

**IMPLEMENTASI METODE *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM
MEMORY (BI-LSTM)* UNTUK PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI
INDONESIA**

SKRIPSI



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

Disusun Oleh
MIFTAKHUL ILMIAH
H92218047

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

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MIFTAKHUL ILMIAH

NIM : H92218047

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "IMPLEMENTASI METODE *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY* (BI-LSTM) UNTUK 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 Januari 2022

Yang menyatakan,



MIFTAKHUL ILMIAH
NIM. H92218047

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

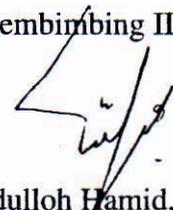
Nama : MIFTAKHUL ILMIAH
NIM : H92218047
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI METODE *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY* (BI-LSTM) UNTUK PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI INDONESIA

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I


Nukissardah Ulinuha, M.Kom
NIP. 199011022014032004

Pembimbing II


Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya


Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

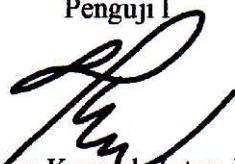
Skripsi oleh

Nama : MIFTAKHUL ILMIAH
NIM : H92218047
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI METODE *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY* (BI-LSTM) UNTUK PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI INDONESIA

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 26 Januari 2022

Mengesahkan,
Tim Penguji

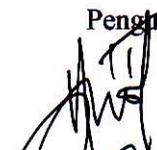
Penguji I


Putroue Keumala Intan, M.Si
NIP. 198805282018012001

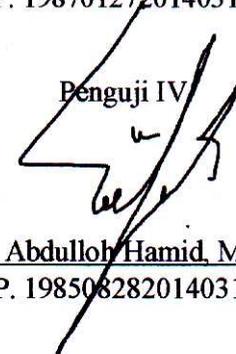
Penguji II


Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

Penguji III


Nurissaidan Ulinuha, M.Kom
NIP. 199011022014032004

Penguji IV


Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Prof. Dr. H. Egi Nurmaur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003





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 : MIFTAKHUL ILMIAH
NIM : H92218047
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA
E-mail address : ilmiahmiftakhul69@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 :

IMPLEMENTASI METODE BIDIREKTIONAL LONG SHORT-TERM

MEMORY (BI-LSTM) UNTUK 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, 11 April 2021

Penulis

(MIFTAKHUL ILMIAH)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

IMPLEMENTASI METODE *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY* (BI-LSTM) UNTUK PREDIKSI KASUS POSITIF COVID-19 DI INDONESIA

COVID-19 merupakan sebuah penyakit yang disebabkan oleh virus bernama SARS-COV2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) yang memungkinkan penderitanya dapat menularkan kepada orang lain. Pertama kali ditemukan di Wuhan, China hingga ditemukan adanya kasus kematian. Penyebaran yang sangat cepat dan penambahan jumlah kasus yang terus meningkat membuat virus ini mendapatkan perhatian khusus di seluruh dunia, tak terkecuali di Indonesia. Dua gelombang ledakan kasus positif Covid-19 terjadi di Indonesia yaitu pada bulan Januari 2021 dan Juli 2021 dengan kasus tertinggi harian mencapai 56.757 pasien. Pada penelitian ini akan dilakukan penerapan metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* untuk memprediksi kasus positif Covid-19 di Indonesia dengan beberapa parameter uji yaitu pola *time series*, *hidden size*, *max epoch* dan *batch size*. Metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* merupakan kombinasi dari *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Bidirectional Recurrent Neural Network* (Bi-RNN) yang memungkinkan model dapat mengolah informasi dari dua arah *forward* dan *backward*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder jumlah terkonfirmasi positif Covid-19 di Indonesia yang didapatkan dari *website* Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dari tanggal 1 Mei 2020 sampai 15 Desember 2021. Model terbaik yang dihasilkan adalah perolehan MAPE sebesar 22,12%, dengan parameter terbaik yaitu pembagian 80% data *training* 20% data *testing*, Pola *time series* sebesar 7, *Hidden Size* sebesar 15, *Max Epoch* sebesar 50, dan *Batch Size* 4. Hasil MAPE menunjukkan bahwa model *Bidirectional Long Short-Term Memory* cukup baik untuk memprediksi Kasus Positif Covid-19 di Indonesia.

Kata kunci: Prediksi, LSTM, Bi-LSTM, Covid-19

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF THE *BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY (BI-LSTM) METHOD FOR PREDICTING POSITIVE CASES OF COVID-19 IN INDONESIA*

COVID-19 is a disease caused by a virus named SARS-COV2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) which allows the sufferer to infect others. First time was found in Wuhan, China until there were cases of death. The spread is very fast and the number of cases continues to increase increase makes this virus get special attention around the world, no except in Indonesia. Two waves of explosions of positive Covid-19 cases occurred in Indonesia, namely in January 2021 and July 2021 with the highest cases daily reached 56,757 patients. In this research, the application of Bidirectional Long Short-Term Memory method to predict positive cases Covid-19 in Indonesia with several test parameters, namely the time series pattern, hidden size, max epoch and batch size. Bidirectional Long Short-Term Memory is a combination of Long Short-Term Memory (LSTM) and Bidirectional Recurrent Neural Network (Bi-RNN) which enables model can process information from both forward and backward directions. Data that used in this study is secondary data the number of confirmed positive Covid-19 in Indonesia obtained from the Ministry of Health website Republic of Indonesia from 1 May 2020 to 15 December 2021. Model The best result is the MAPE gain of 22.12%, with the best parameter is the distribution of 80% training data 20% testing data, time pattern series is 7, Hidden Size is 15, Max Epoch is 50, and Batch Size is 4. MAPE results show that the Bidirectional Long Short-Term Memory model good enough to predict the Positive Case of Covid-19 in Indonesia.

Keywords: Prediction, LSTM, Bi-LSTM, Covid-19

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING | ii |
| PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| MOTTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| ABSTRAK | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 9 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 9 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 10 |
| 1.5. Batasan Masalah | 10 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 11 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 13 |
| 2.1. Prediksi | 13 |
| 2.2. Pola <i>Time Series</i> | 14 |
| 2.3. <i>Corona Virus Disease (Covid-19)</i> | 15 |
| 2.4. Normalisasi | 17 |
| 2.5. <i>Long Short-Term Memory</i> | 18 |
| 2.6. <i>Bidirectional Long Short-Term Memory</i> | 25 |
| 2.7. Denormalisasi | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 2.8. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> | 28 |
| 2.9. Integrasi Keilmuan | 29 |
| III METODE PENELITIAN | 36 |
| 3.1. Jenis Penelitian | 36 |
| 3.2. Jenis dan Sumber Data | 36 |
| 3.3. Tahapan Penelitian | 38 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 44 |
| 4.1. Deskripsi Data | 44 |
| 4.1.1. Pembagian Data Latih dan Data Uji | 45 |
| 4.2. <i>Preprocessing</i> | 46 |
| 4.2.1. Pembentukan Pola Data <i>time series</i> | 46 |
| 4.2.2. Normalisasi | 51 |
| 4.3. Perhitungan Manual Metode Bi-LSTM untuk prediksi kasus Covid-19 | 53 |
| 4.4. Denormalisasi | 64 |
| 4.5. Evaluasi Hasil | 66 |
| 4.6. Analisis Hasil | 67 |
| 4.7. Integrasi Keilmuan | 76 |
| V PENUTUP | 80 |
| 5.1. Kesimpulan | 80 |
| 5.2. Saran | 81 |
| DAFTAR PUSTAKA | 81 |

SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | Arti nilai MAPE dalam peramalan model | 28 |
| 3.1 | Sampel data penelitian | 37 |
| 3.2 | Contoh pembacaan data model Bi-LSTM arah maju | 40 |
| 3.3 | Contoh pembacaan data model Bi-LSTM arah mundur | 41 |
| 4.1 | Jumlah data sesuai persentase pembagian data latih dan data uji | 46 |
| 4.2 | Pembentukan pola 1 input data <i>time series</i> | 47 |
| 4.3 | Pembentukan pola 2 input data <i>time series</i> | 48 |
| 4.4 | Pembentukan pola 3 input data <i>time series</i> | 48 |
| 4.5 | Pembentukan pola 4 input data <i>time series</i> | 49 |
| 4.6 | Pembentukan pola 5 input data <i>time series</i> | 49 |
| 4.7 | Pembentukan pola 6 input data <i>time series</i> | 50 |
| 4.8 | Pembentukan pola 7 input data <i>time series</i> | 50 |
| 4.9 | Data hasil normalisasi | 53 |
| 4.10 | Hasil perhitungan manual | 64 |
| 4.11 | Tabel perbandingan data asli dan hasil denormalisasi | 65 |
| 4.12 | Tabel hasil 7 pola <i>time series</i> | 66 |
| 4.13 | Uji Coba pada parameter Pola <i>time series</i> | 68 |
| 4.14 | Uji Coba pembagian data <i>training</i> dan <i>testing</i> | 69 |
| 4.15 | Uji Coba <i>Hidden size</i> | 70 |
| 4.16 | Uji Coba <i>Max Epoch</i> | 71 |
| 4.17 | Uji Coba <i>Batch size</i> | 72 |
| 4.18 | Hasil prediksi tanggal 16-31 Desember 2021 | 75 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | Grafik Kasus Positif Covid-19 di Indonesia | 17 |
| 2.2 | Arsitektur <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM) | 20 |
| 2.3 | Model BiLSTM | 26 |
| 3.1 | <i>flowchart</i> penelitian | 38 |
| 3.2 | <i>flowchart</i> prediksi menggunakan metode Bi-LSTM | 39 |
| 3.3 | Arsitektur metode Bi-LSTM | 42 |
| 3.4 | <i>flowchart</i> pengujian kasus positif Covid-19 menggunakan metode Bi-LSTM | 42 |
| 4.1 | Grafik Kasus Positif Covid-19 di Indonesia | 44 |
| 4.2 | Plot hasil <i>training</i> dengan model terbaik | 73 |
| 4.3 | Plot hasil <i>testing</i> dengan model terbaik | 73 |
| 4.4 | Plot hasil prediksi | 74 |

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada akhir tahun 2019 atau tepatnya bulan Desember, ditemukan pertama kali kasus penyakit paru-paru misterius yang menyerang Provinsi Hubei, China. Penyakit yang menggemparkan dunia ini diketahui merupakan sebuah kelompok virus yang dapat menyerang hewan dan manusia dan berkembang hingga ditemukan adanya kasus kematian. Virus tersebut oleh WHO diberi nama SARS-COV2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) dan penyakitnya disebut COVID-19 atau *Coronavirus Disease-2019* (WHO, 2020).

Selanjutnya pada tanggal 11 Maret 2020, pemerintah Indonesia menetapkan COVID-19 sebagai pandemi. Hal ini dikarenakan penyebaran virus ini sangat cepat dan penambahan jumlah kasus yang terus meningkat. Sehingga untuk setiap harinya selalu dilaporkan jumlah kasus mulai dari terkonfirmasi positif harian, pasien sembuh, meninggal dunia dan jumlah kumulatif. Di Indonesia sendiri sampai tanggal 29 April 2021 atau 1 tahun setelah penetapan tersebut, jumlah pasien terkonfirmasi positif sebanyak 1.662.868 dengan angka kematian sebesar 2,71% (Kemkes, 2021).

Dikarenakan penyebaran virus ini tergolong baru sehingga menyebabkan perlunya adaptasi bukan hanya kegiatan antar manusia tetapi juga banyaknya perubahan gaya hidup dan aturan dari pemerintah. Terlihat pada grafik kasus Covid-19 yang mengalami naik turun dengan rentang yang tidak jarang sangat

jauh pada setiap harinya. Perubahan naik turun/fluktuasi kasus positif Covid-19 di Indonesia disebabkan oleh perilaku masyarakat. Terdapat beberapa faktor yang menjadi ciri saat kasus terkonfirmasi positif Covid-19 naik yaitu hari libur panjang nasional seperti Hari raya Idul Fitri / Idul Adha dan Hari Natal dan Tahun baru yang digunakan untuk bepergian ke kampung halaman. Masyarakat cenderung berkumpul dengan sanak keluarga dan teman dan melupakan protokol kesehatan. Selain itu faktor lain adalah saat pergantian musim dari kemarau ke musim hujan yang mengakibatkan tubuh mudah terserang penyakit. Akibatnya pada waktu-waktu tertentu seperti hari tersebut terjadi lonjakan kasus yang sangat tinggi. Setelah kejadian tersebut barulah aturan-aturan mulai diperketat seperti *lockdown*, *Work from Home* (WFH) dan PSBB. Sehingga kasus positif harian sedikit demi sedikit mulai menurun. Kesadaran masyarakat yang minim tentang protokol kesehatan, dan pemerintah yang kurang mempersiapkan diri pada awal penyebaran covid-19 diduga menjadi alasan sulitnya penurunan jumlah kasus di Indonesia. Allah berfirman dalam QS. Asy Syura ayat 30

وَمَا أَصَابَكُمْ مِّنْ مُّصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ أَيْدِيكُمْ وَيَعْفُوا عَنْ كَثِيرٍ ﴿٣٠﴾

Artinya: “Dan apa saja musibah yang menimpa kamu maka adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan sebagian besar (dari kesalahan-kesalahanmu)”

Dari ayat dan terjemahan ayat Al Qur’an diatas dapat diketahui bahwa sesungguhnya segala sesuatu yang baik ataupun buruk seperti musibah yang terjadi pada diri sendiri ataupun orang banyak, tidak lain disebabkan oleh tangan manusia sendiri. Manusia memiliki andil sangat besar dalam penyebaran covid-19 ini mulai dari penyebaran virus ini yang berasal dari hewan menjadi virus yang dapat pula

menyerang manusia. Selanjutnya penyebaran yang besar-besaran terjadi karena virus covid-19 dapat menularkan ke sesama manusia hanya dengan melalui udara. Keadaan yang semakin buruk karena banyak pula manusia yang tidak mematuhi peraturan yang dibuat pemerintah seperti sekadar memakai masker dan *social distancing*.

