetahui peristiwa apa yang memiliki peluang akan terjadi pada masa yang akan datang, padahal dirinya hanya manusia yang pasti memiliki banyak keterbatasan. Terdapat

sebuah hadis yang diriwayatkan oleh Muslim tentang larangan Rasulullah untuk mendatangi peramal.

وَإِنَّ مِنَّا رِجَالًا يَأْتُونَ الْكُهَّانَ قَالُوا فَلَا تَأْتِهِمْ (رواه مسلم)

Artinya: ”diantara kami ada yang mendatangi tukang ramal, rasulullah SAW berkata ‘jangan datang tukang ramal tersebut’” (HR.Muslim).

Pada akhir 2019 lalu seluruh dunia telah digemparkan oleh sebuah virus yang penyebarannya sangat cepat. Pada Februari 2020 WHO telah mengonfirmasi adanya sebuah virus yang disebut dengan nama *Coronavirus Disease 2019* (Covid-19). Allah SWT telah memaparkan petunjuk Al-Qur’an untuk menuntun jalan hidup seorang mukmin Ketika menghadapi sebuah masalah seperti pandemi saat ini. Al-Qur’an sudah menjelaskan bahwa tiada seorangpun hamba yang ditimpa cobaan atau musibah kecuali memang Allah telah menetapkan takdir musibah tersebut terhadapnya (Supriatna, 2020). Seperti firman Allah SWT pada surat At-Thaghabun[64] ayat 11 dibawah ini.

مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ وَمَنْ يُؤْمِنْ بِاللَّهِ يَهْدِ اللَّهُ قَلْبَهُ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿١١﴾

S U R A B A Y A

Artinya: “Tidak ada musibah yang menimpa seseorang kecuali dengan izin Allah dan barangsiapa yang beriman kepada Allah Subhanahu wa Ta’ala, Allah akan memberi petunjuk kepada hatinya. Allah maha mengetahui segala sesuatu.” (QS. At-Thaghabun[64]:11).

Pada zaman Kaum muslimin terdahulu pernah terjadi suatu wabah penyakit yang disebut tha’un. Ulama-ulama, kyai, dan ustadz menyatakan bahwa wabah Covid-19 saat ini sama dengan tha’un di masa lampau, karena terdapat kesamaan

antara keduanya yaitu sama-sama menyebarkan virus secara cepat (Khaeruman et al., 2019). Imam Bukhari dan Muslim telah meriwayatkan bahwa tha'un memiliki arti wabah penyakit yang menular.

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الطَّاعُونَ آيَةُ الرَّجْزِ ابْتَلَى اللَّهُ عَزَّوَجَلَّ بِهِ نَاسًا مِنْ عِبَادِهِ  
فَإِذَا سَمِعْتُمْ بِهِ فَلَا تَدْخُلُوا عَلَيْهِ وَإِذَا وَقَعَ بِأَرْضِ وَأَنْتُمْ بِهَا فَلَا تَفِرُّوا مِنْهُ (رواه البخاري و

مسلم)

Artinya: “Rasulullah SAW bersabda: Tha'un (wabah penyakit menular) adalah suatu peringatan dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala untuk menguji hamba-hamba-Nya dari kalangan manusia. Maka apabila kamu mendengar penyakit itu berjangkit di suatu negeri, janganlah kamu masuk ke negeri itu. Dan apabila wabah itu berjangkit di negeri tempat kamu berada, jangan pula kamu lari daripadanya” (HR. al-Bukhari dan Muslim).

Al-Qur'an telah menjelaskan pada surat An-Naml[27] ayat 18 bahwa jika terdapat suatu wabah penyakit yang menyebar pada suatu daerah dianjurkan agar tetap berada didalam rumah. Ayat dibawah ini menjelaskan bahwa raja semut memerintahkan seluruh pasukannya untuk tetap berada didalam lembah agar tidak terinjak oleh bala tantara Sulaiman, hal ini dapat diibaratkan sebagai pemimpin daerah yang menganjurkan seluruh masyarakatnya untuk tetap didalam rumah agar dapat mengurangi penyebaran virus Covid-19 agar tidak semakin meluas.

حَتَّىٰ إِذَا آتَوَا عَلَىٰ وَادِ النَّمْلِ قَالَتْ نَمَلَةٌ يَأَيُّهَا النَّمْلُ ادْخُلُوا مَسْكِنَكُمْ لَا يَحْطِمَنَّكُمْ سُلَيْمٌ  
وَجُنُودُهُ ۗ وَهُمْ لَا يَشْعُرُونَ ﴿١٨﴾

Artinya: “Hingga ketika mereka sampai di lembah semut, berkatalah seekor semut, Wahai semut-semut! Masuklah ke dalam sarang-sarang mu, agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan bala tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari” (QS. An-Naml[27]:18).

Ibnu Sina pernah berkata bahwa kepanikan, kegelisahan merupakan separuh dari penyakit. Kitab Musthofa Husni yang berjudul *Isy Allah Zah (Attas Lin Nashri Wal Intaji' Wal I'Lami)* pada tahun 2015 cetakan 1 hal 161 telah menjelaskan syair Ibnu Sina tersebut. Ayat dibawah ini dapat membantu untuk memberikan ketenangan dan kesabaran dalam menghadapi pandemi yang sedang terjadi saat ini.

أَلَوْهَمْ نِصْفُ الدَّاءِ ۗ وَالْإِطْمِئْنَانُ نِصْفُ الدَّوَاءِ ۗ وَالصَّبْرُ أَوَّلَ خُطَوَاتِ الشِّفَاءِ ۗ

Artinya: “Kegelisahan atau kepanikan merupakan separuh dari penyakit. Dan ketenangan adalah separuh obat. Kesabaran menghadapi cobaan ini adalah awal dari kesembuhan.”

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Data yang diproses pada penelitian ini yaitu data kasus positif Covid-19 dengan menerapkan metode *Radial Basis Function Neural Network*. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah banyaknya kasus terkonfirmasi positif Covid-19 berupa data numerik, sehingga merupakan jenis penelitian kuantitatif. Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan, karena diharapkan dapat memberikan solusi praktis terhadap suatu permasalahan. Peneliti mengharapkan dari penelitian ini dapat mempercepat tindakan pencegahan serta penanganan pandemi virus Covid-19.

#### 3.2. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kasus positif Covid-19 di Indonesia sebanyak 410 data yang diambil dari website resmi Kemenkes Republik Indonesia (Kemenkes, 2021) dikumpulkan dari tanggal 1 November 2020 sampai 15 Desember 2021. Tabel 3.1 merupakan sampel data yang akan digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3.1 Sample data kasus positif Covid-19

| Tanggal    | Kasus Positif |
|------------|---------------|
| 01/11/2020 | 2696          |
| 02/11/2020 | 2618          |
| 03/11/2020 | 2973          |
| ...        | ...           |
| 13/12/2021 | 106           |
| 14/12/2021 | 190           |
| 15/12/2021 | 205           |

Sumber: (Kemenkes, 2021)

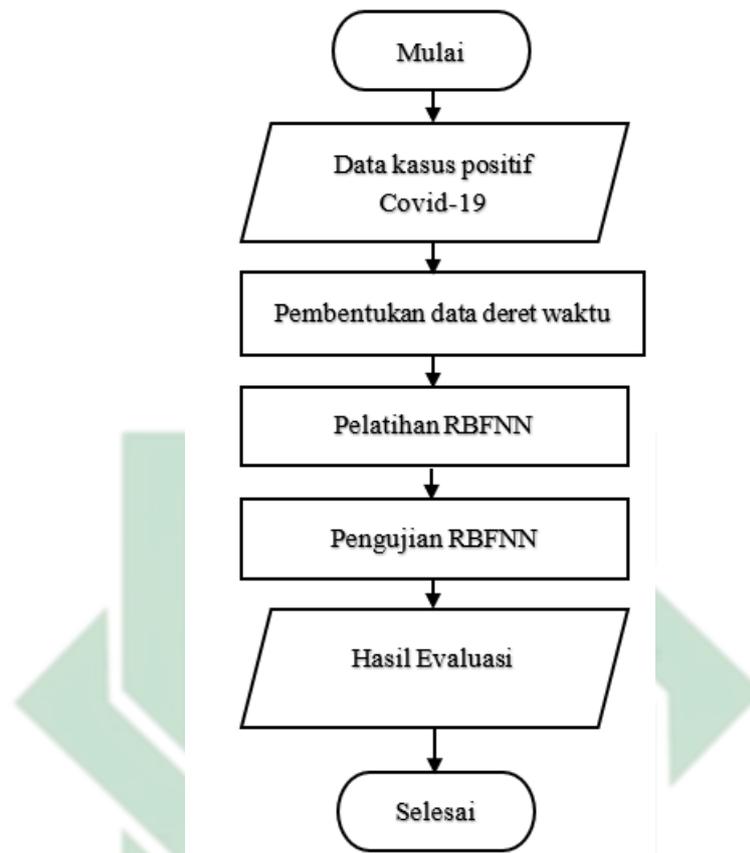
### 3.3. Skenario Uji Coba

Uji coba atau *trial and error* akan dilakukan pada penelitian ini agar mendapatkan model terbaik diantaranya:

1. Uji coba data dari satu hingga tujuh data masukan (Drajana, 2017).
2. Melakukan uji coba dengan metode *K-Means* dari dua *cluster* sampai sepuluh *cluster* (Praswoto et al., 2021).
3. Pembagian data menjadi dua bagian yaitu data uji dan data latih dilakukan dengan 3 uji coba diantaranya 90%:10%, 80%:20% dan 70%:30% (Hikmah et al., 2018).