Dalam krisis kesehatan yang sedang terjadi saat ini, industri medis membutuhkan perkembangan aplikasi teknologi untuk memantau dan mengendalikan penyebaran pandemi COVID-19 (*Coronavirus*). Diperlukan suatu pengujian berdasarkan jumlah data pasien terkonfirmasi positif untuk memprediksi jumlah kasus covid-19 di Indonesia. Hal ini bertujuan agar dapat dilakukan pencegahan risiko oleh pemerintah dan menekan angka terkonfirmasi positif yang terus mengalami kenaikan.

Sebuah prediksi dilakukan dengan tujuan memberi gambaran tentang baik atau buruknya suatu hal, sehingga di masa saat ini akan disiapkan sebuah strategi / rencana untuk semua kemungkinan yang akan terjadi di masa depan. Seperti gambaran dalam firman Allah QS. Yusuf ayat 48 berikut:

UIN SUNAN AMPFI

ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعُ شِدَادٍ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾

Artinya: “Kemudian, sesudah itu akan datang tujuh (tahun) yang sangat sulit (paceklik) yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya, kecuali sedikit dari apa (bibit gandum) yang kamu simpan.”

Seperti yang dijelaskan dalam ayat di atas, sebuah tindakan dapat dilakukan/dirancang ketika Kita mengetahui apa yang akan terjadi di kemudian hari. Baik itu hal yang baik ataupun buruk. Sehingga jika sesuatu hal tersebut

buruk maka diharapkan dapat diminimalisir keburukannya meskipun tidak dapat dicegah sepenuhnya.

Dalam konteks pandemi Covid-19 saat ini yang sayangnya telah semakin menyebar luas, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah membuat suatu rencana pencegahan virus. Sehingga kata yang lebih tepat digambarkan untuk kejadian saat ini adalah pemberantasan. Karena keterlambatan dalam pencegahan di awal oleh Pemerintah dan kurangnya kedisiplinan dari masyarakat membuat Indonesia menjadi salah satu dari 22 negara dengan tingkat penularan Covid-19 tertinggi di dunia pada Bulan Juli 2021 ([Kompas, 2021](#)).

Maka dari itu untuk mencegah terjadinya gelombang 3 ledakan covid-19 di Indonesia, pemerintah mengeluarkan aturan PPKM level 3 di seluruh wilayah Indonesia. Aturan tersebut meliputi pengetatan protokol Kesehatan, peniadaan mudik, larangan bepergian saat malam tahun baru, pelarangan cuti ASN, TNI Polri dan karyawan swasta, dan lain-lain ([Indonesia.go.id, 2021](#)).

Hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi atau tindak pencegahan gelombang 3 ledakan covid-19 di Indonesia. Pencegahan tersebut dilakukan karena rata-rata ledakan covid-19 di Indonesia terjadi pada waktu libur panjang, seperti saat ledakan covid-19 gelombang 1 yang terjadi pada 30 Januari 2021 dengan kasus sebanyak 14.518 dan ledakan covid-19 gelombang 2 yang terjadi pada tanggal 15 Juli 2021 dengan kasus harian sebanyak 56.757 yang merupakan kasus harian tertinggi di Indonesia sampai saat ini. Sehingga oleh karena hal tersebut maka pemerintah terpaksa membuat sebuah kebijakan bahkan jauh sebelum peristiwa tersebut terjadi. Hal ini dapat disebut sebagai hasil dari proses prediksi berdasarkan data real dari lapangan dalam kurun waktu tertentu.

حَدَّثَنِي عَلِيُّ بْنُ سَعِيدٍ الْكِنْدِيُّ، حَدَّثَنَا الْحَكَمُ بْنُ ظَهْرٍ، عَنِ السُّدِّيِّ، عَنْ عَبْدِ الرَّحْمَنِ بْنِ سَابِطٍ، [عَنْ جَابِرٍ] قَالَ: أَتَى النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ رَجُلٌ مِنْ يَهُودٍ يُقَالُ لَهُ: "بُسْتَانَةُ الْيَهُودِيِّ". فَقَالَ لَهُ: يَا مُحَمَّدُ، أَخْبِرْنِي عَنِ الْكَوَاكِبِ الَّتِي رَأَاهَا يُوسُفُ أَنَّهُمَا سَاجِدَةٌ لَهُ، مَا أَسْمَاؤُهَا قَالَ: فَسَكَتَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ سَاعَةً فَلَمْ يُجِبْهُ بِشَيْءٍ، وَنَزَلَ [عَلَيْهِ] جِبْرِيْلُ، عَلَيْهِ السَّلَامُ، فَأَخْبَرَهُ بِأَسْمَائِهَا. قَالَ: فَبَعَثَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِلَيْهِ فَقَالَ: "هَلْ أَنْتَ مُؤْمِنٌ إِنْ أَخْبَرْتُكَ بِأَسْمَائِهَا" فَقَالَ: نَعَمْ. قَالَ: "خَزْتَانِ وَالطَّرِيقِ، وَالذِّيَالِ وَذُو الْكَنْفَاتِ، وَقَابِيسَ، وَوَتَّابَ، وَعَمُودَانَ، وَالْفَيْلَقِ، وَالْمُصْبِحِ، وَالضَّرُّوحِ، وَذُو الْفَرَعِ، وَالضِّيَاءِ، وَالنُّورِ". فَقَالَ الْيَهُودِيُّ: إِي وَاللَّهِ، إِنَّهَا لَأَسْمَاؤُهَا

Artinya: “telah menceritakan kepadaku Ali ibnu Sa’id Al-Kindi, telah menceritakan kepada kami Al-Hakam ibnu Zahir, dari As-Saddi, dari Abdur Rahman ibnu Sabit dari Jabir yang menceritakan bahwa seorang Yahudi yang dikenal dengan nama Bustanah datang menghadap Nabi Saw., lalu bertanya, ”Hai Muhammad, ceritakanlah kepadaku bintang-bintang yang dilihat oleh Yusuf dalam mimpinya bersujud kepadanya, apa sajakah nama-nama bintang-bintang tersebut?” Rasulullah Saw. diam sesaat, tidak menjawab sepele kata pun. Lalu Jibril a.s. turun dan menceritakan kepada Nabi Saw. semua nama bintang itu. Maka Nabi Saw. menyuruh agar lelaki Yahudi itu dipanggil menghadap. Setelah lelaki Yahudi itu sampai, maka Nabi Saw. bertanya, ”Apakah engkau mau beriman jika aku sebutkan kepadamu nama bintang-bintang itu?” Lelaki Yahudi itu menjawab, ”Ya.” Maka Rasulullah Saw. bersabda: “Jiryana, Tariq, Zayyal, Zul Kanfat, Qabis, Wassab, ’Amudan, Faliq, Misbah, Daruh, Zul Farag, Diya, dan Nur”. Lelaki Yahudi itu berkata, ”Memang benar, demi Allah, itulah nama bintang-bintang tersebut.”

Dari hadis di atas menunjukkan sebuah penafsiran mimpi yang dilakukan oleh Rasulullah Saw. terhadap mimpi Nabi Yusuf A.s., di mana mimpi tersebut diterima oleh Nabi Yusuf sebelum akhirnya terealisasi pada empat puluh tahun sesudah mimpi tersebut diberikan. Periwiyatan hadis tersebut menggambarkan ramalan yang menggunakan data aktual tentang suatu peristiwa yang benar-benar terjadi sebagai dasarnya. Hal yang sama dilakukan pada penelitian ini di mana sebuah prediksi menggunakan data *real* berupa data kasus terkonfirmasi positif covid-19 di Indonesia untuk selanjutnya didapatkan sebuah hasil yang dapat digunakan sebagai bahan pencegahan atau kebijakan.

Seperti yang diketahui bahwa data harian kasus positif Covid-19 di Indonesia sangat fluktuatif. Perbedaan jarak jumlah kasus setiap harinya sangat jauh yaitu lebih dari puluhan ribu. Dari tanggal 1 Mei 2020 hingga 15 Desember 2021 kasus terendah terjadi pada kisaran angka 106 kasus harian dan tertinggi mencapai 56.757 kasus harian. Data yang perbedaan rentangnya sangat jauh akan memiliki kelemahan untuk dilakukan prediksi. Sehingga dibutuhkan sebuah metode pembelajaran *machine learning* yang memungkinkan untuk mengatasi permasalahan prediksi untuk data *time series* yang memiliki jangkauan nilai yang panjang.

Salah satu model atau metode yang dapat digunakan untuk memprediksi adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM adalah model deep learning jaringan saraf tiruan RNN yang awalnya diperkenalkan oleh Hochreiter dan Schmidhuber (1997) untuk mengatasi masalah gradien menghilang atau meledak dalam jaringan saraf berulang (RNN). Model *deep learning* ini berguna untuk mengatasi masalah kompleks seperti peramalan deret waktu, pengenalan tulisan tangan, dan deteksi ucapan (Hammad, 2021).

Namun, metode LSTM memiliki sebuah kelemahan yaitu hanya menggunakan satu buah input yang berupa informasi masa lalu untuk mempelajari informasi dari satu arah yaitu arah maju (*forward*) saja, sehingga diperkenalkanlah sebuah metode pengembangan dari LSTM. Metode LSTM memiliki satu jenis varian yaitu *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM) yang memiliki 2 buah input berupa *forward* dan *backward*. Dengan 2 buah input tersebut memungkinkan untuk sistem mempelajari informasi masa lalu dan masa mendatang (Olah, 2015).

Berdasarkan kemampuan belajar yang dimilikinya, maka Bi-LSTM memiliki kemampuan dalam hal pelatihan sistem untuk dapat menganalisis sekaligus mempelajari pola data sebelumnya untuk digunakan sebagai data *training* dan berusaha menemukan sebuah formula yang akan menghubungkan pola data sebelumnya tersebut dengan pola data uji yang diinginkan pada saat ini dan pola data masa depan (Radjabaycolle and Pulungan, 2016).

Beberapa penelitian yang menggunakan metode Bi-LSTM adalah (S. Siami-Namini and Namin, 2019) yang membandingkan dan menganalisis data keuangan *time series* menggunakan model ARIMA, Bi-LSTM dan LSTM. Dalam penelitian tersebut didapatkan hasil akurasi pada pemodelan Bi-LSTM lebih baik dibandingkan model ARIMA dan LSTM biasa. Penelitian lain juga dilakukan oleh (Masri, 2020) mengenai peramalan permukaan laut selama 48 jam, 72 jam dan 168 jam kedepan menggunakan tiga metode yaitu RNN, LSTM dan Bi-LSTM. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa metode Bi-LSTM memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan RNN dan LSTM dengan akurasi sebesar 97,87% dan RMSE sebesar 0,0317. Selain itu Bi-LSTM juga dapat mempelajari ketergantungan jangka panjang dua arah antara langkah waktu dan data urutan

untuk memprediksi kejadian di masa depan. Pada studi yang diusulkan oleh (Shen et al., 2021) yaitu melakukan kerangka kerja untuk menggabungkan Bi-LSTM dan data sekuensial untuk memprediksi kolom diameter dari *jet grouting* (teknologi aliran yang memiliki kecepatan jet untuk perbaikan tanah) secara *real time*. Hasil antara metode Bi-LSTM, LSTM dan SVR menunjukkan bahwa Bi-LSTM berkinerja lebih baik dibandingkan LSTM dan SVR dengan hasil akurasi prediksi lebih tinggi sebesar 9,8% dari LSTM dan 24,3% dari SVR. Hasil ini memperkuat kemandirian pemodelan proses *grouting jet* menggunakan metode Bi-LSTM.

Sehingga sesuai dengan uraian yang telah dipaparkan di awal, maka penulis akan melakukan sebuah penelitian berjudul **“Implementasi Metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM) untuk Prediksi Kasus Positif Covid-19 di Indonesia”**. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM) untuk memprediksi kasus Covid-19 yang terjadi di Indonesia.

الْمَنْعُ أَسْهَلُ مِنَ الرَّفْعِ

Artinya: “Pencegahan itu lebih mudah/lebih kuat dari pada memberantas”

Sebagaimana bunyi kaidah di atas, Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sarana pemerintah untuk memantau perkembangan kasus positif Covid-19 serta hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk menerapkan kebijakan-kebijakan atau membuat suatu pencegahan guna mengurangi kasus Covid-19 di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Bab ini akan membahas terkait bagaimanakah penerapan serta cara kerja *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM) sebagai metode dalam memprediksi kasus positif COVID-19 menggunakan data sekunder *time series*.

Sesuai penjabaran yang telah dijelaskan sebelumnya maka untuk memecahkan permasalahan yang ada akan dirumuskan beberapa pertanyaan terkait yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana arsitektur jaringan terbaik yang didapatkan dari metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* terhadap data kasus positif Covid-19 di Indonesia?
2. Bagaimana performa dari pembentukan model *Bidirectional Long Short-Term Memory* untuk prediksi kasus positif Covid-19 di Indonesia?
3. Bagaimana hasil prediksi menggunakan metode *Bidirectional Long Short-Term Memory*?

1.3. Tujuan Penelitian

Pada Bab ini akan dijabarkan tujuan dilakukannya penelitian ini. Adapun tujuannya antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui arsitektur jaringan terbaik pada metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* untuk memprediksi kasus positif COVID-19 di Indonesia
2. Mengetahui performa metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* untuk memprediksi kasus positif COVID-19 di Indonesia

3. Mengetahui prediksi kasus positif Covid-19 yang dihasilkan dari pembentukan model terbaik metode *Bidirectional Long Short-Term Memory*

1.4. Manfaat Penelitian

Pada Bab ini akan dijabarkan manfaat dilakukannya penelitian ini. Adapun manfaatnya antara lain sebagai berikut:

1. Bagi pihak yang ingin mengembangkan dan mengimplementasikan ilmu pengetahuan, penelitian ini dapat menjadi referensi tentang metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* saat di aplikasikan untuk memprediksi kasus positif COVID-19 di Indonesia pada penelitian selanjutnya.
2. Bagi pemerintah Indonesia, penelitian ini dapat menjadi sarana untuk memantau perkembangan kasus Covid-19 di Indonesia dan diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk membuat kebijakan-kebijakan terkait pandemi Covid-19.
3. Bagi mahasiswa, penelitian ini dapat menjadi tambahan wawasan mengenai salah satu metode yang dapat digunakan untuk prediksi data *time series*.

1.5. Batasan Masalah

Adapun Batasan-batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan sebagai *training* dan *testing* model adalah data sekunder kasus positif COVID-19 pada 1 Mei 2020 sampai dengan 15 Desember 2021.
2. Parameter yang diuji untuk perbandingan performa model prediksi adalah 1-7 pola *time series*, *hidden size* sebesar 5, 15, 50, 100 dan 150, *max epoch*

sebesar 50, 100, 150 dan 200 dan *batch size* sebesar 4, 8, 12 dan 16.

3. Pengukuran error yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.6. Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini akan berisi lima bab, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN Pada bab ini akan dipaparkan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA Pada bab ini akan dipaparkan secara jelas tentang pengertian metode-metode yang menjadi landasan teori pada penelitian ini seperti definisi prediksi, virus Covid-19, normalisasi, metode *Long Short-Term Memory*, penjelasan secara khusus tentang *Bidirectional Long Short-Term Memory*, denormalisasi, MAPE, dan integrasi keilmuan.
3. BAB III METODE PENELITIAN Pada bab ini akan dipaparkan tentang jenis penelitian, data dan sumber data yang digunakan serta tahapan penelitian.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN Pada bab ini akan dijelaskan tentang proses tahapan penelitian seperti *training* dan *testing* menggunakan metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* serta pengujian beberapa parameter untuk mendapatkan akurasi terbaik.
5. BAB V PENUTUP Pada bab ini akan dipaparkan tentang kesimpulan yang berisi gambaran secara umum dari hasil yang didapatkan pada penelitian prediksi kasus positif Covid-19 di Indonesia menggunakan metode

Bidirectional Long Short-Term Memory, serta berisi saran yang diharapkan dapat membantu perkembangan penelitian selanjutnya.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prediksi

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata prediksi mempunyai arti ramalan atau prakiraan. Sedangkan prediksi dapat dijelaskan sebagai suatu proses sistematis dengan tujuan untuk memperkirakan sesuatu di masa depan menggunakan informasi yang didapatkan di masa lalu dan informasi yang dimiliki sekarang agar kesalahan yang dihasilkan antara data aktual dan hasil prediksi dapat diperkecil (Manik, 2021). Prediksi memiliki konsep yang sama dengan peramalan, peramalan merupakan hal yang berkaitan dengan kegiatan memprediksi masa depan dengan hasil setepat mungkin, menggunakan semua informasi yang tersedia semaksimal mungkin baik data historis maupun pengetahuan tentang peristiwa masa depan yang mungkin ada kaitannya dengan hasil ramalan (Hyndman and Athanasopoulos, 2018). Dengan kata lain proses prediksi dan peramalan sama-sama berfokus pada hal yang berkaitan dengan kemungkinan yang dihasilkan di masa depan dengan beracuan pada data historis dan data yang dimiliki saat ini. Memprediksi merupakan keterampilan proses yang digunakan dalam sains. Dalam konteks ini, prediksi dibuat dari hasil peristiwa masa depan berdasarkan pola data real. Membuat prediksi difokuskan pada teks yang ada, terus-menerus berpikir ke depan dan juga menyempurnakan, merevisi, dan memverifikasi prediksinya (Yudaruddin, 2019).

2.2. Pola *Time Series*

Data *time series* merupakan data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu secara berkala. Sedangkan metode *time series* adalah metode yang menggabungkan variabel yang diteliti dengan rentang waktu. Waktu yang digunakan dapat berupa harian, mingguan, bulanan atau tahunan.

Peramalan berhubungan dengan proses memprediksi masa depan yang difokuskan pada kesalahan seminimal mungkin dan hasil yang seakurat mungkin, berdasarkan semua informasi yang mungkin berdampak pada peramalan baik data historis maupun pengetahuan pendukung tentang peristiwa di masa depan. Data historis pada peramalan dapat berupa pola yang berjarak waktu sama atau biasa disebut dengan data *time series*. Data *time series* biasanya digunakan untuk menggambarkan suatu perkembangan dari peristiwa atau kegiatan. Contoh data berkala seperti data ekspor beras triwulan, data harga saham per hari, harga eceran daging ayam ras per tahun.

Data *time series* dikategorikan ke dalam 2 jenis, yaitu stasioner dan tidak stasioner. Suatu data berkala dikatakan stasioner jika data tersebut memiliki fluktuasi atau ragam yang cenderung konstan atau tidak berubah-ubah dan memiliki rata-rata (Salsabila and Kariyam, 2020).

Sedangkan berdasarkan polanya, data *time series* dibagi menjadi 4 jenis, yaitu:

1. Data Musiman

Pola data musiman adalah data yang cenderung memiliki pola berulang teratur dari periode ke periode dan dipengaruhi oleh faktor musiman (mingguan, bulanan, triwulan, semester, tahunan)

2. Data *Trend*

Pola data *trend* adalah data yang memiliki kecenderungan naik atau turun secara jangka panjang. Dalam kenyataannya sangat jarang ditemukan data yang konstan naik ataupun turun, tetapi data yang secara jangka panjang membentuk plot yang naik sudah dapat dikatakan pola *trend*.

3. Data siklus

Pola data siklus adalah data yang berbentuk gelombang di sekitar *trend* yang dipengaruhi oleh pergerakan ekonomi atau bisnis dengan memuat periode musiman jangka panjang. Dengan kata lain pola siklus ini pergerakannya dipengaruhi oleh naik turun suatu variabel ekonomi dalam waktu yang lama.

4. Data yang berpola gabungan musiman, trend dan siklus

2.3. *Corona Virus Disease (Covid-19)*

Corona virus disease 2019 adalah sebuah penyakit menular yang disebabkan oleh virus yang utamanya menyerang pada hewan seperti kelalawar dan unta, berasal dari varian virus bernama *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*. Ditemukan pertama kali di Wuhan, China yang selanjutnya menyebar dengan cepat ke seluruh dunia (Susilo et al., 2020).

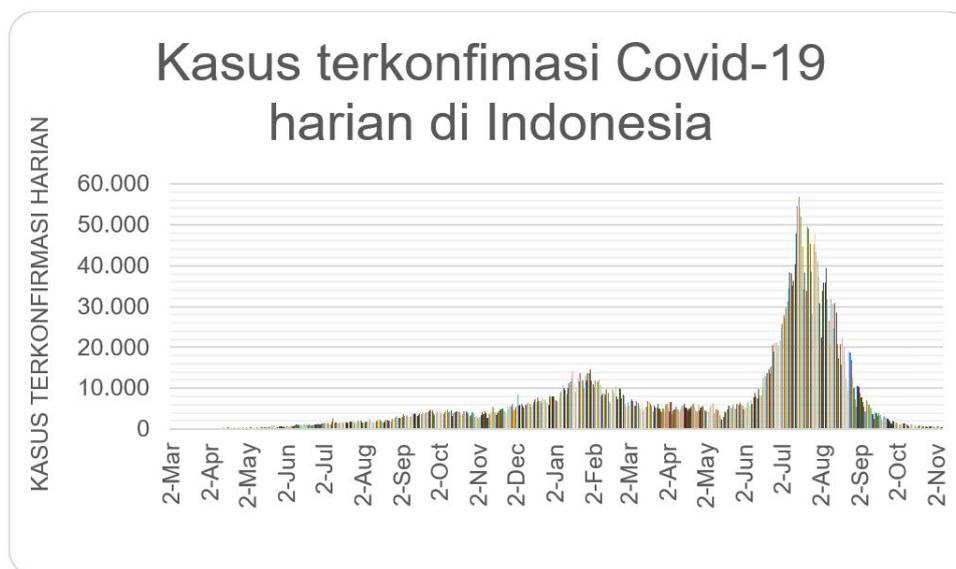
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Widjaja et al., 2021), gejala yang dialami oleh penderita virus Covid-19 adalah batuk dengan persentase tertinggi yaitu sebesar 93,7%, lalu disusul dengan demam, sesak, nyeri menelan, mual, pilek, diare dan anosmia.

Kasus positif pertama di Indonesia ditemukan pada tanggal 1 Maret 2020 dan diumumkan secara langsung oleh Presiden Joko Widodo pada tanggal 2 Maret 2020, yaitu dua orang Warga Negara Indonesia asal Depok yang kontak langsung

dengan Warga Negara Jepang (Kompas, 2020). Lalu 3 hari sesudah itu tidak ada penambahan kasus positif di Indonesia tepatnya tanggal 3-5 Maret 2020. Namun setelah tanggal 13 Maret 2020, kasus positif Covid-19 melonjak menjadi 35 kasus dalam sehari dan secara berturut-turut mengalami kenaikan setiap harinya.

Genap 1 tahun sejak kasus positif Covid-19 masuk ke Indonesia, pada tanggal 3 Maret 2021 jumlah kumulatif pasien terkonfirmasi positif sebanyak 1.353.834 kasus. Jumlah tersebut dapat dikatakan sangat tinggi untuk rentang waktu 1 tahun.

Kasus positif Covid-19 di Indonesia mengalami 2 kali ledakan kasus yaitu terjadi pada rentang bulan Januari 2020 dan Juli-Agustus 2021 seperti terlihat pada gambar 2.1. Ledakan kasus pertama mencapai 14.518 kasus harian yang terjadi pada tanggal 30 Januari 2021, sedangkan lonjakan kedua tercatat pada tanggal 15 Juli 2021 dengan jumlah kasus harian sebanyak 56.757 pasien (Sinta.ristekbrin, 2021). Kedua lonjakan kasus tersebut terjadi pada waktu setelah libur panjang tahun baru dan hari raya idul fitri. Satgas Penanganan Covid-19, Wiku Adisasmito dalam (Republika, 2022) mengatakan bahwa lonjakan kasus Covid-19 biasa terlihat dalam 2 minggu setelah libur panjang. Hal ini dikarenakan pada saat libur panjang, masyarakat cenderung lalai untuk menerapkan protokol kesehatan dan memicu penularan yang luas karena pada saat libur panjang akan sangat banyak bepergian/melakukan kegiatan di luar.



Gambar 2.1 Grafik Kasus Positif Covid-19 di Indonesia

(Sinta.ristekbrin, 2021)

Data terkonfirmasi positif Covid-19 di Indonesia sangat fluktuatif dengan rentang yang sangat jauh antara nilai terendah dan tertinggi. Hingga tanggal 15 Desember 2021 nilai tertinggi kasus positif Covid-19 di Indonesia mencapai 56.757 kasus dengan nilai terendah yaitu 0 kasus.