### 3.4. Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang perlu dilakukan sesuai dengan diagram alir pada gambar di bawah adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.1 Diagram alir Prediksi kasus Covid-19 di Indonesia.**

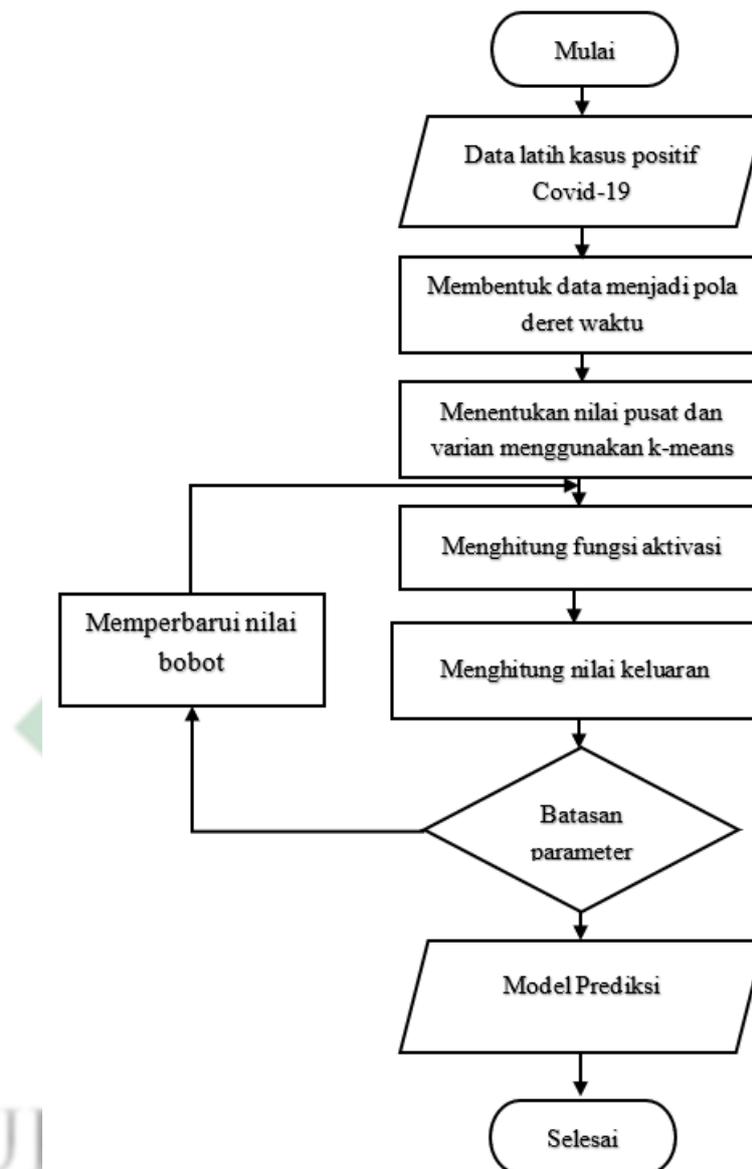
Gambar 3.1 merupakan tahapan penelitian metode *Radial Basis Function Neural Network*. Hasil prediksi akan didapatkan setelah melakukan proses latih dan proses uji, Langkah-langkah proses uji dan proses latih dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.

1. Mengumpulkan data kasus positif Covid-19 di Indonesia.
2. Membentuk data menjadi pola data deret waktu.
3. Data akan dipecah menjadi dua, data latih dan data uji.
4. Kemudian data akan diproses pada tahap pelatihan untuk mendapatkan model prediksi.

5. Data uji dan model dari tahap pelatihan akan dilakukan proses pengujian.
6. Setelah proses latih dan proses uji selesai, maka akan dihitung hasil evaluasi berupa nilai MAPE sebagai persentase tolak ukur kesalahan dari hasil prediksi.

Berikut tahapan pelatihan prediksi kasus Covid-19 di Indonesia menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network*.

1. Masukkan data latih kasus positif Covid-19 di Indonesia.
2. Membentuk data latih ke dalam sistem seperti pola deret waktu dengan melakukan uji coba dari 1-7 lapisan masukan.
3. Menentukan nilai pusat dan jarak data menggunakan metode *K-Means* dengan menggunakan Persamaan 2.3 kemudian melakukan uji coba 2-10 *cluster*.
4. Menghitung nilai fungsi aktivasi gaussian dengan Persamaan 2.8.
5. Menghitung nilai keluaran dengan Persamaan 2.24.
6. Ulangi langkah 4-6 hingga batasan parameter berupa nilai epoch dan nilai  $SSE < 0.001$  terpenuhi.
7. Jika syarat sudah terpenuhi maka didapatkan model prediksi berupa nilai bias dan w bobot dengan Persamaan 2.23.



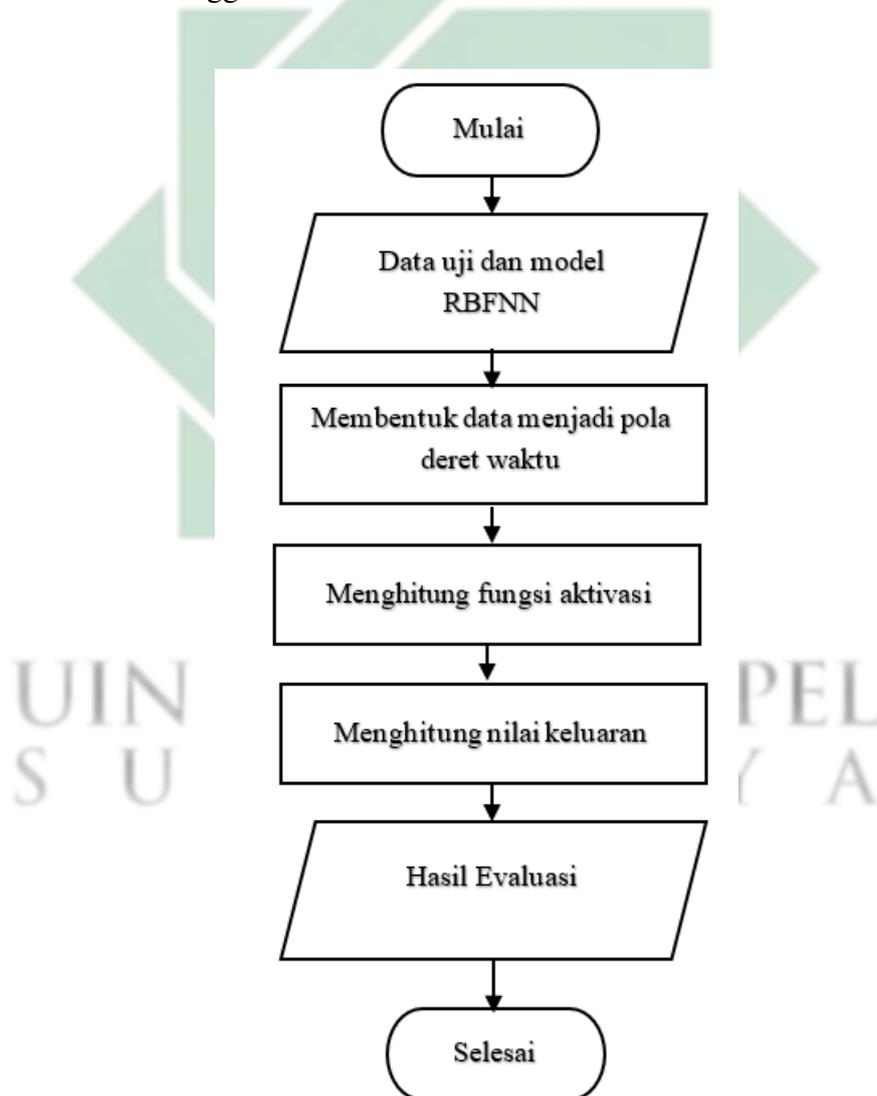
Gambar 3.2 Diagram alir proses pelatihan *Radial Basis Function Neural Network*

Berikut proses pengujian prediksi kasus Covid-19 di Indonesia menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network*.

1. Masukkan data uji kasus positif Covid-19 di Indonesia dan model pelatihan berupa bobot  $w$  serta bias.
2. Membentuk data uji ke dalam system seperti pola deret waktu dengan

melakukan uji coba dari 1-7 lapisan masukan.

3. Menghitung fungsi aktivasi gaussian dengan Persamaan 2.8.
4. Nilai fungsi aktivasi dan  $w$  bobot yang sudah diperoleh pada proses pelatihan akan digunakan untuk menghitung hasil keluaran dengan Persamaan 2.24.
5. Didapatkan hasil evaluasi dengan menghitung nilai MAPE hasil prediksi Covid-19 menggunakan Persamaan 2.28.



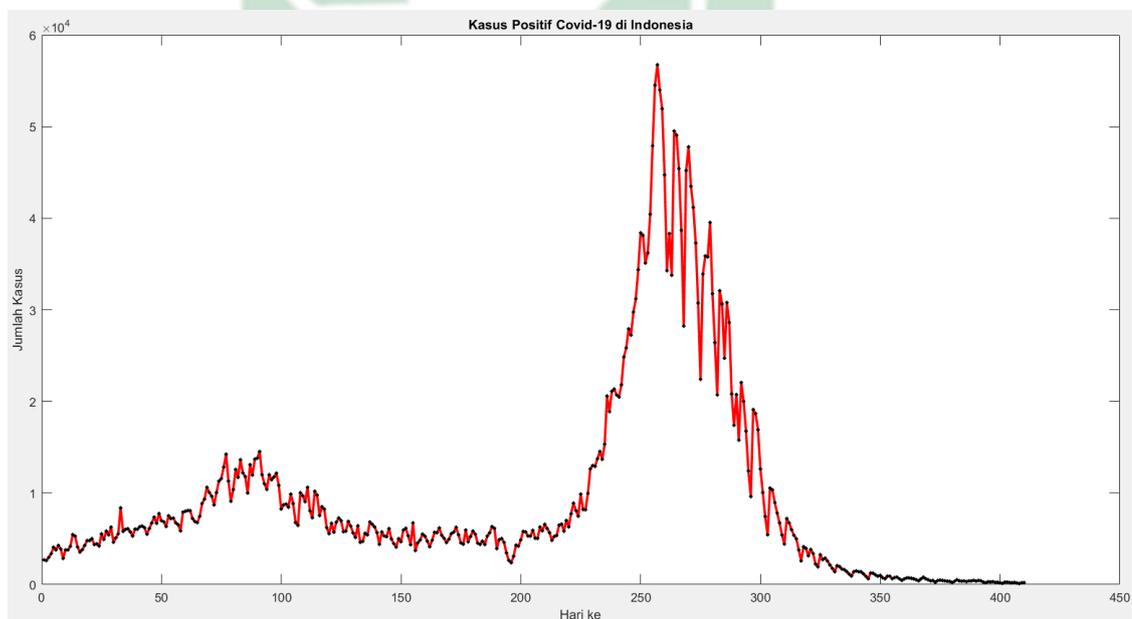
Gambar 3.3 Diagram alir pengujian *Radial Basis Function Neural Network*

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Deskripsi Data

Data yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan data harian kasus positif Covid-19 di Indonesia dari tanggal 1 November 2020 hingga 15 Desember 2021. Data didapatkan dari website resmi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Website Kementerian Kesehatan Republik Indonesia memberikan informasi terkait peta sebaran Covid-19, daftar rumah sakit rujukan Covid-19, protokol kesehatan, berita terkini tentang Covid-19 dan lain-lain. Data penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



**Gambar 4.1 Kasus positif Covid-19 tanggal 1-11-2020 hingga 15-12-2021**

Covid-19 sudah menjadi pandemi di Indonesia dari pertama masuk pada 2

Maret 2020 sampai saat ini. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa grafik Covid-19 memiliki dua puncak yaitu pada 30 Januari 2021 kasus Covid-19 bertambah sebesar 14.518 kasus terkonfirmasi dan 15 Juli 2021 kasus harian Covid-19 mencapai 56.757. Hal ini kemungkinan dapat disebabkan karena pada awal dan pertengahan tahun banyak masyarakat yang melakukan kegiatan diluar rumah seperti wisata atau liburan sehingga masyarakat sedikit abai dengan protokol kesehatan yang telah diterapkan oleh pemerintah.

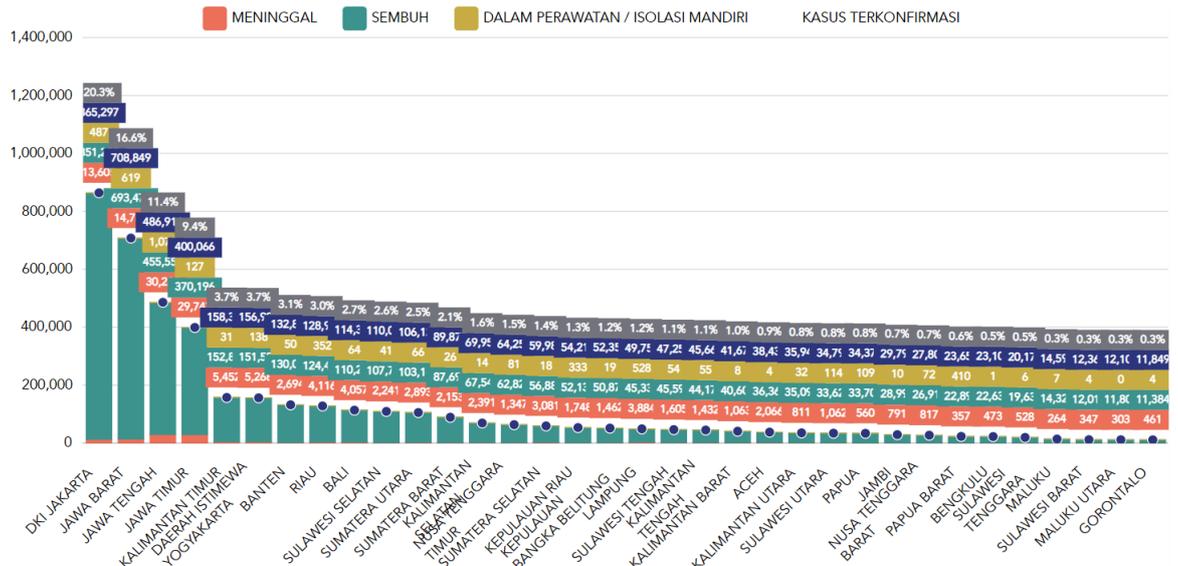
Tabel 4.1 membuktikan bahwa bulan Juli 2021 memiliki rata-rata penambahan kasus terbanyak. Selain itu, Bulan Januari 2021 dan Juni 2021 juga memiliki rata-rata kasus yang cukup banyak. Kemudian pada September 2021, kasus Covid-19 mulai menurun secara bertahap hingga Desember 2021, dengan rata-rata kasus hariannya di bulan Desember 2021 sebesar 204 kasus.

**Tabel 4.1 Rata-rata kasus Covid-19 per bulan**

| <b>Bulan</b>  | <b>Rata-rata</b> | <b>Bulan</b>   | <b>Rata-rata</b> |
|---------------|------------------|----------------|------------------|
| November 2020 | 4.293            | Juni 2021      | 11.886           |
| Desember 2020 | 6.591            | Juli 2021      | 39.722           |
| Januari 2021  | 10.810           | Agustus 2021   | 21.940           |
| Februari 2021 | 9.154            | September 2021 | 4.177            |
| Maret 2021    | 5.712            | Oktober 2021   | 944              |
| April 2021    | 5.222            | November 2021  | 409              |
| Mei 2021      | 4.946            | Desember 2021  | 204              |

Dapat dilihat pada Gambar 4.2 bahwa Lima provinsi di Indonesia menjadi penyumbang terbesar penambahan kasus postif Covid-19. Empat provinsi diantaranya berada di Pulau Jawa yaitu DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Sulawesi Barat, Maluku Utara dan Gorontalo menjadi provinsi

dengan penambahan kasus Covid-19 terendah se Indonesia. Tiap-tiap provinsi memiliki laju penambahan kasus Covid-19 yang berbeda-beda dikarenakan beberapa faktor seperti banyaknya penduduk, protokol kesehatan yang diterapkan dan lain-lain.



Gambar 4.2 Kasus positif Covid-19 pada tiap Provinsi di Indonesia

Sumber: (Kemenkes, 2021)

#### 4.2. Inisialisasi Parameter

Penelitian ini terdapat 2 parameter diantaranya parameter yang ditetapkan dan parameter yang akan diuji coba. Parameter yang nilainya ditetapkan adalah sebagai berikut.

##### 1. Epoch.

Maksimal epoch yang akan ditetapkan pada penelitian ini adalah 1000 epoch.

##### 2. Toleransi eror.

Toleransi eror yang ditetapkan pada penelitian ini sebesar 0,001.

Pembelajaran akan terus memperbarui bobot jika nilai ditetapkan belum terpenuhi.

Parameter yang akan diuji coba pada penelitian ini diantaranya.

1. Lapisan Masukan.

Data akan diuji coba menggunakan pola deret waktu sebanyak satu hingga tujuh pola untuk mendapatkan model terbaik.

2. Neuron Tersembunyi.

Lapisan tersembunyi akan memproses nilai pusat dan varian dari perhitungan metode *K-means clustering*. Uji coba akan dilakukan dari dua hingga sepuluh *cluster*, jumlah *cluster* dengan model terbaik yang didapatkan akan menjadi banyaknya neuron tersembunyi.

3. Pembagian data.

Data observasi dibagi menjadi dua yaitu data latih dan data uji. Data latih dan data uji akan dibagi sesuai porsinya masing-masing dan dilakukan 3 kali uji coba diantaranya dengan pembagian 90% : 10%, 80% : 20% dan 70% : 30%.

### 4.3. *Preprocessing*

#### 4.3.1. Pembagian Data

Pada tahapan ini, data akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu data latih dan data uji. Data latih akan digunakan sebagai pembentukan model, setelah itu data uji akan digunakan untuk melakukan proses uji kesesuaian model tersebut. Pembagian data yang digunakan pada penelitian ini adalah 90%:10%, 80%:20%, dan 70%:30%. Jumlah pembagian dari data terdapat pada Tabel 4.2 dibawah ini.

**Tabel 4.2 Data uji dan data latih**

| Presentase | Data Latih | Data Uji |
|------------|------------|----------|
| 90%:10%    | 369        | 41       |
| 80%:20%    | 328        | 82       |
| 70%:30%    | 287        | 123      |

#### 4.3.2. Pembentukan Pola Data Deret Waktu

Data kasus positif Covid-19 akan dibentuk seperti pola time series sebanyak satu sampai tujuh pola dengan urutan  $\{X_t, X_{t+1}\}$ ,  $\{X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$ ,  $\{X_{t-2}, X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$ ,  $\{X_{t-3}, X_{t-2}, X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$ ,  $\{X_{t-4}, X_{t-3}, X_{t-2}, X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$ ,  $\{X_{t-5}, X_{t-4}, X_{t-3}, X_{t-2}, X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$ ,  $\{X_{t-6}, X_{t-5}, X_{t-4}, X_{t-3}, X_{t-2}, X_{t-1}, X_t, X_{t+1}\}$  dimana  $X_{t+1}$  merupakan target sedangkan  $X_{t-6}, X_{t-5}, X_{t-4}, X_{t-3}, X_{t-2}, X_{t-1}, X_t$  adalah variabel data masukan. Tabel-tabel dibawah ini merupakan sampel pembentukan pola deret waktu terhadap lima data pertama pada data yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4.3 adalah sampel pembentukan pola deret waktu dari data harian kasus positif Covid-19 di Indonesia dengan satu variabel masukan dan target.

**Tabel 4.3 Sampel data pola deret waktu satu variabel masukan**

| $X_t$ | $X_{t+1}$ |
|-------|-----------|
| 2696  | 2618      |
| 2618  | 2973      |
| 2973  | 3356      |
| 3356  | 4065      |
| 4065  | 3778      |

Sedangkan, pada Tabel 4.4 adalah sampel pembentukan pola deret waktu dengan dua variabel masukan dan target.

**Tabel 4.4 Sampel data pola deret waktu dua variabel masukan**

| $X_{t-1}$ | $X_t$ | $X_{t+1}$ |
|-----------|-------|-----------|
| 2696      | 2618  | 2973      |
| 2618      | 2973  | 3356      |
| 2973      | 3356  | 4065      |
| 3356      | 4065  | 3778      |
| 4065      | 3778  | 4262      |

Pada Tabel 4.5 adalah sampel pembentukan pola deret waktu dengan tiga variabel masukan dan target.

**Tabel 4.5 Sampel data pola deret waktu tiga variabel masukan**

| $X_{t-2}$ | $X_{t-1}$ | $X_t$ | $X_{t+1}$ |
|-----------|-----------|-------|-----------|
| 2696      | 2618      | 2973  | 3356      |
| 2618      | 2973      | 3356  | 4065      |
| 2973      | 3356      | 4065  | 3778      |
| 3356      | 4065      | 3778  | 4262      |
| 4065      | 3778      | 4262  | 3880      |

Sedangkan, pada Tabel 4.6 adalah sampel pembentukan pola deret waktu dengan empat variabel masukan dan target.

Kemudian pada Tabel 4.7 adalah sampel pembentukan pola deret waktu dengan lima variabel masukan dan target.

**Tabel 4.6 Sampel data pola deret waktu empat variabel masukan**

| $X_{t-3}$ | $X_{t-2}$ | $X_{t-1}$ | $X_t$ | $X_{t+1}$ |
|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|
| 2696      | 2618      | 2973      | 3356  | 4065      |
| 2618      | 2973      | 3356      | 4065  | 3778      |
| 2973      | 3356      | 4065      | 3778  | 4262      |
| 3356      | 4065      | 3778      | 4262  | 3880      |
| 4065      | 3778      | 4262      | 3880  | 2853      |

**Tabel 4.7 Sampel data pola deret waktu lima variabel masukan**

| $X_{t-4}$ | $X_{t-3}$ | $X_{t-2}$ | $X_{t-1}$ | $X_t$ | $X_{t+1}$ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|
| 2696      | 2618      | 2973      | 3356      | 4065  | 3778      |
| 2618      | 2973      | 3356      | 4065      | 3778  | 4262      |
| 2973      | 3356      | 4065      | 3778      | 4262  | 3880      |
| 3356      | 4065      | 3778      | 4262      | 3880  | 2853      |
| 4065      | 3778      | 4262      | 3880      | 2853  | 3779      |

Pada Tabel 4.8 adalah sampel pembentukan pola deret waktu dengan enam variabel masukan dan target.