2.4. Normalisasi

Normalisasi adalah teknik penskalaan atau pemetaan teknik atau tahap *preprocessing*. *Preprocessing* bukan hanya teknik yang digunakan untuk mengubah data mentah menjadi data bersih teratur, tetapi juga meningkatkan kinerja pembelajaran mesin. Dengan kata lain, setiap kali data dikumpulkan dari sumber yang berbeda data tersebut dapat dikatakan dikumpulkan dalam format mentah yang tidak layak untuk analisis di *machine learning* (Jo, 2019). Untuk metode berbasis jarak, normalisasi membantu mencegah atribut dengan rentang yang sangat besar memiliki perbedaan nilai yang sangat jauh dengan rentang yang

lebih kecil (Patro and Sahu, 2015). Terdapat beberapa metode untuk normalisasi data salah satunya adalah Normalisasi *min-max*. Normalisasi *min-max* mempertahankan hubungan di antara nilai data asli. Sehingga tidak akan mengalami kesalahan "di luar batas" jika kasus input data baru berada di luar rentang data asli. Normalisasi *min-max* memiliki rumus sebagai berikut:

$$v' = \frac{v - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (2.1)$$

Dengan:

v' = data yang telah di normalisasi min-max

v = data mentah

X_{min} = nilai terendah dari kumpulan data mentah v

X_{max} = nilai tertinggi dari kumpulan data mentah v

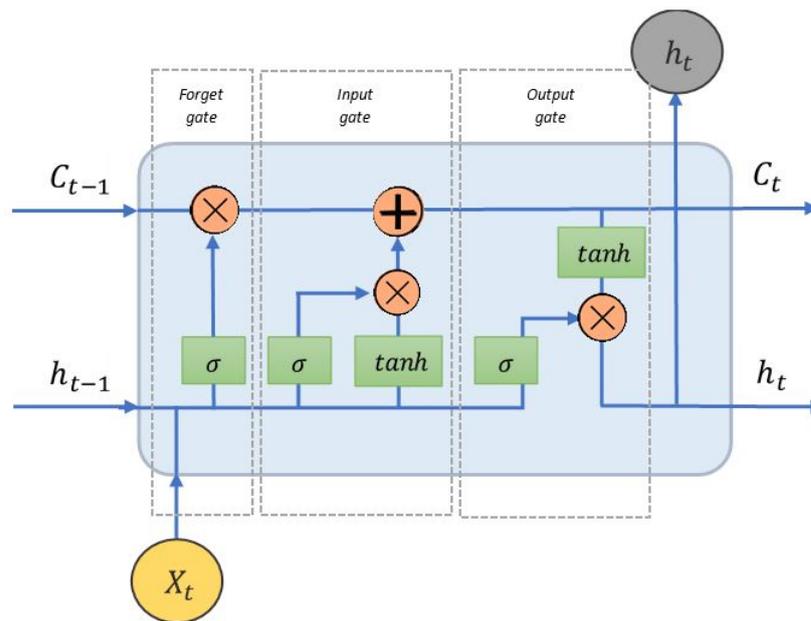
2.5. Long Short-Term Memory

LSTM merupakan salah satu bentuk paling umum dari pengembangan *Recurrent Neural Network* (RNN). RNN adalah jenis jaringan saraf tiruan yang kuat yang secara internal dapat mempertahankan memori input. Hal ini membuatnya sangat cocok untuk memecahkan masalah yang melibatkan data sekuensial seperti deret waktu (Yadav et al., 2020). Jenis RNN ini diciptakan untuk memecahkan masalah ketergantungan jangka panjang dan cocok untuk pemrosesan dan prediksi *time series*. Dalam proses *training* parameter, gradien akan menurun secara bertahap sampai menghilang. Akibatnya, panjang data sekuensial terbatas (Xu et al., 2019). Untuk mengatasi masalah "ketergantungan jangka panjang", (Hochreiter and Schmidhuber, 1997) mengusulkan sel LSTM

(Abedinia et al., 2017). Metode tersebut meningkatkan kapasitas mengingat sel berulang dalam RNN dengan memperkenalkan gerbang (*gate*) ke dalam sel.

Pada model LSTM yang membedakan dengan RNN adalah terdapat satu set sel memori unik yang menjadi pengganti neuron *hidden layer* dan sebuah memori status sel (*cell state*). LSTM memiliki beberapa variasi yaitu antara lain LSTM tanpa *forget gate*, LSTM dengan *forget gate*, dan LSTM dengan koneksi lubang intip (*peephole connection*). Tetapi umumnya istilah Sel LSTM menunjukkan variasi LSTM dengan *forget gate*. Gers, Schmidhuber, dan Cummins (2000) memodifikasi LSTM asli pada tahun 2000 dengan memperkenalkan *forget gate* ke dalam sel (Yu et al., 2019).

LSTM memiliki memori yang lebih panjang dan dapat belajar dari input yang terpisah satu sama lain oleh jeda waktu yang lama. Di dalam struktur model LSTM terdapat struktur gerbang (*gate*) yang harus dilalui untuk menyaring informasi dimana gerbang ini berfungsi untuk mempertahankan dan memperbarui keadaan sel memori. LSTM memiliki tiga gerbang meliputi *input gate*, *forget gate*, dan *Output gate*. *Input gate* yang menentukan apakah akan membiarkan input baru masuk atau tidak, *forget gate* yang menghapus informasi yang tidak penting dan *output gate* yang memutuskan informasi apa yang akan dikeluarkan. Setiap sel memori terdiri atas tiga buah lapisan sigmoid dan satu lapisan *tanh* (Qiu et al., 2020). Struktur sel memori LSTM dapat ditunjukkan seperti pada gambar 2.2 berikut



Gambar 2.2 Arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM)

Forget gate di unit LSTM berfungsi sebagai penentu informasi status pada sel yang akan dibuang atau tidak dari modelnya. Pada Gambar 2.2 ditunjukkan bahwa sel memori yang memiliki tugas untuk menerima output h_{t-1} dari lapisan sebelumnya lalu input x_t dari waktu saat ini sebagai masukan yang selanjutnya digabungkan menjadi satu vektor $[h_{t-1}, x_t]$ melalui alih bentuk dari σ menjadi (Qiu et al., 2020)

$$f_t = \sigma(U_f * x_t + W_f * h_{t-1} + b_f) \quad (2.2)$$

f_t = hasil perhitungan pada *forget gate*

σ = fungsi sigmoid

U_f dan W_f = matriks bobot pada *forget gate*

h_{t-1} = *output* dari waktu $t - 1$

x_t = data input pada waktu t

b_f = bias dari *forget gate*

Pada perhitungan *gate* pada LSTM, digunakan fungsi aktivasi sigmoid yang berfungsi untuk membuah hasil keluaran berkisar 0 sampai 1. nilai tersebut memiliki arti jika nilai keluaran adalah 0 maka data akan dihapus/dihilangkan, sebaliknya jika bernilai 1 maka data akan disimpan (Arfan and ETP, 2019). Fungsi aktivasi sigmoid ditunjukkan oleh persamaan 2.3 dan 2.6 berikut:

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

σ = Fungsi *Sigmoid*

x = data masukan

Forget gate memiliki fungsi utama untuk merekam jumlah sel C_{t-1} dari waktu sebelumnya ke dalam sel C_t dari waktu saat ini untuk disimpan atau dihilangkan. Gerbang/*gate* akan mengeluarkan nilai berselang 0 sampai 1 dari hasil h_{t-1} dan x_t . Ketika nilai *forget gate* f_t adalah 1, maka ia akan menyimpan informasi ini, sementara itu jika 0 berarti menghilangkan semua informasi. Hal ini dikarenakan semua angka yang dikalikan dengan 1 akan bernilai sama yang membuat informasi tersebut tetap dipertahankan. Sedangkan semua nilai yang dikalikan dengan 0 akan memiliki hasil 0 yang berarti informasi tersebut akan dihilangkan (Qiu et al., 2020).

Sedangkan untuk *Input gate* memiliki fungsi untuk merekam jumlah input jaringan x_t dari waktu saat ini yang selanjutnya akan disimpan di sel C_t . Hal ini

dilakukan agar hal-hal yang tidak berkaitan dengan informasi yang diteliti tidak lolos masuk ke dalam sel memori. Terdapat 2 fungsi *input gate* yaitu pertama untuk menentukan status sel (*cell state*) yang memenuhi untuk diperbarui dimana nilai tersebut dipilih melalui lapisan sigmoid, persamaan yang digunakan untuk menghitung *input gate* ditunjukkan pada Persamaan 2.4 berikut (Qiu et al., 2020)

$$i_t = \sigma(U_i * x_t + W_i * h_{t-1} + b_i) \quad (2.4)$$

i_t = hasil perhitungan pada *input gate*

σ = fungsi sigmoid

U_i dan W_i = matriks bobot pada *input gate*

h_{t-1} = *output* dari waktu $t - 1$

x_t = data input pada waktu t

b_i = bias dari *input gate*

Sedangkan fungsi kedua adalah untuk memperbarui informasi pada status sel (*cell state*). Vektor \hat{C}_t merupakan kandidat baru yang akan ditambahkan ke *cell state* dimana vektor ini dibuat melalui perhitungan dengan fungsi *tanh* yang berfungsi untuk mengontrol jumlah informasi baru yang akan ditambahkan, perhitungannya seperti ditunjukkan pada Persamaan 2.5 berikut (et al. Liwei, 2021)

$$\hat{C}_t = \tanh(U_c * x_t + W_c * h_{t-1} + b_c) \quad (2.5)$$

\hat{C}_t = hasil perhitungan untuk nilai baru yang ditambahkan di *cell state*

\tanh = fungsi *tanh*

U_c dan W_c = matriks bobot pada *cell state*

h_{t-1} = *output* dari waktu $t - 1$

x_t = data input pada waktu t

b_c = bias dari *cell state*

Pada perhitungan \hat{C}_t fungsi aktivasi yang digunakan adalah *tanh* dimana fungsi ini memiliki tujuan untuk menggabungkan dua nilai vector yang disimpan pada memory cell untuk mendapatkan nilai *cell state* yang baru (Arfan and ETP, 2019).

Persamaan fungsi aktivasi *tanh* ditunjukkan sebagai berikut:

$$\tanh(x) = 2\sigma(2x) - 1 \quad (2.6)$$

Keterangan:

σ = Fungsi *Sigmoid*

x = data masukan

Selanjutnya untuk memperbarui status sel pada sel memori digunakan Persamaan 2.7 seperti berikut:

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \hat{C}_t \quad (2.7)$$

C_t = kandidat baru *cell state*

f_t = nilai *forget gate*

C_{t-1} = nilai *cell state* pada $t - 1$

i_t = nilai *input gate*

\hat{C}_t = hasil perhitungan untuk nilai baru yang ditambahkan di *cell state*

Gerbang keluaran berfungsi untuk mengatur jumlah status sel pada waktu saat ini yang harus dibuang. Hasil *output gate* didapatkan dari perhitungan menggunakan fungsi sigmoid seperti ditunjukkan pada persamaan 2.8 berikut

$$O_t = \sigma(U_o * x_t + W_o * h_{t-1} + b_o) \quad (2.8)$$

O_t = hasil perhitungan pada *Output gate*

σ = fungsi sigmoid

U_o dan W_o = matriks bobot pada *Output gate*

h_{t-1} = *output* dari waktu $t - 1$

x_t = data input pada waktu t

b_o = bias dari *output gate*

Sedangkan nilai keluaran akhir diproses menggunakan perhitungan oleh fungsi *tanh* oleh status sel (*cell state*) yang dikalikan dengan hasil *output gate* dari lapisan sigmoid. Perhitungan untuk nilai keluaran akhir seperti pada persamaan 2.9 berikut

$$h_t = O_t * \tanh(C_t) \quad (2.9)$$

h_t = nilai keluaran akhir pada waktu t

O_t = nilai *output gate*

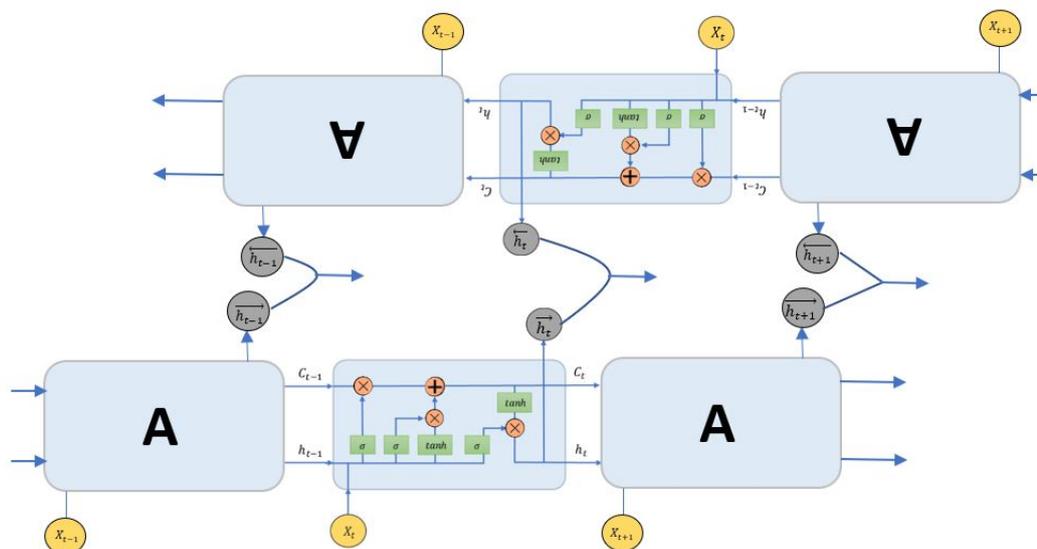
\tanh = fungsi *tanh*

C_t = nilai *cell state*

2.6. *Bidirectional Long Short- Term Memory*

RNN konvensional hanya dapat menggunakan konteks sebelumnya (satu arah). Dalam model jaringan saraf berulang tradisional (RNN) dan Model LSTM, informasi hanya dapat disebarkan ke depan (maju), sehingga keadaan waktu t hanya bergantung pada informasi sebelum waktu t (Xu et al., 2019). Untuk mengatasi kekurangan tersebut, RNN dua arah (Bi-RNN) diperkenalkan oleh Schuster dan Paliwal (1997). Jenis arsitektur ini dapat dilatih di kedua arah waktu secara bersamaan, dengan lapisan tersembunyi (*hidden layer*) yang terpisah (lapisan maju dan lapisan mundur). Selanjutnya, pada tahun 2005 Graves dan Schmidhuber menggabungkan Bi-RNN dengan LSTM dan mengusulkan LSTM dua arah (*Bidirectional Long Short-Term Memory*). Gambar 2.3 menunjukkan koneksi internal lapisan berulang LSTM dua arah