**Tabel 4.8 Sampel data pola deret waktu enam variabel masukan**

| $X_{t-5}$ | $X_{t-4}$ | $X_{t-3}$ | $X_{t-2}$ | $X_{t-1}$ | $X_t$ | $X_{t+1}$ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|
| 2696      | 2618      | 2973      | 3356      | 4065      | 3778  | 4262      |
| 2618      | 2973      | 3356      | 4065      | 3778      | 4262  | 3880      |
| 2973      | 3356      | 4065      | 3778      | 4262      | 3880  | 2853      |
| 3356      | 4065      | 3778      | 4262      | 3880      | 2853  | 3779      |
| 4065      | 3778      | 4262      | 3880      | 2853      | 3779  | 3770      |

Dan pada Tabel 4.9 adalah sampel pembentukan pola deret waktu dengan tujuh variabel masukan dan target.

Tabel 4.9 Sampel data pola deret waktu tujuh variabel masukan

| $X_{t-6}$ | $X_{t-5}$ | $X_{t-4}$ | $X_{t-3}$ | $X_{t-2}$ | $X_{t-1}$ | $X_t$ | $X_{t+1}$ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|
| 2696      | 2618      | 2973      | 3356      | 4065      | 3778      | 4262  | 3880      |
| 2618      | 2973      | 3356      | 4065      | 3778      | 4262      | 3880  | 2853      |
| 2973      | 3356      | 4065      | 3778      | 4262      | 3880      | 2853  | 3779      |
| 3356      | 4065      | 3778      | 4262      | 3880      | 2853      | 3779  | 3770      |
| 4065      | 3778      | 4262      | 3880      | 2853      | 3779      | 3770  | 4173      |

### 4.3.3. Normalisasi Data

Data akan dinormalisasi dengan metode *min-max* menggunakan Persamaan

2.1. Dibawah ini adalah contoh perhitungan manual normalisasi data yang digunakan.

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

$$z_1 = \frac{2696 - 106}{56.757 - 106}$$

$$= 0,046$$

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

$$z_2 = \frac{2618 - 106}{56.757 - 106}$$

$$= 0,044$$

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

$$z_3 = \frac{2973 - 106}{56.757 - 106}$$

$$= 0,051$$

Seluruh data akan dinormalisasi hingga data ke 410. Dibawah ini merupakan perhitungan normalisasi dari 3 data terakhir.

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

$$z_{408} = \frac{106 - 106}{56.757 - 106}$$

$$= 0$$

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

$$z_{409} = \frac{190 - 106}{56.757 - 106}$$

$$= 0,0014$$

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

$$z_{410} = \frac{205 - 106}{56.757 - 106}$$

$$= 0,0017$$

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.10 Normalisasi data kasus positif Covid-19

| Tanggal    | Normalisasi |
|------------|-------------|
| 01/11/2020 | 0,045719    |
| 02/11/2020 | 0,044342    |
| 03/11/2020 | 0,050608    |
| ...        | ...         |
| 13/12/2020 | 0           |
| 14/12/2020 | 0,001483    |
| 15/12/2020 | 0,001748    |

Setelah normalisasi data selesai, data akan di *cluster* dari dua hingga sepuluh *cluster*. Jumlah *cluster* dengan model terbaik nantinya akan digunakan sebagai banyaknya neuron tersembunyi pada arsitektur *Radial Basis Function Neural Network*.

#### 4.4. Penerapan *Radial Basis Function Neural Network*

Data yang digunakan pada penelitian ini akan dinormalisasi dan hasilnya terdapat pada Tabel 4.10. Kemudian, data akan dibentuk menjadi pola deret waktu dari satu pola hingga tujuh pola sebagai lapisan masukan. Setelah proses normalisasi dan pembentukan pola deret waktu selesai, data akan diproses seperti langkah-langkah berikut. Dibawah ini merupakan contoh perhitungan menggunakan 2 alternatif yaitu alternatif 1 nilai  $\sigma$  menggunakan *centroid* dari proses *K-means clustering* dan alternatif 2 nilai  $\sigma$  didapatkan dari hasil Persamaan 2.27.

##### 1. *K-Means Clustering*

*K-means* akan mengelompokkan data masukan kedalam beberapa kelompok. Berikut dibawah ini perhitungan manual *K-means clustering* dengan sampel data pada Tabel 3.1 menggunakan Persamaan 2.3. perhitungan *centroid* dan jarak data pada tahap ini dilakukan mulai dari 2 *cluster* hingga 10 *cluster*, dengan inisialisasi *center* awal ditentukan secara random. Berikut perhitungan *K-means clustering* dengan dua *cluster*

(a) *Cluster* Pertama.

Dibawah ini merupakan sampel perhitungan *K-means* 3 data pertama dengan inisialisasi *centroid* awal sebesar 0,209.

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2}$$

$$d(x_1, \mu_1) = \sqrt{(0,046 - 0,209)^2}$$

$$= \sqrt{0,027}$$

$$= 0,163$$

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2}$$

$$d(x_2, \mu_1) = \sqrt{(0,044 - 0,209)^2}$$

$$= \sqrt{0,027}$$

$$= 0,164$$

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_3, \mu_1) &= \sqrt{(0,051 - 0,209)^2} \\
 &= \sqrt{0,025} \\
 &= 0,158
 \end{aligned}$$

Seluruh data pada penelitian ini akan dihitung hingga akhir menggunakan nilai *centroid* yang sudah diinisialisasikan secara random, kemudian iterasi dilanjutkan untuk mendapatkan nilai *centroid* baru. Dibawah ini merupakan contoh perhitungan manual *k-means* 3 data terakhir.

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_{408}, \mu_1) &= \sqrt{(0 - 0,209)^2} \\
 &= \sqrt{0,044} \\
 &= 0,209
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_{409}, \mu_1) &= \sqrt{(0,0014 - 0,209)^2} \\
 &= \sqrt{0,043} \\
 &= 0,207
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_{410}, \mu_1) &= \sqrt{(0,0017 - 0,209)^2} \\
 &= \sqrt{0,042} \\
 &= 0,207
 \end{aligned}$$

Proses yang telah dilakukan diatas adalah penghitungan jarak data terhadap *centroid* pertama. Proses diatas akan dilakukan secara terus menerus hingga didapatkan besar jarak pada semua data terhadap seluruh nilai *centroid*. Proses selanjutnya akan dihitung jarak seluruh data terhadap *centroid* kedua.

(b) *Cluster* Kedua.

Di bawah ini merupakan sampel perhitungan *K-means* 3 data pertama dengan inisialisasi *centroid* awal sebesar 0,239

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_1, \mu_2) &= \sqrt{(0,045 - 0,239)^2} \\
 &= \sqrt{0,037} \\
 &= 0,194
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_2, \mu_2) &= \sqrt{(0,044 - 0,239)^2} \\
 &= \sqrt{0,038} \\
 &= 0,195
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_3, \mu_2) &= \sqrt{(0,051 - 0,239)^2} \\
 &= \sqrt{0,035} \\
 &= 0,189
 \end{aligned}$$

Seluruh data pada penelitian ini akan dihitung hingga akhir menggunakan nilai *centroid* yang sudah diinisialisasikan secara random, kemudian iterasi dilanjutkan untuk mendapatkan nilai *centroid* baru. Di bawah ini merupakan contoh perhitungan manual *K-means* 3 data terakhir.

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_{408}, \mu_2) &= \sqrt{(0 - 0,239)^2} \\
 &= \sqrt{0,0257} \\
 &= 0,239
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_{409}, \mu_2) &= \sqrt{(0,0014 - 0,239)^2} \\
 &= \sqrt{0,057} \\
 &= 0,238
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d(x_i, \mu_j) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_i)^2} \\
 d(x_{410}, \mu_2) &= \sqrt{(0,0017 - 0,239)^2} \\
 &= \sqrt{0,057} \\
 &= 0,238
 \end{aligned}$$

Proses diatas akan dilakukan secara terus menerus, jika letak *cluster* pada tiap-tiap data tidak berubah maka iterasi dapat berhenti sehingga didapatkan besar jarak pada semua data dan nilai pusatnya. Tabel 4.3 dibawah ini merupakan hasil perhitungan *kmeans clustering* dengan 2 *cluster* didapatkan nilai pusat dan jarak datanya.

**Tabel 4.11 Nilai pusat dan jarak data dengan 2 cluster.**

| No       | Cluster 1 | Cluster 2 |
|----------|-----------|-----------|
| 1        | 0,10019   | 0,62922   |
| 2        | 0,10046   | 0,62949   |
| Centroid | 0,10194   | 0,6309    |

## 2. Menghitung Nilai $\sigma$

Perhitungan alternatif 2 ini diperlukan untuk menemukan perbedaan hasil

antara  $\sigma$  yang diambil dari nilai pusat dengan  $\sigma$  yang diperoleh dari hasil Persamaan 2.27.

(a)  $\sigma$  untuk lapisan pertama

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{Dmax}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{0,10194}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{0,10194}{1,4} \\ &= 0,072\end{aligned}$$

(b)  $\sigma$  untuk lapisan kedua

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= \frac{Dmax}{\sqrt{n}} \\ &= \frac{0,6309}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{0,6309}{1,4} \\ &= 0,446\end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

### 3. Menghitung Fungsi Aktivasi Gaussian

Lapisan tersembunyi merupakan suatu tahapan perumusan dalam pembentukan arsitektur jaringan metode *Radial Basis Fuction Neural Network*. Fungsi aktivasi yang berada pada lapisan tersembunyi pada metode *Radial Basis Fuction Neural Network* adalah fungsi aktivasi Gaussian. Fungsi aktivasi gaussian merupakan fungsi berbasis radial yang nilainya

didasarkan pada pusat data dan jarak antar data (Sugiarto, 2019).

Fungsi aktivasi gaussian akan dihitung dengan mengurangi data masukan dengan jarak data, hasil pengurangannya akan dikuadratkan. Kemudian, hasil sebelumnya akan dibagi dengan nilai  $\sigma$  yang telah dikali dengan dua dan dikuadratkan. Hasilnya akan menjadi nilai pangkat dari  $exp$ . Menghitung Fungsi aktivasi gaussian menggunakan Persamaan 2.8, berikut contoh langkah-langkah menghitung Fungsi aktivasi gaussian dengan alternatif 1 atau nilai  $\sigma$  didapatkan dari hasil *K-Means Clustering*.