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 2.3 Model BiLSTM

Dalam arsitektur pada Gambar 2.3, urutan lapisan maju adalah sama seperti di jaringan LSTM biasa yang menghitung urutan dari $t - 1, t$, lalu $t + 1$. Namun, untuk lapisan mundur, *hidden layer* dan output diiterasi dari $t + 1, t$ ke $t - 1$. Keluaran dari lapisan maju pada waktu t adalah (\vec{h}_t) dan lapisan mundur (\overleftarrow{h}_t) yang mewakili fitur waktu masa lalu dan masa depan akan dihubungkan dan selanjutnya informasi akan diproses dengan menggunakan *feed forward neural network* (Rizky, 2021).

Pada gambar 2.3 juga diketahui bahwa *hidden layer* pada masing-masing *forward* dan *backward* selanjutnya akan dihubungkan dan membentuk nilai keluaran dengan perhitungan seperti pada persamaan 2.10 sebagaimana dapat ditulis sebagai berikut: (Kim and Moon, 2019)

$$y_t = U_y \vec{h}_t + W_y \overleftarrow{h}_t + b_y \quad (2.10)$$

$y_t = \text{Output gate Bi-LSTM}$

$U_y = \text{nilai bobot untuk Output gate pada } \vec{h}_t$

$\vec{h}_t = \text{nilai keluaran pada LSTM forward}$

$W_y = \text{nilai bobot untuk Output gate pada } \overleftarrow{h}_t$

$\overleftarrow{h}_t = \text{nilai keluaran pada LSTM backward}$

Isi informasi terdapat dalam bentuk vektor dan dalam hal ini vektor merupakan representasi dari setiap langkah waktu. Dalam data *time series* kasus positif covid-19, jumlah terkonfirmasi positif pada hari sebelumnya dapat dikorelasikan dengan data terkonfirmasi positif pada hari selanjutnya dan metode BiLSTM dapat mengekstraksi fitur urutan dengan lebih baik (Bao et al., 2021).

2.7. Denormalisasi

Denormalisasi adalah kebalikan dari proses normalisasi. Atau dalam kata lain proses untuk mengembalikan hasil output dari proses prediksi yang sebelumnya telah dinormalisasi menjadi bentuk semula (Triyono, 2016). Dalam komputasi, denormalisasi adalah proses yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja membaca database, dengan mengorbankan kehilangan beberapa kinerja menulis, dengan menambahkan salinan data yang berlebihan atau dengan mengelompokkan data. Persamaan denormalisasi untuk data dengan rentang [0 1] adalah sebagai berikut: (Zhou et al., 2019)

$$v'' = [v'(X_{max} - X_{min})] + X_{min} \quad (2.11)$$

$v'' = \text{hasil denormalisasi}$

$v' = \text{hasil output}$

X_{max} = nilai maksimum data input secara keseluruhan

X_{min} = nilai minimum data input secara keseluruhan

2.8. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah nilai presentase dari kesalahan/eror yang didapatkan berdasarkan nilai aktual dan nilai hasil prediksi. Rumus MAPE dituliskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(Y_n - \hat{Y}_n)}{Y_n}}{n} \times 100\% \quad (2.12)$$

Y_n = Hasil prediksi

\hat{Y}_n = data aktual

n = banyak data

Tabel 2.1 Arti nilai MAPE dalam peramalan model

| Skala MAPE | Kemampuan Model dalam Peramalan |
|------------|---------------------------------|
| <10% | Sangat baik |
| 10-20% | Baik |
| 20-50% | Cukup Baik |
| >50% | Buruk |

2.9. Integrasi Keilmuan

Covid-19 merupakan sebuah virus yang umumnya menyerang pernapasan dan menginfeksi paru-paru. Penyakit yang masih dalam keluarga pneumonia ini memiliki ciri bagi penderitanya yaitu seperti sesak nafas, batuk kering, dan lain-lain. Namun parahnya, virus ini dapat menyebar dengan mudah melalui batuk ataupun tetesan cairan dari penderitanya. Sehingga penularannya begitu cepat dan jika tidak terkendali akan sangat membludak seperti yang terjadi pada kasus positif Covid-19 di Negara Indonesia. Pada tanggal 15 Juli 2021 tercatat sebagai kasus positif harian tertinggi sepanjang virus covid-19 masuk ke Indonesia pertama kali yang disebut sebagai serangan Covid-19 gelombang 2. Diketahui bahwa sebelumnya serangan gelombang 1 terjadi pada kisaran bulan Desember-Februari. Hal tersebut diduga akibat pengaruh libur panjang pada Hari Besar di Indonesia yang digunakan oleh masyarakat untuk berlibur atau pulang kampung bertemu dengan sanak saudara. Sehingga aturan *social distancing* pada saat seperti ini akan sangat sulit diterapkan. Akibatnya angka positif covid semakin meningkat secara kumulatif di seluruh Wilayah Indonesia karena protokol kesehatan yang diabaikan. Sebagai warga negara yang baik, seharusnya masyarakat Indonesia pada khususnya mematuhi peraturan yang ditetapkan oleh Pemerintah guna menekan angka kasus positif yang sulit menurun bahkan cenderung terus naik. Agama islam secara rinci menjelaskan mengenai aturan yang dapat dilakukan oleh umat muslim di dunia ketika wabah/pandemi sedang melanda suatu negara. Yaitu ketika suatu musibah sedang terjadi di suatu daerah, hendaknya seorang Muslim mengucapkan *Innalillahi wa inna ilaihi raji'un*, seperti dijelaskan dalam firman Allah QS. Al-Baqarah: 156

الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمُ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ ﴿١٥٦﴾

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka mengucapkan “*Inna lillahi wa inna ilaihi raji’un*” (sesungguhnya kami adalah milik Allah dan sesungguhnya hanya kepada-Nya kami akan kembali)”.

Dari potongan ayat di atas diketahui bahwa sebagai umat Islam yang sedang mengalami musibah hendaknya mengucapkan *innalillahi wa inna ilaihi raji’un*. Hal ini dimaksudkan agar selalu ingat bahwa segala sesuatu baik kebaikan, keburukan, kesenangan ataupun kesedihan semua datangnya dari Allah dan semua makhluk yang diciptakan Allah Swt. akan kembali ke sisi Allah Swt. Pada saat pandemi seperti saat ini banyak kabar sanak saudara, teman, tetangga yang harus kehilangan nyawa akibat terpapar virus Covid-19, sehingga sebagai muslim yang baik selayaknya Kita mengucapkan kalimat yang dikenal dengan *istirja’* ini.

Selain itu bagi orang yang ditinggalkan oleh keluarga ataupun sanak saudara, tentu pandemi ini menjadi hal yang sangat berat dilalui. Namun, Kita sebagai seorang Muslim yang satu dengan muslim lainnya adalah saudara sudah sepatutnya mengingatkan untuk senantiasa bersabar untuk semua ujian karena musibah datang untuk menjadi rahmat bagi orang yang beriman. Dan sesungguhnya sebagaimana sabda Rasulullah Saw. mereka yang mati karena *tha’un* (wabah) adalah *syahid*.

وَحَدَّثَنِي زُهَيْرُ بْنُ حَرْبٍ حَدَّثَنَا جَرِيرٌ عَنْ سُهَيْلٍ عَنْ أَبِيهِ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ
 قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا تَعُدُّونَ الشَّهِيدَ فِيكُمْ قَالُوا يَا رَسُولَ اللَّهِ مَنْ قُتِلَ فِي
 سَبِيلِ اللَّهِ فَهُوَ شَهِيدٌ قَالَ إِنَّ شُهَدَاءَ أُمَّتِي إِذَا لَقِلِيلٌ قَالُوا فَمَنْ هُمْ يَا رَسُولَ اللَّهِ قَالَ مَنْ قُتِلَ فِي
 سَبِيلِ اللَّهِ فَهُوَ شَهِيدٌ وَمَنْ مَاتَ فِي سَبِيلِ اللَّهِ فَهُوَ شَهِيدٌ وَمَنْ مَاتَ فِي الطَّاعُونَ فَهُوَ شَهِيدٌ
 وَمَنْ مَاتَ فِي الْبَطْنِ فَهُوَ شَهِيدٌ

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Zuhair bin Harb telah menceritakan kepada kami Jarir dari Suhail dari ayahnya dari Abu Hurairah dia berkata, ”Rasulullah shallallahu ’alaihi wasallam bersabda: ”Apa yang dimaksud orang yang mati syahid di antara kalian?” para sahabat menjawab, ”Wahai Rasulullah, orang yang meninggal karena berjuang di jalan Allah itulah orang yang mati syahid.” Beliau bersabda: ”Kalau begitu, sedikit sekali jumlah ummatku yang mati syahid.” Para sahabat berkata, ”Lantas siapakah mereka ya Rasulullah?” beliau bersabda: ”Barangsiapa terbunuh di jalan Allah maka dialah syahid, dan siapa yang mati di jalan Allah juga syahid, siapa yang mati karena penyakit kolera juga syahid, siapa yang mati karena sakit perut juga syahid.””(HR Muslim) [Hadis No. 3539 Kitab Muslim]

Dalam hadis di atas diketahui bahwa orang yang disebut mati syahid tidak hanya yang mati di medan perang untuk membela agama Allah, tetapi orang yang mati karena *tha'un* atau wabah pun disebut sebagai mati syahid. Maksud dari syahid di sini adalah orang tersebut mendapatkan ganjaran yang sama dengan orang yang mati syahid di medan perang tetapi jenazahnya disikapi sebagaimana jenazah pada umumnya yaitu dimandikan, dikafani lalu disholati.

Pada masa pandemi ini semua kalangan mengalami kesulitan baik dalam masalah ekonomi, sosial, budaya dan lain-lain. Adanya peraturan *social distancing*, *lockdown* ataupun istilah pembatasan kegiatan yang lain memiliki dampak yang sangat besar bagi masyarakat. Segala macam cara harus dilakukan untuk menyambung hidup. PHK dimana-mana, tempat wisata dan mal sebagai sumber penghasilan pun terpaksa harus ditutup. Para tulang punggung keluarga memutar otak untuk mendapatkan penghasilan apapun caranya, para ibu rumah tangga juga tak kalah bingung bagaimana mengatur keuangan keluarga, dan beberapa anak-anak yang harus rela membagi waktu antara sekolah daring dengan bekerja membantu orang tua mereka. Semua kalangan dan usia mengalami kesulitan akibat pandemi covid-19 ini. Rasulullah SAW bersabda:

حَدَّثَنَا إِسْحَاقُ أَخْبَرَنَا حَبَّانُ حَدَّثَنَا دَاوُدُ بْنُ أَبِي الْفُرَاتِ حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ بُرَيْدَةَ عَنْ يَحْيَى بْنِ
يَعْمَرَ عَنْ عَائِشَةَ زَوْجِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ
أَنَّهَا أَخْبَرَتْ أَنَّهَا سَأَلَتْ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ عَنِ الطَّاعُونَ فَأَخْبَرَهَا نَبِيُّ اللَّهِ صَلَّى
اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ كَانَ عَذَابًا يَبْعَثُهُ اللَّهُ عَلَى مَنْ يَشَاءُ فَجَعَلَهُ اللَّهُ رَحْمَةً لِلْمُؤْمِنِينَ فَلَيْسَ مِنْ عَبْدٍ
يَقَعُ الطَّاعُونَ فَيَمُوتُ فِي بَلَدِهِ صَابِرًا يَعْلَمُ أَنَّهُ لَنْ يُصِيبَهُ إِلَّا مَا كَتَبَ اللَّهُ لَهُ إِلَّا كَانَ لَهُ مِثْلُ أَجْرِ
الشَّهِيدِ تَابَعَهُ النَّضْرُ عَنْ دَاوُدَ

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Ishaq telah mengabarkan kepada kami Habban telah menceritakan kepada kami Daud bin Abu Al Furat telah menceritakan kepada kami Abdullah bin Buraidah dari Yahya bin Ya’mar dari ’Aisyah isteri Nabi shallallahu ’alaihi wasallam bahwa dia pernah mengabarkan kepada kami, bahwa dia pernah bertanya kepada Rasulullah shallallahu ’alaihi

wasallam tentang *tha'un*, lantas *Nabiyullah shallallahu 'alaihi wasallam* memberitahukan kepadanya; "Sesungguhnya *Tha'un* itu siksaan yang Allah kirimkan kepada yang Dia kehendaki. Kemudian Allah menjadikannya sebagai rahmat bagi orang-orang beriman. Tidak ada seorangpun hamba yang terkena *Tha'un*, lalu ia tetap tinggal di negerinya sambil bersabar, dan dia yakin bahwa tidak akan menimpa kepadanya kecuali yang telah Allah tuliskan baginya, maka ia akan mendapatkan ganjaran mati syahid" Hadits ini juga di perkuat oleh riwayat An Nadlr dari Daud". (HR Bukhari) [Hadis No. 5293 Kitab Bukhari]

Berdasarkan hadis di atas diketahui bahwa sesungguhnya musibah pandemi pada zaman dahulu merupakan bentuk siksaan yang secara langsung diberikan di dunia kepada manusia yang ingkar dan durhaka kepada Allah tetapi sebaliknya untuk orang yang beriman, pandemi ini menjadi rahmat dan ujian agar orang beriman selalu ingat kepada Allah Swt. dan senantiasa selalu bersabar.

Satu hal lain yang menjadi fokus pemerintah saat ini adalah penerapan aturan *lockdown*. Hal ini sesuai dengan apa yang dianjurkan oleh Rasulullah Saw. ketika suatu daerah sedang dilanda pandemi atau wabah penyakit.

حَدَّثَنَا إِسْحَاقُ بْنُ عَيْسَى أَخْبَرَنِي مَالِكٌ عَنِ الزُّهْرِيِّ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَامِرٍ بْنِ رَبِيعَةَ
 أَنَّ عُمَرَ بْنَ الْخَطَّابِ خَرَجَ إِلَى الشَّامِ فَلَمَّا جَاءَ سَرَعَ بَلَعَهُ أَنَّ الْوَبَاءَ قَدْ وَقَعَ بِالشَّامِ فَأَخْبَرَهُ عَبْدُ
 الرَّحْمَنِ بْنُ عَوْفٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ إِذَا سَمِعْتُمْ بِهِ بِأَرْضٍ فَلَا تَقْدُمُوا عَلَيْهِ
 وَإِذَا وَقَعَ بِأَرْضٍ وَأَنْتُمْ بِهَا فَلَا تَخْرُجُوا فِرَارًا مِنْهُ فَرَجَعَ عُمَرُ بْنُ الْخَطَّابِ مِنْ سَرَعٍ

Artinya: "Telah menceritakan kepada kami Ishaq bin Isa telah mengabarkan kepadaku Malik dari Az Zuhri dari Abdullah 'Amir bin Rabi'ah

bahwa Umar bin Khatthab keluar menuju Syam dan ketika sampai di Sargha, sampailah berita bahwa wabah penyakit sedang menyebar di Syam. Maka Abdurrahman bin Auf memberikan kabar kepadanya bahwa Rasulullah *shallallahu 'alaihi wasallam* bersabda: "Jika kalian mendengarnya sedang menyebar di suatu negeri maka janganlah kalian masuk ke dalamnya, dan jika sedang menyebar di suatu negri dan kalian berada di dalamnya maka janganlah kalian keluar lari darinya." Maka Umar bin Khatthab meninggalkan Sargha." (HR Bukhari dan Muslim). [Hadis No. 1591 Kitab Ahmad]

Sebagaimana tata cara yang dicontohkan oleh Rasulullah SAW bahwa jika suatu daerah sedang mengalami wabah penyakit, maka janganlah memasuki daerah tersebut dan jangan pula meninggalkan tempatmu tinggal saat ini. Selaras dengan tata cara tersebut, Pemerintah Indonesia melakukan hal serupa untuk menekan angka penularan virus Covid-19 yaitu dengan aturan *lockdown*. Seperti yang Kita semua ketahui, bahwa aturan tersebut mewajibkan warga negara untuk diam di rumah sementara waktu dan negara juga menutup akses dari kedatangan warga negara asing yang akan masuk ke Indonesia selama rata-rata 14 hari. Hal ini dimaksudkan agar selama jangka waktu 14 hari tersebut bila pasien mengalami gejala infeksi virus diharapkan untuk melakukan isolasi mandiri jika keadaan masih memungkinkan untuk perawatan mandiri. Jika tidak dilakukan aturan *lockdown* maka ditakutkan pasien OTG (Orang Tanpa Gejala) yang terinfeksi virus bisa menularkan ke orang lain tanpa mereka sadari. Sehingga aturan ini merupakan *win win solution* agar orang yang terinfeksi tidak menularkan penyakitnya dan orang yang tidak terinfeksi tetap sehat dengan diam di rumah. Namun di lain sisi, tentu saja aturan tersebut memiliki pro dan kontra. Bagi sebagian orang yang beruntung, mereka masih dapat bekerja walaupun dalam situasi *lock down* yaitu

dengan *work from home* (WFH). Tetapi bagi sebagian yang lain, mereka harus rela diberhentikan dari pekerjaannya dan kehilangan sumber pendapatannya.

ذَرِّءُ الْمَفْسَدِ أَوْلَىٰ مِنْ جَلْبِي الْمَصَالِحِ فَإِذَا تَعَارَضَ مَفْسَدَةٌ وَمَصْلَحَةٌ قَدْ مَرَدَفُ

الْمَفْسَدَةِ غَالِبًا

Artinya: “Menolak kerusakan lebih diutamakan daripada menarik *mashlahah* dan apabila berlawanan antara yang *mafsadah* dan *mashlahah* maka yang didahulukan adalah menolak *mafsadahnya*”

Seperti yang kita ketahui bahwa pandemi yang terjadi saat ini memberikan dampak yang buruk bagi banyak sektor salah satunya adalah sektor kesehatan. Banyak orang yang harus kehilangan sanak saudara akibat pandemi covid-19 ini. Bahkan tenaga kesehatan baik dokter ataupun perawat banyak yang berguguran. Tentu saja banyak duka yang ditorehkan akibat peristiwa ini. Namun sesuai dengan kaidah, ketika suatu hal yang buruk berlawanan dengan hal baik maka menolak keburukan, dalam hal ini perkembangan kasus covid-19 yang semakin menyebar luas lebih didahulukan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada skripsi ini adalah penelitian kuantitatif. Hal ini dikarenakan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa jumlah orang terkonfirmasi virus covid-19 di Indonesia pada rentang waktu tertentu yang berarti data berupa angka dan terdapat langkah-langkah perhitungan. Prediksi yang nantinya menjadi keluaran dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dan bahan pertimbangan untuk masyarakat ataupun pemerintah dalam memberikan kebijakan-kebijakan di masa pandemi.

3.2. Jenis dan Sumber Data

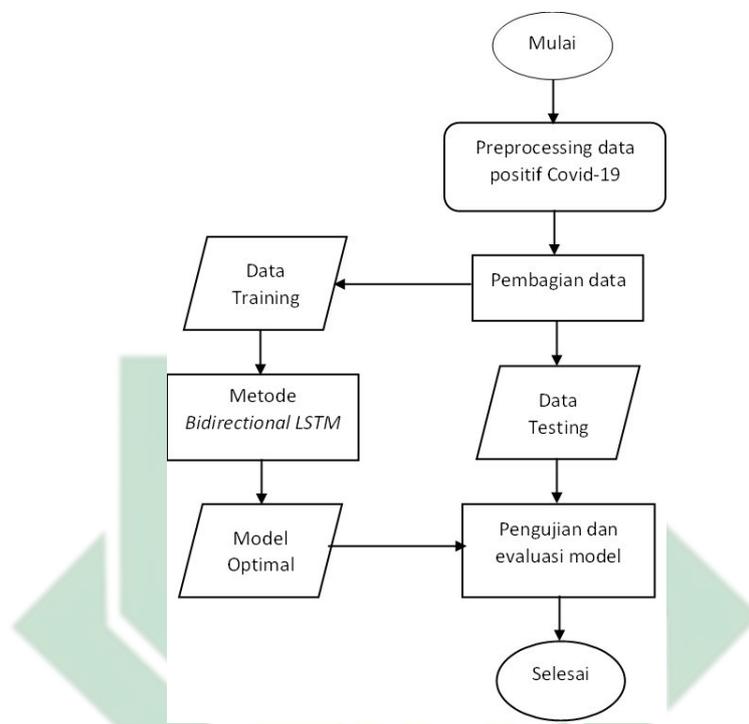
Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder jumlah terkonfirmasi positif virus covid-19 di Indonesia. Periode data yang digunakan adalah 1 Mei 2020 sampai 15 Desember 2021. Data didapatkan melalui website resmi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes).

Tabel 3.1 Sampel data penelitian

| Tanggal | Jumlah Positif covid-19 |
|----------------|--------------------------------|
| 01/05/2020 | 433 |
| 02/05/2020 | 292 |
| 03/05/2020 | 349 |
| 04/05/2020 | 395 |
| 05/05/2020 | 484 |
| 06/05/2020 | 367 |
| ⋮ | ⋮ |
| 13/12/2021 | 106 |
| 14/12/2021 | 190 |
| 15/12/2021 | 205 |

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

3.3. Tahapan Penelitian

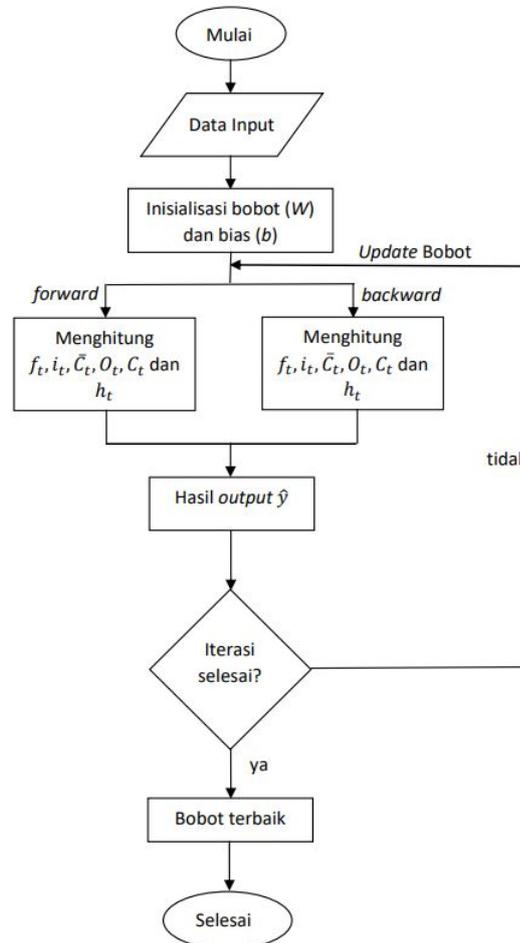


Gambar 3.1 flowchart penelitian

Tahapan penelitian:

1. Memasukkan data input untuk pembelajaran
2. Setelah data diinputkan kemudian akan dilakukan normalisasi data pada tahap *preprocessing*
3. Selanjutnya dilakukan pembagian data training dan testing. Pada proses ini akan dilakukan beberapa percobaan pembagian data sebesar 70%:30%, 80%:20% dan 90%:10% untuk mendapatkan akurasi pembelajaran terbaik. Selain itu juga dilakukan proses pembentukan data *time series* dengan percobaan 1 hingga 7 pola *time series* seperti yang dilakukan oleh (Suwanto, 2019).