(a) Neuron tersembunyi pertama

$$\begin{aligned}\phi_n &= \exp\left(-\frac{\|x_i - \mu_{ij}\|^2}{2\sigma_j^2}\right) \\ \phi_1 &= \exp\left(-\frac{1}{2} \times \left(\frac{\|X_1 - \mu_{11}\|^2}{\sigma_1^2} + \frac{\|X_2 - \mu_{21}\|^2}{\sigma_1^2}\right)\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2} \times \left[\left(\frac{\|0,001483 - 0,100193\|^2}{0,10194^2}\right) + \left(\frac{\|0,001748 - 0,1004857\|^2}{0,10194^2}\right)\right]\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2}(0,01827)\right) \\ &= 0,99090\end{aligned}$$

(b) Neuron tersembunyi kedua

$$\begin{aligned}\phi_n &= \exp\left(-\frac{\|x_i - \mu_{ij}\|^2}{2\sigma_j^2}\right) \\ \phi_2 &= \exp\left(-\frac{1}{2} \times \left(\frac{\|X_1 - \mu_{12}\|^2}{\sigma_2^2} + \frac{\|X_2 - \mu_{22}\|^2}{\sigma_2^2}\right)\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2} \times \left[\left(\frac{\|0,001483 - 0,629229\|^2}{0,630972^2}\right) + \left(-\frac{1}{2} \frac{\|0,001748 - 0,629489\|^2}{0,630972^2}\right)\right]\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2}(0,78007)\right) \\ &= 0,67703\end{aligned}$$

Fungsi aktivasi gaussian akan dihitung hingga jumlah neuron sesuai dengan jumlah *cluster*. Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan fungsi aktivasi gaussian dengan dua lapisan masukan dan 2 neuron tersembunyi. Tabel 4.12 merupakan hasil dari perhitungan fungsi aktivasi gaussian.

**Tabel 4.12 Fungsi aktivasi gaussian alternatif 1**

| $\phi_1$ | $\phi_2$ |
|----------|----------|
| 0,99090  | 0,67703  |

Berikut contoh langkah-langkah menghitung fungsi aktivasi gaussian dengan alternatif 2 atau nilai  $\sigma$  didapatkan dari hasil perhitungan Persamaan 2.27.

(a) Neuron tersembunyi pertama

$$\begin{aligned}\phi_n &= \exp\left(-\frac{\|x_i - \mu_{ij}\|^2}{2\sigma_j^2}\right) \\ \phi_1 &= \exp\left(-\frac{1}{2} \times \left(\frac{\|X_1 - \mu_{11}\|^2}{\sigma_1^2} + \frac{\|X_2 - \mu_{21}\|^2}{\sigma_1^2}\right)\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2} \times \left[\left(\frac{\|0,001483 - 0,100193\|^2}{0,072^2}\right) + \left(\frac{\|0,001748 - 0,1004857\|^2}{0,072^2}\right)\right]\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2}(3,76)\right) \\ &= 0,1525\end{aligned}$$

(b) Neuron tersembunyi kedua

$$\begin{aligned}\phi_n &= \exp\left(-\frac{\|x_i - \mu_{ij}\|^2}{2\sigma_j^2}\right) \\ \phi_2 &= \exp\left(-\frac{1}{2} \times \left(\frac{\|X_1 - \mu_{12}\|^2}{\sigma_2^2} + \frac{\|X_2 - \mu_{22}\|^2}{\sigma_2^2}\right)\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2} \times \left[\left(\frac{\|0,001483 - 0,629229\|^2}{0,446^2}\right) + \left(-\frac{1}{2} \frac{\|0,001748 - 0,629489\|^2}{0,446^2}\right)\right]\right) \\ &= \exp\left(-\frac{1}{2}(2,098)\right) \\ &= 0,3503\end{aligned}$$

Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan fungsi aktivasi gaussian dengan dua lapisan masukan dan 2 neuron tersembunyi. Tabel 4.13 merupakan hasil dari perhitungan fungsi aktivasi gaussian dengan nilai  $\sigma$  didapatkan dari hasil perhitungan Persamaan 2.27.

**Tabel 4.13 Fungsi aktivasi gaussian alternatif 2**

|          |          |
|----------|----------|
| $\phi_1$ | $\phi_2$ |
| 0,1525   | 0,3503   |

#### 4. Model Prediksi

Model prediksi yang didapatkan pada tahap pelatihan berupa nilai bobot dan bias. Proses pelatihan dilakukan untuk mendapatkan bobot pola data yang akan digunakan untuk tahap pengujian. *Radial Basis Fuction Neural Network* hanya memiliki bobot yang terletak di jaringan yang menghubungkan lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran. Bobot pada metode *Radial Basis Function Neural Network* dihitung menggunakan Persamaan 2.23 dengan nilai  $\lambda$  didapatkan dari program komputer. Tabel 4.14 merupakan nilai bobot yang didapatkan dari proses pelatihan.

**Tabel 4.14 Nilai bobot dan bias dari hasil pembelajaran**

| Bobot | Nilai   |
|-------|---------|
| $w_1$ | 0,3673  |
| $w_2$ | 0,3589  |
| $w_b$ | -0,2978 |

$$\begin{aligned}
w &= (\phi^T \phi + \lambda I_m)^{-1} \phi^T y \\
&= \left( \begin{bmatrix} 0,99 \\ 0,67 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,99 & 0,67 \end{bmatrix} + 0,75 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} 0,99 \\ 0,67 \end{bmatrix} \cdot 0,309 \\
&= \left( \begin{bmatrix} 0,98 & 0,66 \\ 0,66 & 0,44 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,75 & 0 \\ 0 & 0,75 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} 0,305 \\ 0,207 \end{bmatrix} \\
&= \left( \begin{bmatrix} 1,73 & 0,66 \\ 0,66 & 1,19 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} 0,305 \\ 0,207 \end{bmatrix} \\
&= \frac{1}{1,623} \begin{bmatrix} 1,19 & -0,66 \\ -0,66 & 1,73 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,305 \\ 0,207 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 1,48 & -0,4 \\ -0,4 & 1,81 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,305 \\ 0,207 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 0,36 \\ 0,35 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Nilai bobot dan bias telah didapatkan pada proses pelatihan. Selanjutnya, nilai-nilai pada Tabel 4.14 akan digunakan sebagai model pembelajaran untuk proses setelahnya yaitu proses pengujian.

##### 5. Menghitung Nilai Keluaran

Langkah terakhir yang perlu dilakukan yaitu menghitung nilai keluaran. Setelah dilakukan semua perhitungan diatas langkah akan dilanjutkan dengan menjumlahkan semua hasil yang telah didapatkan. Nilai keluaran akan dihitung dengan mengalikan nilai bobot dengan fungsi aktivasi pada tiap masing-masing neuron tersembunyi, kemudian ditambahkan dengan

nilai bias (Tarigan et al., 2018). Menghitung nilai keluaran dapat dilakukan dengan Persamaan 2.24. Berikut contoh perhitungan nilai keluaran dengan alternatif 1.

$$\begin{aligned}
 y &= \sum_{j=1}^m w_j \phi_j + b \\
 &= -0,2978 + (0,3673 \times 0,99090) + (0,3589 \times 0,67703) \\
 &= -0,2978 + 0,36396 + 0,24299 \\
 &= 0,30915
 \end{aligned}$$

Nilai keluaran metode *Radial Basis Function Neural Network* telah didapatkan sebesar 0,30915. Kemudian, nilai akan didenormalisasi agar mendapatkan hasil prediksi yang sebenarnya.

Berikut contoh perhitungan nilai keluaran dengan alternatif 2.

$$\begin{aligned}
 y &= \sum_{j=1}^m w_j \phi_j + b \\
 &= -0,2978 + (0,3673 \times 0,1525) + (0,3589 \times 0,3503) \\
 &= -0,2978 + 0,0558 + 0,1257 \\
 &= -0,1163
 \end{aligned}$$

Nilai keluaran metode *Radial Basis Function Neural Network* telah didapatkan sebesar  $-0,1163$ . Kemudian, nilai akan didenormalisasi agar mendapatkan hasil prediksi yang sebenarnya.

## 6. Denormalisasi Data

Denormalisasi data akan dilakukan setelah semua proses selesai dihitung dan hasil akhir telah didapatkan. Setelah dilakukan semua proses diatas hasil akan didenormalisasi atau dikembalikan seperti semula menggunakan Persamaan 2.2. Berikut perhitungan denormalisasi data alternatif 1.

$$\begin{aligned}
 yd &= z_i[\max(x) - \min(x)] + \min(x) \\
 &= 0,30915[291 - 92] + 92 \\
 &= 0,30915(199) + 92 \\
 &= 61,52 + 92 \\
 &= 154
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan denormalisasi data alternatif 2.

$$\begin{aligned}
 yd &= z_i[\max(x) - \min(x)] + \min(x) \\
 &= 0,0997[291 - 92] + 92 \\
 &= -0,1163(199) + 92 \\
 &= -23,14 + 92 \\
 &= 69
 \end{aligned}$$

Data aktual terbesar akan dikurangi dengan data aktual terkecil. Hasilnya akan dikalikan dengan hasil keluaran yang telah didapatkan sebelumnya, setelah itu ditambahkan dengan data aktual terkecil. Hasil denormalisasi data akan didapatkan setelah proses tersebut dilakukan.

## 7. Menghitung hasil evaluasi

Hasil evaluasi prediksi akan dihitung menggunakan MAPE dengan Persamaan 2.28. Berikut perhitungan nilai MAPE yang akan dihitung dengan mengurangi data aktual dengan data hasil prediksi. Kemudian, hasilnya akan dibagi dengan data aktual. Langkah selanjutnya yaitu hasil pembagian sebelumnya akan dibagi lagi dengan jumlah data aktual yang digunakan, setelah itu dikalikan dengan 100% agar hasilnya dapat berupa persen. Berikut perhitungan nilai MAPE alternatif 1.

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{\sum_{t=1}^T \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t}}{T} \times 100\% \\
 &= \frac{\frac{|518-183|}{518} + \frac{|401-547|}{401} + \frac{|444-198|}{444} + \dots + \frac{205+112}{205}}{41} \times 100\% \\
 &= \frac{0,4331 + 0,6821 + 0,7092 + \dots + 0,2488}{41} \times 100\% \\
 &= \frac{20,451}{41} \times 100\% \\
 &= 49,88\%
 \end{aligned}$$

Hasil evaluasi berupa nilai persentase MAPE di atas dihitung dengan 41 data uji dan didapatkan MAPE sebesar 49,88% untuk hasil uji pada perhitungan ini.

Berikut perhitungan nilai MAPE alternatif 2.

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{\sum_{t=1}^T \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t}}{T} \times 100\% \\
 &= \frac{\frac{|518-1496|}{518} + \frac{|401-169|}{401} + \frac{|444-1028|}{444} + \dots + \frac{205+69}{205}}{41} \times 100\% \\
 &= \frac{1,888 + 0,579 + 1,315 + \dots + 0,663}{41} \times 100\% \\
 &= \frac{94,04}{41} \times 100\% \\
 &= 229,38\%
 \end{aligned}$$

Hasil evaluasi berupa nilai persentase MAPE di atas dihitung dengan 41 data uji dan didapatkan MAPE sebesar 229,38% untuk hasil uji pada perhitungan ini.