4. Tahapan pelatihan menggunakan metode *Bidirectional LSTM* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 *flowchart* prediksi menggunakan metode Bi-LSTM

- Memasukkan data latih yang sebelumnya telah didapatkan dari proses pembagian data.
- Menginisialisasi bobot (U_f, U_i, U_c, U_o) , (W_f, W_i, W_c, W_o) dan bias (b_f, b_i, b_c, b_o) untuk setiap *gate*.
- Proses pelatihan dengan menggunakan metode Bi-LSTM diawali dengan menghitung semua fungsi gates unit pada setiap neurons *forward* dan *backward* secara bersama-sama. Masing-masing

perhitungan *forward* dan *backward* dilakukan secara berurutan yaitu *forget gate* (f_t) menggunakan rumus 2.2, lalu *input gate* (i_t) menggunakan rumus 2.4, perhitungan vektor \hat{C}_t menggunakan rumus 2.5, perhitungan *cell state* (C_t) baru menggunakan rumus 2.7, fungsi gerbang keluaran (o_t) menggunakan rumus 2.8, kemudian akan didapatkan nilai sel keluaran akhir untuk \vec{h}_t untuk proses perhitungan *forward* dan nilai sel keluaran akhir \overleftarrow{h}_t untuk proses perhitungan *backward*.

Tabel 3.2 Contoh pembacaan data model Bi-LSTM arah maju

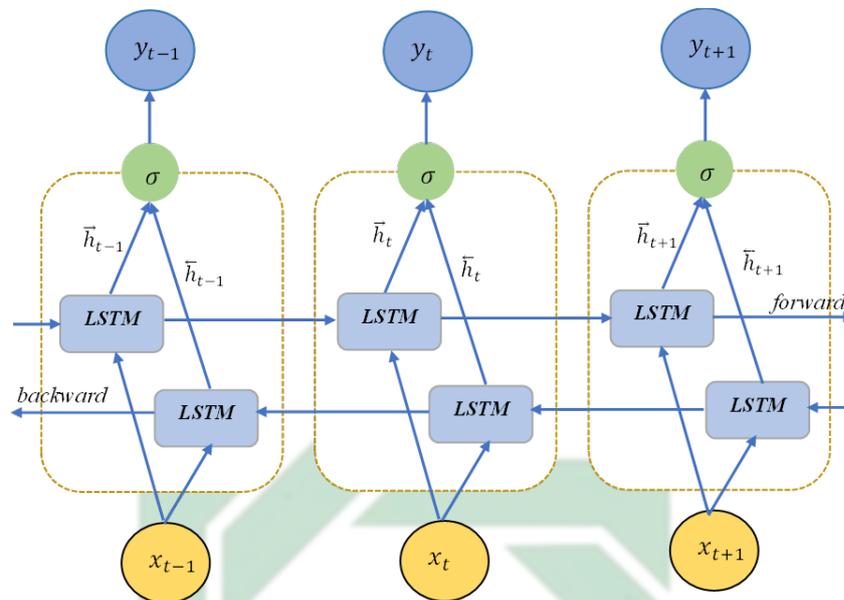
| Tanggal | Jumlah Positif covid-19 |
|------------------|-------------------------|
| 1 Mei 2020 | 433 |
| 2 Mei 2020 | 292 |
| 3 Mei 2020 | 349 |
| ⋮ | ⋮ |
| 13 Desember 2021 | 106 |
| 14 Desember 2021 | 190 |
| 15 Desember 2021 | 205 |

Tabel 3.3 Contoh pembacaan data model Bi-LSTM arah mundur

| Tanggal | Jumlah Positif covid-19 |
|------------------|-------------------------|
| 15 Desember 2021 | 205 |
| 14 Desember 2021 | 190 |
| 13 Desember 2021 | 106 |
| ⋮ | ⋮ |
| 3 Mei 2020 | 349 |
| 2 Mei 2020 | 292 |
| 1 Mei 2020 | 433 |

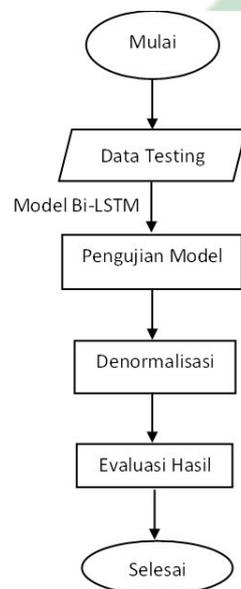
- (d) Menghitung nilai \hat{Y} yang merupakan hasil penjumlahan dari nilai keluaran akhir h_t masing-masing *forward* dan *backward* sesuai dengan persamaan [2.10](#)
- (e) Hingga didapatkan model yang paling optimal. Model dikatakan optimal ketika nilai *Mean Square Error* (MSE) telah memenuhi target atau iterasi maksimal yang telah ditetapkan di awal terpenuhi.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3.3 Arsitektur metode Bi-LSTM

5. Tahapan pengujian data testing dengan model Bi-LSTM adalah sebagai berikut:



Gambar 3.4 flowchart pengujian kasus positif Covid-19 menggunakan metode Bi-LSTM

- (a) Pertama-tama masukkan data uji yang pada tahap awal telah dibagi sesuai persentase percobaan.

- (b) Tahap pengujian dilakukan menggunakan model terbaik proses *training* yaitu nilai h_t dan C_t optimal untuk digunakan pada data uji. Selanjutnya diuji seperti proses pelatihan menggunakan model Bi-LSTM. Diawali dengan menghitung semua fungsi gerbang yang dilewati oleh setiap neurons *forward* dan *backward* secara bersama-sama. Masing-masing perhitungan *forward* dan *backward* dilakukan secara berurutan yaitu *forget gate* (f_t) menggunakan rumus 2.2, fungsi *input gate* (i_t) menggunakan rumus 2.4 dan (\hat{C}_t) menggunakan rumus 2.5 fungsi *cell state* (C_t) baru menggunakan rumus 2.7, fungsi gerbang keluaran (o_t) dengan persamaan 2.8, kemudian keluaran terakhir yang menjadi hasil akhir \vec{h}_t untuk proses perhitungan *forward* dan nilai sel keluaran akhir \overleftarrow{h}_t untuk proses perhitungan *backward*.
- (c) Menghitung nilai \hat{Y} yang merupakan hasil penjumlahan dari nilai keluaran akhir h_t masing-masing *forward* dan *backward* sesuai dengan persamaan 2.10.
- (d) Kemudian masuk tahap denormalisasi yang berfungsi untuk mengembalikan hasil keluaran yang masih berentang [0 1] menjadi ke bentuk semula (bentuk data sebelum normalisasi) menggunakan rumus 2.11.
- (e) Mengevaluasi hasil prediksi untuk mendapatkan nilai akurasi sebagai ukuran kebaikan model dengan menggunakan rumus *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) seperti pada persamaan 2.12.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian terkonfirmasi positif Covid-19 di Indonesia periode 1 Mei 2020 hingga 15 Desember 2021. Data didapatkan dari *website* Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes). Dalam *website* Kemenkes akan dilaporkan jumlah kasus harian mulai dari terkonfirmasi positif, meninggal dunia, sembuh, jumlah kumulatif, persentase kasus aktif, tingkat kesembuhan, tingkat kematian, jumlah orang yang telah divaksin, dan lain-lain. Seperti yang diketahui bahwa penyebaran virus Covid-19 di dunia tergolong baru sehingga dari mulai kemunculannya hingga saat ini pergerakannya sangat fluktuatif. Grafik 4.1 berikut menunjukkan gerakan naik turun dari data terkonfirmasi positif Covid-19 di Indonesia



Gambar 4.1 Grafik Kasus Positif Covid-19 di Indonesia

Pada grafik di atas menunjukkan rentang data yang sangat jauh antara nilai terendah dan tertinggi. Nilai terendah terjadi pada tanggal 13 Desember 2021 yaitu sebesar 106 kasus dan tertinggi pada tanggal 15 Juli 2021 sebanyak 56.757 kasus. Untuk periode 1 Mei 2020 hingga 15 Desember 2021 terlihat bahwa terjadi 2 kali gelombang lonjakan kasus yaitu pada bulan Januari-Februari 2021 dan bulan Juli-Agustus 2021. Kenaikan tersebut disebabkan karena pada saat libur panjang, masyarakat cenderung menghabiskan waktu untuk berkumpul bersama / mudik ke kampung halaman dan melupakan protokol kesehatan. Sehingga pada waktu-waktu tersebut angka terkonfirmasi positif akan naik. Namun pada rentang 1 September 2021 hingga 15 Desember 2021 terlihat grafik menunjukkan penurunan kasus. Hal ini diakibatkan karena keberhasilan program percepatan vaksinasi yang dilakukan Pemerintah Indonesia ke seluruh daerah di Indonesia.

4.1.1. Pembagian Data Latih dan Data Uji

Setelah proses normalisasi, tahap selanjutnya yaitu pembagian data yang berjumlah 610 data akan dilakukan pembagian data latih dan data uji. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian untuk pembagian data sebesar 70%;30%, 80%;20% dan 90%;10%.

Tabel 4.1 Jumlah data sesuai persentase pembagian data latih dan data uji

| Persentase | Data | Jumlah |
|------------|------------|--------|
| 70%;30% | Data latih | 427 |
| | Data uji | 183 |
| 80%;20% | Data latih | 488 |
| | Data uji | 122 |
| 90%;10% | Data latih | 549 |
| | Data uji | 61 |

Pembagian data berfungsi untuk proses pembelajaran komputasi yang menggunakan data latih dan selanjutnya dari hasil pembelajaran tersebut akan dilakukan pengujian dengan menggunakan data uji.

4.2. Preprocessing

Sebelum masuk ke tahap pelatihan dan pengujian, perlu dilakukan sebuah *preprocessing* data. *Preprocessing* data bertujuan untuk mengubah data mentah menjadi data yang siap diproses. Dalam penelitian ini data akan dilakukan pembentukan pola *time series* dan normalisasi.

4.2.1. Pembentukan Pola Data *time series*

Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa uji coba pola *time series* yaitu 1 hingga 7 pola *time series*. Percobaan diawali dengan membentuk pola dari data kasus positif Covid-19 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 output prediksi atau target sedangkan variabel yang lain digunakan sebagai data input.

Dalam penelitian ini akan dilakukan percobaan pola *time series* dari 1 hingga 7 pola. Pada tabel 4.2 sampai 4.8 menunjukkan sampel data kasus terkonfirmasi positif Covid-19 yang telah terstruktur data urutan waktu. Pada tabel 4.2 menunjukkan untuk memprediksi kasus terkonfirmasi positif Covid-19 dibutuhkan satu data masukan dari waktu sebelumnya. Pada tabel 4.3 menunjukkan untuk memprediksi kasus terkonfirmasi positif Covid-19 dibutuhkan dua data masukan dari waktu sebelumnya. Hingga pola data ketujuh pada tabel 4.8 menunjukkan untuk memprediksi kasus terkonfirmasi positif Covid-19 dibutuhkan tujuh data masukan dari waktu sebelumnya.

Tabel 4.2 Pembentukan pola 1 input data *time series*

| X_1 | Y (Target) |
|-------|-------------------|
| 433 | 292 |
| 292 | 349 |
| 349 | 395 |
| ⋮ | ⋮ |
| 163 | 106 |
| 106 | 190 |
| 190 | 205 |

Tabel 4.3 Pembentukan pola 2 input data *time series*

| X_1 | X_2 | Y (Target) |
|-------|-------|-------------------|
| 433 | 292 | 349 |
| 292 | 349 | 395 |
| 349 | 395 | 484 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 228 | 163 | 106 |
| 163 | 106 | 190 |
| 106 | 190 | 205 |

Tabel 4.4 Pembentukan pola 3 input data *time series*

| X_1 | X_2 | X_3 | Y (Target) |
|-------|-------|-------|-------------------|
| 433 | 292 | 349 | 395 |
| 292 | 349 | 395 | 484 |
| 349 | 395 | 484 | 367 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 192 | 228 | 163 | 106 |
| 228 | 163 | 106 | 190 |
| 163 | 106 | 190 | 205 |

Tabel 4.5 Pembentukan pola 4 input data *time series*

| X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | Y (Target) |
|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| 433 | 292 | 349 | 395 | 484 |
| 292 | 349 | 395 | 484 | 367 |
| 349 | 395 | 484 | 367 | 338 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 220 | 192 | 228 | 163 | 106 |
| 192 | 228 | 163 | 106 | 190 |
| 228 | 163 | 106 | 190 | 205 |

Tabel 4.6 Pembentukan pola 5 input data *time series*

| X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | Y (Target) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| 433 | 292 | 349 | 395 | 484 | 367 |
| 292 | 349 | 395 | 484 | 367 | 338 |
| 349 | 395 | 484 | 367 | 338 | 336 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 264 | 220 | 192 | 228 | 163 | 106 |
| 220 | 192 | 228 | 163 | 106 | 190 |
| 192 | 228 | 163 | 106 | 190 | 205 |

Tabel 4.7 Pembentukan pola 6 input data *time series*

| X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | Y (Target) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| 433 | 292 | 349 | 395 | 484 | 367 | 338 |
| 292 | 349 | 395 | 484 | 367 | 338 | 336 |
| 349 | 395 | 484 | 367 | 338 | 336 | 533 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 261 | 264 | 220 | 192 | 228 | 163 | 106 |
| 264 | 220 | 192 | 228 | 163 | 106 | 190 |
| 220 | 192 | 228 | 163 | 106 | 190 | 205 |

Tabel 4.8 Pembentukan pola 7 input data *time series*

| X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | Y (Target) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| 433 | 292 | 349 | 395 | 484 | 367 | 338 | 336 |
| 292 | 349 | 395 | 484 | 367 | 338 | 336 | 533 |
| 349 | 395 | 484 | 367 | 338 | 336 | 533 | 387 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 130 | 261 | 264 | 220 | 192 | 228 | 163 | 106 |
| 261 | 264 | 220 | 192 | 228 | 163 | 106 | 190 |
| 264 | 220 | 192 | 228 | 163 | 106 | 190 | 205 |

Tabel 4.2 hingga 4.8 di atas merupakan contoh data yang digunakan untuk proses pelatihan dan pengujian prediksi kasus positif Covid-19 di Indonesia dengan input sebanyak satu sampai tujuh variabel.