#### 4.5. Analisis Hasil

Berdasarkan dari hasil uji coba yang telah didapatkan, hasil nilai  $\sigma$  yang diperoleh lebih bagus ketika menggunakan nilai centroid dari proses *K-Means Clustering* karena fungsi gaussian mempunyai sifat lokal, yaitu bila masukan dekat dengan pusat, maka fungsi akan menghasilkan nilai satu. Sedangkan bila masukan jauh dari pusat, maka fungsi memberikan nilai nol (Wahyuningrum, 2020). Oleh karena itu, Jumlah neuron pada lapisan tersembunyi akan ditentukan dari jumlah *cluster* yang didapatkan. Jumlah *cluster* ini mempengaruhi kinerja dari RBFNN. Untuk mendapatkan kinerja yang baik, dibutuhkan pemilihan jumlah *cluster* yang tepat untuk RBFNN. Kinerja yang dibahas pada penelitian ini adalah hasil performa dari jaringan RBFNN dalam melakukan prediksi (Urva, 2016).

##### 4.5.1. Hasil Uji Coba Parameter

Data kasus positif Covid-19 akan dilakukan 3 uji coba parameter diantaranya uji coba pembagian data uji dan data latih sebanyak 90%:10%, 80%:20% dan 70%:30%. Uji Coba jumlah lapisan masukan dengan membentuk data menjadi pola deret waktu dari satu masukan hingga tujuh masukan. Uji coba jumlah neuron tersembunyi menggunakan metode *K-means Clustering* sebanyak dua *cluster* hingga sepuluh *cluster*. Hasil Uji coba parameter terdapat pada Tabel 4.15 yang merupakan sampel hasil uji coba dengan satu lapisan masukan dan Tabel 4.16 merupakan sampel hasil uji coba dengan pembagian data 70%:30%.

**Tabel 4.15 Sampel hasil uji coba arsitektur *Radial Basis Function Neural Network* dengan satu lapisan masukan**

| Cluster | Pembagian data |         |           |          |           |         |
|---------|----------------|---------|-----------|----------|-----------|---------|
|         | 90% : 10%      |         | 80% : 20% |          | 70% : 30% |         |
|         | Latih          | Uji     | Latih     | Uji      | Latih     | Uji     |
| 2       | 20, 75%        | 26, 32% | 2094%     | 30, 41%  | 19, 88%   | 7, 7%   |
| 3       | 44, 7%         | 576, 7% | 22, 19%   | 578, 7%  | 18, 58%   | 41, 57% |
| 4       | 27, 84%        | 336, 4% | 17, 3%    | 456, 5%  | 16, 52%   | 37, 41% |
| 5       | 15, 71%        | 142, 2% | 14, 32%   | 41, 53%  | 12, 77%   | 6, 99%  |
| 6       | 15, 29%        | 25, 09% | 14, 21%   | 125, 3%  | 12, 54%   | 11, 42% |
| 7       | 15, 21%        | 36, 56% | 14, 16%   | 121, 14% | 15, 58%   | 6, 93%  |
| 8       | 15, 14%        | 41, 94% | 14, 17%   | 94, 76%  | 12, 57%   | 6, 4%   |
| 9       | 15, 62%        | 52, 7%  | 14, 41%   | 63, 2%   | 12, 61%   | 4, 72%  |
| 10      | 15, 55%        | 15, 8%  | 15, 21%   | 219, 36% | 12, 65%   | 8, 34%  |

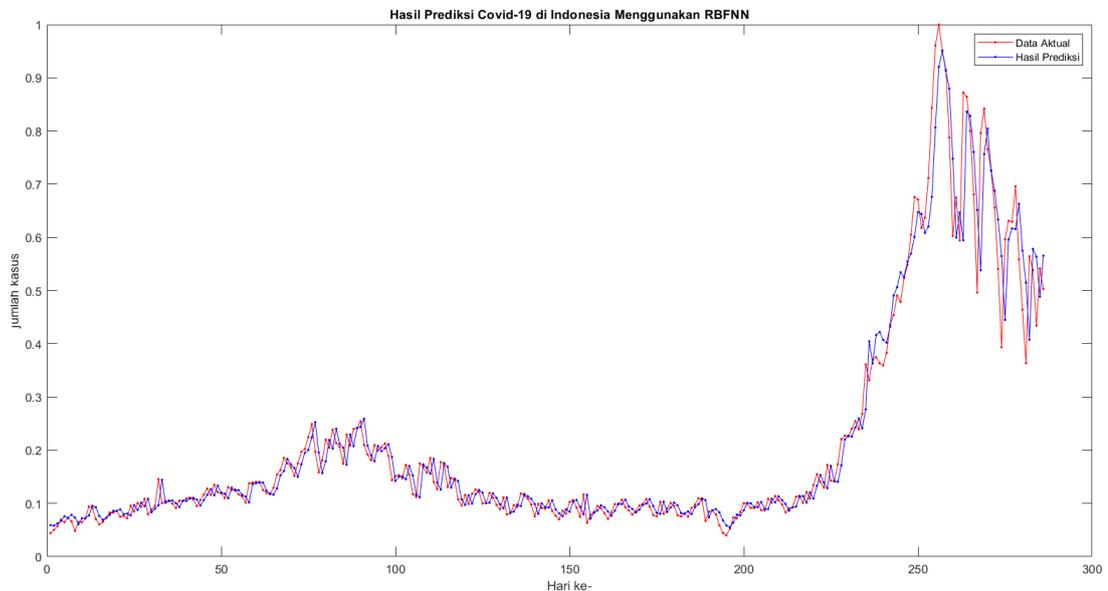
Setelah didapatkan jumlah neuron tersembunyi dan pembagian data dengan MAPE yang terkecil, proses selanjutnya yaitu menentukan jumlah lapisan masukan pada arsitektur *Radial Basis Function Neural Network*. Kriteria pemilihan arsitektur terbaik *Radial Basis Function Neural Network* sama seperti sebelumnya yaitu dengan melihat nilai MAPE terkecil dari hasil uji coba. Tabel 4.16 merupakan MAPE dengan pembagian data sebesar 70%:30% sebagai sampel hasil uji coba yang telah dilakukan.

Berdasarkan nilai MAPE pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16 merupakan parameter model terbaik yaitu dengan satu lapisan masukan, 9 neuron tersembunyi dan pembagian datanya sebesar 70%:30% pada data kasus positif Covid-19 menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network*. Sehingga, model

Tabel 4.16 Sampel hasil uji coba arsitektur Radial Basis Function Neural Network dengan pembagian data 70%:30%

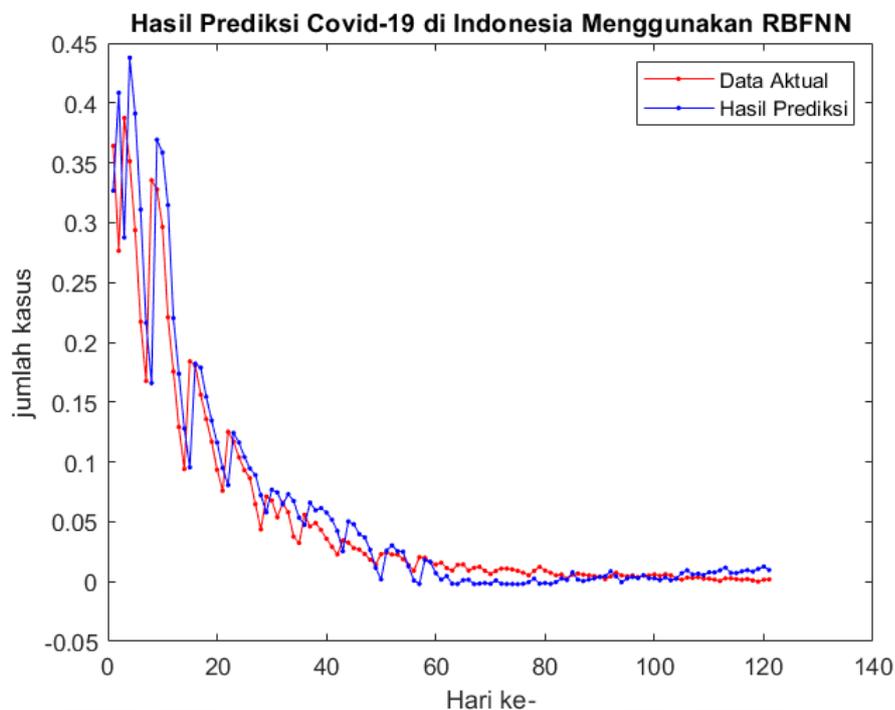
| C  | Lapisan Masukan |       |           |       |           |       |           |       |           |        |           |        |           |       |  |  |  |  |
|----|-----------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|-------|--|--|--|--|
|    | 1 Masukan       |       | 2 Masukan |       | 3 Masukan |       | 4 Masukan |       | 5 Masukan |        | 6 Masukan |        | 7 Masukan |       |  |  |  |  |
|    | Latih           | Uji   | Latih     | Uji   | Latih     | Uji   | Latih     | Uji   | Latih     | Uji    | Latih     | Uji    | Latih     | Uji   |  |  |  |  |
| 2  | 19,8%           | 7,7%  | 33,5%     | 56,0% | 17,7%     | 21,3% | 19,7%     | 31,1% | 21,8%     | 38,3%  | 24,0%     | 42,7%  | 26,5%     | 46,1% |  |  |  |  |
| 3  | 18,6%           | 41,6% | 19,9%     | 39,7% | 42,8%     | 54,8% | 16,7%     | 26,1% | 16,7%     | 26,3%  | 16,9%     | 26,7%  | 19,7%     | 27,9% |  |  |  |  |
| 4  | 16,5%           | 37,4% | 18,8%     | 26,4% | 18,3%     | 18,3% | 54,5%     | 42,2% | 19,2%     | 19,2%  | 19,8%     | 19,5%  | 20,6%     | 19,8% |  |  |  |  |
| 5  | 12,8%           | 7,0%  | 14,0%     | 8,4%  | 14,7%     | 13,4% | 15,3%     | 16,5% | 83,1%     | 130,1% | 16,2%     | 18,8%  | 17,0%     | 20,2% |  |  |  |  |
| 6  | 12,5%           | 11,4% | 13,6%     | 9,8%  | 14,4%     | 16,3% | 16,1%     | 17,6% | 15,2%     | 18,5%  | 79,8%     | 694,2% | 15,0%     | 18,2% |  |  |  |  |
| 7  | 15,4%           | 6,9%  | 13,4%     | 6,4%  | 14,2%     | 13,1% | 15,0%     | 17,3% | 15,2%     | 19,0%  | 15,0%     | 18,7%  | 81,6%     | 1079% |  |  |  |  |
| 8  | 12,6%           | 6,4%  | 13,4%     | 11,4% | 14,1%     | 12,3% | 15,0%     | 17,2% | 15,2%     | 18,6%  | 14,7%     | 17,4%  | 14,8%     | 17,5% |  |  |  |  |
| 9  | 12,6%           | 4,7%  | 13,7%     | 14,0% | 14,5%     | 16,3% | 15,2%     | 22,9% | 15,6%     | 25,9%  | 14,6%     | 20,3%  | 14,5%     | 19,3% |  |  |  |  |
| 10 | 12,7%           | 8,3%  | 14,2%     | 18,8% | 14,8%     | 20,9% | 15,6%     | 31,5% | 15,7%     | 32,8%  | 14,7%     | 25,7%  | 14,6%     | 22,0% |  |  |  |  |

tersebut dapat disebut sebagai model terbaik yang telah sesuai dan dapat dipakai untuk memprediksikan banyak kasus positif Covid-19 di Indonesia



**Gambar 4.3 Plot data aktual dan hasil peramalan pada data latih**

Gambar 4.3 merupakan hasil proses latih dan Gambar 4.4 merupakan hasil proses uji dari arsitektur terbaik *Radial Basis Function Neural Network* terhadap data aktual dan hasil prediksi kasus Covid-19 di Indonesia. Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menjelaskan bahwa data observasi dengan data hasil peramalan saling berdekatan. Karena, MAPE yang dihasilkan cukup kecil yaitu sebesar 12,61% hasil latih dan 4,72% hasil uji. Prediksi banyaknya kasus Covid-19 akan dilakukan menggunakan model terbaik dari arsitektur *Radial Basis Function Neural Network* yang telah didapatkan sebelumnya.



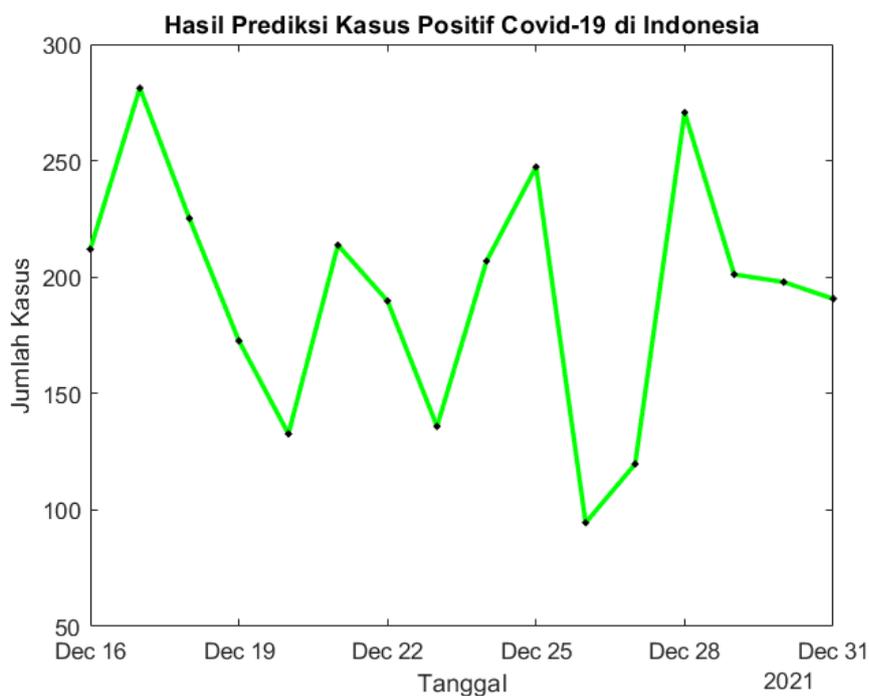
**Gambar 4.4** Plot data aktual dan hasil peramalan pada data uji

#### 4.5.2. Hasil Prediksi

Model prediksi kasus positif Covid-19 menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network* yang didapatkan sebelumnya akan digunakan untuk memprediksi kasus Covid-19 di Indonesia 16 hari kedepan. Hasil prediksi yang didapatkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Table 4.17. Berikut hasil prediksi yang didapatkan pada penelitian ini setelah proses denormalisasi dilakukan.

**Tabel 4.17 Hasil Covid-19 selama 16 hari**

| Tanggal    | Hasil Prediksi | Tanggal    | Hasil Prediksi |
|------------|----------------|------------|----------------|
| 16/12/2021 | 212            | 24/12/2021 | 207            |
| 17/12/2021 | 281            | 25/12/2021 | 247            |
| 18/12/2021 | 225            | 26/12/2021 | 94             |
| 19/12/2021 | 173            | 27/12/2021 | 120            |
| 20/12/2021 | 133            | 28/12/2021 | 271            |
| 21/12/2021 | 214            | 29/12/2021 | 201            |
| 22/12/2021 | 190            | 30/12/2021 | 198            |
| 23/12/2021 | 136            | 31/12/2021 | 191            |

**Gambar 4.5 Grafik Hasil Prediksi Kasus Positif Covid-19 di Indonesia**

Hasil prediksi pada Tabel 4.17 di atas diperkirakan kasus Covid-19 akan sedikit mengalami peningkatan dari hari-hari sebelumnya. Rata-rata hasil prediksi

kasus positif Covid-19 selama 16 hari sebesar 193 kasus. Kasus tertinggi yang didapatkan sebanyak 281 kasus terjadi pada tanggal 17 Desember 2021 sedangkan kasus terendah sebanyak 94 kasus diperkirakan akan terjadi pada tanggal 26 Desember 2021.

Penelitian tentang prediksi Covid-19 ini telah melakukan uji coba dan menghasilkan model terbaik dari metode *Radial Basis Function Neural Network*. Model terbaik dari hasil uji coba dilakukan dengan melakukan running program secara berulang-ulang. Allah SWT telah menjelaskan bahwa untuk tetap berusaha agar mendapatkan hasil yang terbaik. Kita harus melakukan ikhtiar yang lebih kuat dan lebih besar agar tujuan kita tercapai. Seperti pada firman Allah SWT yang terdapat pada surah At-Taubah[9] ayat 105.

وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ  
بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ ﴿١٠٥﴾

Artinya: “Katakanlah (Nabi Muhammad), Bekerjalah! Maka, Allah, rasul-Nya, dan orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu. Kamu akan dikembalikan kepada (Zat) yang mengetahui yang gaib dan yang nyata. Lalu, Dia akan memberitakan kepada kamu apa yang selama ini kamu kerjakan” (QS. At-Taubah[9]:105)

Seiring bertambahnya waktu, Covid-19 tetap mengalami penambahan kasus setiap harinya. Karena wabah ini belum benar-benar hilang, umat islam dianjurkan untuk tetap meminta perlindungan kepada Allah SWT. Semua orang dibuat khawatir dan takut karena adanya wabah virus Covid-19 yang penyebarannya sangat cepat. Umat Islam diharapkan dapat menyerahkan segala sesuatunya kepada Allah SWT Kita berlindung kepada-Nya, karena Allah

merupakan pelindung dan sebaik-baiknya penjaga bagi umat-Nya. Umat Islam berlindung kepada Allah SWT dapat dilakukan dengan cara senantiasa berdoa dan berdzikir kepada-Nya. Rasulullah SAW mengajarkan sebuah doa untuk dilafadzkan setiap pagi dan sore untuk berlindung kepada Allah SWT. Siapapun yang membaca doa tersebut 3x diwaktu pagi dan petang maka tidak akan ada bahaya yang memudharatkannya (Rosanti, 2021).

بِسْمِ اللَّهِ الَّذِي لَا يَضُرُّهُ مَعَ اسْمِهِ شَيْءٌ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَهُوَ السَّمِيعُ الْعَلِيمُ

Artinya: “Dengan nama Allah yang apabila disebut, segala sesuatu di bumi dan langit tidak berbahaya. Dialah maha mendengar dan maha mengetahui”

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan pada bab sebelumnya mengenai penerapan metode *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN) pada kasus positif Covid-19 di Indonesia dapat disimpulkan bahwa.

1. Hasil uji didapatkan dari nilai MAPE terkecil berada pada pembagian data 70% data latih 30% data uji dengan satu lapisan masukan dan sembilan neuron tersembunyi. Model terbaik yang didapatkan merupakan hasil dari nilai eror terkecil dengan MAPE pada proses latih sebesar 12,61% dan MAPE pada proses uji sebesar 4,72%.
2. Hasil prediksi yang didapatkan pada penelitian ini 16 hari kedepan rata-ratanya sebesar 193 kasus. Dengan kasus tertinggi sebanyak 281 kasus terjadi pada tanggal 17 Desember 2021 sedangkan kasus terendah sebanyak 94 kasus diperkirakan akan terjadi pada tanggal 26 Desember 2021.

#### 5.2. Saran

Penelitian ini menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network* dengan penentuan *centroid* dan jarak datanya menggunakan *K-Means Clustering*. Pada penelitian selanjutnya, dapat menggunakan alternatif metode lain untuk penentuan *centroid* dan jarak datanya seperti *K-medoids*, *Average Linkage*, DBSCAN, CLIQUE dan lain sebagainya. Fungsi aktivasi yang digunakan pada

penelitian ini adalah fungsi aktivasi gaussian. Pada penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan alternatif lain seperti fungsi aktivasi multikuadratik atau fungsi aktivasi invers multikuadratik.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Amrin (2018). Perbandingan Metode Neural Network Model Radial Basis Function Dan Multilayer Perceptron Untuk Analisa Risiko Kredit Mobil. *Paradigma*, 20(1):31–38.
- Ardiawan, R., Rakasiwi, T., Maulana, G. R., and Yudistira, N. (2021). Aplikasi Deteksi Covid-19 dan Pneumonia melalui Citra X-ray Dada menggunakan Residual Convolutional Neural Network. *RINarxiv*, 1.
- Atchade, M. N. and Sokadjo, Y. M. (2021). Overview and cross-validation of COVID-19 forecasting univariate models. *Alexandria Engineering Journal*.
- Ayunda, N. (2017). Analisa Perbandingan Hasil Peramalan Data Time Series Dengan Jaringan Syaraf Tiruan RBF dan FRBF. *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, II(2):68–77.
- Barus, O. P. and Tehja, A. (2021). Prediksi Kesembuhan Pasien Covid-19 Di Indonesia Melalui Terapi Menggunakan Metode Naïve Bayes. *Information System Development*, 6(2).
- Cahyaningsih, A., Putra, N. P., Pradika, A., and Pratama, E. (2020). Model Prediksi Jumlah Kumulatif Kasus COVID-19 di Indonesia Menggunakan Metode Neural Network. *Journal of INISTA*, 3(1):76–83.
- Ditakristy, M. L., Saepudin, D., and Nhita, F. (2016). Analysis And Implementation of Radial Basis Function Neural Network in Forecasting of Agricultural Commodity Price. *e-Proceeding Engineering*, 3(1):1130–1139.

- Drajana, I. C. R. (2017). Metode Support Vector Machine Dan Forward Selection Prediksi Pembayaran Pembelian Bahan Baku Kopra. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(2):116–123.
- Ekinci, A. (2021). Modelling and forecasting of growth rate of new COVID-19 cases in top nine affected countries : Considering conditional variance and asymmetric effect. *Chaos, Solitons and Fractals*, 151:111227.
- Fardhani, A. A., Simanjuntak, D. I. N., and Wanto, A. (2018). Prediksi Harga Eceran Beras Di Pasar Tradisional Di 33 Kota Di Indonesia Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Infomedia*, 3(1).
- Guo, L., Ren, L., Yang, S., Xiao, M., Chang, D., Yang, F., Cruz, C. S. D., Wang, Y., Wu, C., Xiao, Y., Zhang, L., Han, L., Dang, S., Xu, Y., Yang, Q., Xu, S., Zhu, H., Jin, Q., Sharma, L., Wang, L., Wang, J., and Medical, C. (2020). Profiling Early Humoral Response to Diagnose Novel Coronavirus Disease ( COVID-19 ). *Clinical Infect Disease*, pages 1–28.
- Hadimarta, T. F., Muhima, R. R., and Kurniawan, M. (2020). Implementasi Multilayer Perceptron Pada Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Nilai Valuta Asing. *INTEGER: Journal of Information Technology*, 5(1):56–63.
- Hestina, N. A. (2020). Wabah Penyakit Menular (Covid-19) dan Perumpamaan dalam Al-Quran. *MUMTAZ (Jurnal Studi Al-Quran dan Keislaman)*, 4(02):125–138.
- Hidayat, R., Wasono, R., and Darsyah, M. Y. (2017). Pengelompokan Kabupaten / Kota Di Jawa Tengah. (November):240–250.
- Hikmah, A., Agoestanto, A., and Arifudin, R. (2018). Peramalan Deret Waktu

- Dengan menggunakan Autoregressive (AR), Jaringan Syaraf Tiruan Radial Basis Function dan Hibrid AR-RBF Pada Inflasi Indonesia. *UNNES Journal of Mathematics*, 7(2):228–241.
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., and Gu, X. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan , China. *Lancet*, 6736(20):1–10.
- Iloanusi, O. N. and Ross, A. (2021). Leveraging Weather Data for Forecasting Cases-to-Mortality Rates Due to COVID-19. *Chaos, Solitons and Fractals: the interdisciplinary journal of Nonlinear Science, and Nonequilibrium and Complex Phenomena*.
- Imawati, D. (2017). *Diagnosa Kanker Otak Menggunakan Radial Basis Function Neural Network*. PhD thesis, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Jefika, M., Kosasi, H., Prayogi, G., and Dharma, A. (2020). Prediksi Gelombang Corona Dengan Metode Neural Network. *JIKOMSI (Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, 3(2):102–107.
- Kemenkes (2021). Covid-19 di Indonesia.
- Kermani, M. Z., Stephan, D., Barjenbruch, M., and Hinkelmann, R. (2020). Advanced Engineering Informatics Ensemble data mining modeling in corrosion of concrete sewer : A comparative study of network-based ( MLPNN & RBFNN ) and tree-based ( RF ,. *Advanced Engineering Informatics*, 43(March 2019):101030.
- Khaeruman, B., Nur, S., and Rodliyana, D. (2019). Pandemi Covid-19 dan Keadaan Darurat : Kajian Hadis Tematik.

- Kopal, I., Harnicarova, M., Valicek, J., Krmela, J., and Lukac, O. (2019). Radial Basis Function Neural Network-Based Modeling of the Dynamic Thermo-Mechanical Response and Damping Behavior of Thermoplastic Elastomer Systems. *Polymers*, 11(1074).
- Lestandy, M. and Syafa'ah, L. (2020). Prediksi Kasus Aktif Covid-19 Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2020*, pages 45–48.
- Ludin, J. (2020). *Analisis Deret Berkala*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Badan Pusat Statistik.
- Madhiarasan, M. (2020). Accurate prediction of different forecast horizons wind speed using a recursive radial basis function neural network. *Protection and Control of Modern Power Systems*, 5(22).
- Muhammad, F., Hertono, G. F., and Handari, B. D. (2020). Comparison of activation functions on radial basis function neural network in predicting dengue hemorrhagic fever incidents in DKI Jakarta. *AIP Conference Proceedings*, 2296.
- Muhammad, M. (2018). Sebaran dan Peramalan Mahasiswa Baru Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Purwokerto dengan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series. *MAJU: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 3(2):48–58.
- Pangaribuan, Y. and Sagala, M. (2017). Menerapkan Jaringan Saraf Tiruan untuk Mengenali Pola Huruf Menggunakan Metode Perceptron. *Teknik Informatika Unika St. Thomas (JTIUST)*, 02(02):53–59.
- Praswoto, A., Hayaty, N., and Ritha, N. (2021). Implementasi Algoritma Radial

- Basis function Neural Network dalam Memprediksi Jumlah Angka Kelahiran. *Jurnal Sustainable*, 10:1–6.
- Pratama, P. D., Wahyuddin, M. I., Nathasia, N. D., Teknologi, F., and Nasional, U. (2020). Prediksi Kasus Covid-19 di Indonesia Menggunakan Algoritma Markov Chain. *RASSI (Rekayasa & Audit Sistem Informasi)*, 5(2).
- Putri, E. R. S., Novianti, F., Yasmin, Y. R. A., and Novitasari, D. C. R. (2021). Prediksi Kasus Aktif Kumulatif Covid-19 Di Indonesia Menggunakan Model Regresi Linier Berganda. *Transformasi : Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 5(2):567–577.
- Rahman, M. (2018). Prediksi Pembayaran Tagihan Listrik Menggunakan Model Artificial Neural Network. *JUSTINDO (Jurnal Sistem & Teknologi Informasi Indonesia)*, 4(1):7–12.
- Rinanto, N., Wahyudi, M. T., and Khumaidi, A. (2018). Radial Basis Function Neural Network sebagai Pengklasifikasi Citra Cacat Pengelasan. *Jurnal Ilmiah Rekayasa*, 11(2):118–131.
- Rosanti, C. (2021). Tinjauan Hukum Islam Pada Edaran Pemerintah Dan MUI Dalam Menyikapi Wabah Covid-19 Setelah Pemberlakuan New Normal. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 7(01):393–402.
- Ruhiat, D. and Suwanda, C. (2019). Peramalan Data Deret Waktu Berpola Musiman Menggunakan Metode Regresi Spektral. *Jurnal Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 4(1):1–12.
- Santosa, S., Widjanarko, A., and Supriyanto, C. (2016). Model Prediksi Penyakit

- Ginjal Kronik Menggunakan Radial Basis function. *Jurnal Pseudocode*, III(September):163–170.
- Saputra, I., Candiasa, I., and Suryawan, I. (2021). Klasterisasi Hasil Ujian Nasional SMA / MA dengan Algoritma K-Means. *Jurnal Matematika, Sains dan Pembelajaran*, 15(1):22–30.
- Sembiring, J. and Sondang (2018). Deteksi Awal Penyakit Maag Melalui Lidah Menggunakan Metode radial Basis Function Network pada Smartphone Berbasis Android. In *Seminar Nasional Sistem Informas Indonesia*, Medan.
- Solikhun, Safii, M., and Trisno, A. (2017). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Mata Pelajaran Dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Sains Komputer & Informatika*, (1):24–36.
- Sugiarto (2019). *Penerapan jaringan syaraf tiruan metode radial basis function (rbf) untuk prediksi penjualan keripik nenas tugas akhir*. Skripsi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- Supriatna, E. (2020). Wabah Corona Virus Disease Covid 19 Dalam Pandangan Islam. *SALAM: Jurnal Sosial & Budaya Syar-i*, 7(6).
- Susilo, A., Rumende, C. M., Pitoyo, C. W., Santoso, W. D., Yulianti, M., Herikurniawan, Sinto, R., Singh, G., Nainggolan, L., Nelwan, E. J., Khie, L., Widhani, A., Wijaya, E., Wicaksana, B., Maksum, M., Annisa, F., Jasirwan, O. M., and Yuniastuti, E. (2020). Coronavirus Disease 2019 : Tinjauan Literatur Terkini Coronavirus Disease 2019 : Review of Current Literatures. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 7(1):45–67.

- Tarigan, R. B., Yasin, H., and Prahutama, A. (2018). Peramalan indeks harga saham gabungan (ihsg) dengan metode radial basis function neural network menggunakan gui matlab 1,2,3. *Jurnal Gaussian*, 7(4):431–442.
- To, K. K.-w., Tak, O., Tsang, Y., Yip, C. C.-y., Choi, C. Y.-c., Kandamby, D. H., Lung, D. C., Tam, R., Poon, R. W.-s., Fung, A. Y.-f., Hung, I. F.-n., Cheng, V. C.-c., Chan, J. F.-w., and Yuen, K.-y. (2020). Consistent detection of 2019 novel coronavirus in saliva Kelvin Kai-Wang To. *Clinical Infect Disease*, pages 1–14.
- Ukkas, M. I., Kridalaksana, A. H., and Cenggoro, T. W. (2018). Pengenalan Pola Perilaku Seorang Manusia Dalam Permainan Suten Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik. *Sebatik*, 12(1):1–8.
- Urva, G. (2016). K-Means Clustering to Design Radial Basis Function Neural Network ( RBFNN ) Classifiers. *Jurnal Universal Teknologi*, 9(2).
- Wahyudi, B. A. and Palupi, I. (2021). Prediksi puncak pandemi Covid-19 di Indonesia dengan model SIR Prediction of the peak Covid-19 pandemic in Indonesia using SIR model. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(November 2020):49–55.
- Wahyuningrum, V. (2020). Penerapan Radial Basis Function Neural Network dalam Pengklasifikasian Daerah Tertinggal di Indonesia. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistika*, 12(1):37–54.
- WHO (2020). Laboratory testing for coronavirus disease 2019 (COVID-19) in suspected human cases. *Geneva: World Health Organization*.
- Wulandari, A., Wahyuningsih, S., and Amijaya, F. D. T. (2017). Peramalan Harga

Minyak Mentah Dunia (Crude Oil) Menggunakan Metode Radial Basis Function Neural Network (RBFNN). *Jurnal Eksponensial*, 8(1):161–168.

Zufar, M. A. (2018). *Perbandingan Metode ARIMA Dengan RBFNN Dalam Peramalan Rata-Rata Banyaknya Bilangan Sunspot*. Skripsi, UIN Maulana Malik Ibrahim.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A