4.2.2. Normalisasi

Proses normalisasi bertujuan untuk mengubah data mentah yang memiliki rentang yang sangat jauh menjadi *range* [0 1]. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di Indonesia. Dengan menggunakan metode normalisasi *min-max* seperti persamaan [2.1](#), data aktual akan diproses dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} v'_1 &= \frac{v_1 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \\ &= \frac{433 - 233}{689 - 233} \\ &= 0,4386 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v'_2 &= \frac{v_2 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \\ &= \frac{292 - 233}{689 - 233} \\ &= 0,1294 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v'_3 &= \frac{v_3 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \\ &= \frac{349 - 233}{689 - 233} \\ &= 0,2544 \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

$$\begin{aligned}
 v'_4 &= \frac{v_4 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \\
 &= \frac{395 - 233}{689 - 233} \\
 &= 0,3553
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v'_5 &= \frac{v_5 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \\
 &= \frac{484 - 233}{689 - 233} \\
 &= 0,5504
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v'_6 &= \frac{v_6 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \\
 &= \frac{367 - 233}{689 - 233} \\
 &= 0,2939
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v'_7 &= \frac{v_7 - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \\
 &= \frac{338 - 233}{689 - 233} \\
 &= 0,2303
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 berikut menunjukkan contoh data mentah yang telah di normalisasi

Tabel 4.9 Data hasil normalisasi

| X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | Y |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,4386 | 0,1294 | 0,2544 | 0,3553 | 0,5504 | 0,2939 | 0,2303 | 0,2259 |
| 0,1294 | 0,2544 | 0,3553 | 0,5504 | 0,2939 | 0,2303 | 0,2259 | 0,6579 |
| 0,2544 | 0,3553 | 0,5504 | 0,2939 | 0,2303 | 0,2259 | 0,6579 | 0,3377 |
| 0,3553 | 0,5504 | 0,2939 | 0,2303 | 0,2259 | 0,6579 | 0,3377 | 0 |
| 0,5504 | 0,2939 | 0,2303 | 0,2259 | 0,6579 | 0,3377 | 0 | 0,5504 |
| 0,2939 | 0,2303 | 0,2259 | 0,6579 | 0,3377 | 0 | 0,5504 | 1 |
| 0,2303 | 0,2259 | 0,6579 | 0,3377 | 0 | 0,5504 | 1 | 0,7346 |
| 0,2259 | 0,6579 | 0,3377 | 0 | 0,5504 | 1 | 0,7346 | 0,5636 |

4.3. Perhitungan Manual Metode Bi-LSTM untuk prediksi kasus Covid-19

Pada tahap ini akan ditunjukkan langkah-langkah perhitungan matematis proses pelatihan data Covid-19 menggunakan metode Bi-LSTM pada 7 pola data *time series* (7 input data) untuk satu kali iterasi. Perhitungan diawali dengan inisialisasi bobot (*weight*) dan bias secara acak untuk masing-masing *gate*. Terdapat 2 buah bobot pada perhitungan model Bi-LSTM, yaitu vektor baris U adalah bobot untuk *input* dan W adalah bobot pada *hidden layer*. Masing-masing bobot dan bias merupakan gabungan vektor baris yang berukuran $m \times n$ dengan m merupakan banyak gerbang (f_t, i_t, \hat{C}_t, o_t dan 1 *output* y) dan n merupakan banyak pola data, sehingga banyak kolom menyesuaikan pada banyak pola data yang digunakan. Inisialisasi vektor baris pada bobot dan bias ditunjukkan sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} U_f \\ U_i \\ U_c \\ U_o \\ U_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,8284 & 0,2574 & 0,0927 & 0,4493 & 0,9074 & 0,0449 & 0,2535 \\ 0,8059 & 0,7497 & 0,3241 & 0,9099 & 0,7134 & 0,5809 & 0,1343 \\ 0,6182 & 0,8167 & 0,5434 & 0,8594 & 0,9995 & 0,8502 & 0,5603 \\ 0,1586 & 0,6824 & 0,7003 & 0,7401 & 0,7161 & 0,9105 & 0,8942 \\ 0,8905 & 0,6125 & 0,5418 & 0,2939 & 0,4370 & 0,3724 & 0,9606 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} W_f \\ W_i \\ W_c \\ W_o \\ W_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,0571 & 0,0859 & 0,6726 & 0,6172 & 0,6212 & 0,1344 & 0,9970 \\ 0,6193 & 0,6899 & 0,7544 & 0,5828 & 0,2578 & 0,2238 & 0,3243 \\ 0,5606 & 0,0686 & 0,6132 & 0,2820 & 0,8534 & 0,5219 & 0,5577 \\ 0,1779 & 0,2006 & 0,9107 & 0,5064 & 0,7237 & 0,4479 & 0,8663 \\ 0,4721 & 0,2744 & 0,3890 & 0,1951 & 0,4398 & 0,8352 & 0,8709 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} b_f \\ b_i \\ b_c \\ b_o \\ b_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,5335 & 0,2817 & 0,4347 & 0,6240 & 0,6580 & 0,0609 & 0,2655 \\ 0,6128 & 0,3561 & 0,0530 & 0,9452 & 0,7950 & 0,9041 & 0,0008 \\ 0,1394 & 0,3456 & 0,5219 & 0,1854 & 0,4692 & 0,4159 & 0,1788 \\ 0,0529 & 0,1901 & 0,2969 & 0,7912 & 0,4253 & 0,0126 & 0,5306 \\ 0,7278 & 0,4719 & 0,2062 & 0,4988 & 0,7278 & 0,5156 & 0,3480 \end{pmatrix}$$

Perhitungan hari ke-1 (X_1)

Pada metode Bi-LSTM perhitungan dilakukan dari dua arah waktu yaitu *forward* dan *backward* secara bersama-sama.

Diketahui:

$$h_{t-1} = 0 \qquad h_{t+1} = -0,1722$$

$$C_{t-1} = 0 \qquad C_{t+1} = 0,7078$$

- Proses *forward*:

- Perhitungan *forget gate*

$$\begin{aligned}
 f_t &= \sigma(U_f * x_t + W_f * h_{t-1} + b_f) \\
 &= \sigma(0,8284 * 0,4386 + 0,0571 * 0 + 0,5335) \\
 &= \sigma(0,8968) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,8968}} \\
 &= 0,4576
 \end{aligned}$$

- Perhitungan *input gate*

$$\begin{aligned}
 i_t &= \sigma(U_i * x_t + W_i * h_{t-1} + b_i) \\
 &= \sigma(0,8059 * 0,4386 + 0,6193 * 0 + 0,6128) \\
 &= \sigma(0,9663) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,9663}} \\
 &= 0,4355
 \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

- Perhitungan nilai baru yang ditambahkan di *cell state*

$$\begin{aligned}
 \hat{C}_t &= \tanh(U_c * x_t + W_c * h_{t-1} + b_c) \\
 &= \tanh(0,6182 * 0,4386 + 0,5606 * 0 + 0,1394) \\
 &= \tanh(0,4105) \\
 &= 2 * \left(\frac{1}{1 + e^{-2 * 0,4105}} \right) - 1 \\
 &= 1,1988
 \end{aligned}$$

- Perhitungan kandidat baru *cell state*

$$\begin{aligned}
 C_t &= f_t * C_{t-1} + i_t * \hat{C}_t \\
 &= 0,4576 * 0 + 0,4355 * 1,1988 \\
 &= 0,5221
 \end{aligned}$$

- Perhitungan *output gate*

$$\begin{aligned}
 o_t &= \sigma(U_o * x_t + W_o * h_{t-1} + b_o) \\
 &= \sigma(0,1586 * 0,4386 + 0,1779 * 0 + 0,0529) \\
 &= \sigma(0,1225) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,1225}} \\
 &= 0,5042
 \end{aligned}$$

– Perhitungan *hidden state*

$$\begin{aligned}\vec{h}_t &= O_t * \tanh(C_t) \\ &= 0,5042 * 2 * \left(\frac{1}{1 + e^{-2 * 0,5221}} \right) - 1 \\ &= -0,2542\end{aligned}$$

• Proses *backward*:

– Perhitungan *forget gate*

$$\begin{aligned}f_t &= \sigma(U_f * x_t + W_f * h_{t+1} + b_f) \\ &= \sigma(0,8284 * 0,4386 + 0,0571 * (-0,1722) + 0,5335) \\ &= \sigma(0,8870) \\ &= \frac{1}{1 + e^{-0,8870}} \\ &= 0,4600\end{aligned}$$

– Perhitungan *input gate*

$$\begin{aligned}i_t &= \sigma(U_i * x_t + W_i * h_{t+1} + b_i) \\ &= \sigma(0,8059 * 0,4386 + 0,6193 * (-0,1722) + 0,6128) \\ &= \sigma(0,8596) \\ &= \frac{1}{1 + e^{-0,8596}} \\ &= 0,4619\end{aligned}$$

– Perhitungan nilai baru yang ditambahkan di *cell state*

$$\begin{aligned}
 \hat{C}_t &= \tanh(U_c * x_t + W_c * h_{t+1} + b_c) \\
 &= \tanh(0,6182 * 0,4386 + 0,5606 * (-0,1722) + 0,1394) \\
 &= \tanh(0,3140) \\
 &= 2 * \left(\frac{1}{1 + e^{-2 * 0,3140}} \right) - 1 \\
 &= 1,2446
 \end{aligned}$$

– Perhitungan kandidat baru *cell state*

$$\begin{aligned}
 C_t &= f_t * C_{t+1} + i_t * \hat{C}_t \\
 &= 0,4600 * 0,7078 + 0,4619 * 1,2446 \\
 &= 0,9005
 \end{aligned}$$

– Perhitungan *output gate*

$$\begin{aligned}
 o_t &= \sigma(U_o * x_t + W_o * h_{t+1} + b_o) \\
 &= \sigma(0,1586 * 0,4386 + 0,1779 * (-0,1722) + 0,0529) \\
 &= \sigma(0,0918) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,0918}} \\
 &= 0,5118
 \end{aligned}$$

– Perhitungan *hidden state*

$$\begin{aligned}\overleftarrow{h}_t &= O_t * \tanh(C_t) \\ &= 0,5118 * 2 * \left(\frac{1}{1 + e^{-2*0,9005}} \right) - 1 \\ &= -0,1214\end{aligned}$$

• Penjumlahan *hidden layer forward* dan *backward*

$$\begin{aligned}y_t &= U_y \overrightarrow{h}_t + W_y \overleftarrow{h}_t + b_y \\ &= 0,8905 * (-0,2542) + 0,4721 * (-0,1214) + 0,7278 \\ &= 0,4441\end{aligned}$$

Perhitungan hari ke-2 (X_2)

Pada metode Bi-LSTM perhitungan dilakukan dari dua arah waktu yaitu *forward* dan *backward* secara bersama-sama.

Diketahui:

$$h_{t-1} = -0,2542$$

$$h_{t+1} = -0,1250$$

$$C_{t-1} = 0,5221$$

$$C_{t+1} = 0,7592$$

• Proses *forward*:

– Perhitungan *forget gate*

$$\begin{aligned}
 f_t &= \sigma(U_f * x_t + W_f * h_{t-1} + b_f) \\
 &= \sigma(0,2574 * 0,1294 + 0,0859 * -0,2542 + 0,5335) \\
 &= \sigma(0,5449) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,5449}} \\
 &= 0,3826
 \end{aligned}$$

– Perhitungan *input gate*

$$\begin{aligned}
 i_t &= \sigma(U_i * x_t + W_i * h_{t-1} + b_i) \\
 &= \sigma(0,7497 * 0,1294 + 0,6899 * -0,2542 + 0,6128) \\
 &= \sigma(0,5344) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,5344}} \\
 &= 0,4157
 \end{aligned}$$

– Perhitungan nilai baru yang ditambahkan di *cell state*

$$\begin{aligned}
 \hat{C}_t &= \tanh(U_c * x_t + W_c * h_{t-1} + b_c) \\
 &= \tanh(0,8167 * 0,1294 + 0,0686 * -0,2542 + 0,1394) \\
 &= \tanh(0,2276) \\
 &= 2 * \left(\frac{1}{1 + e^{-2 * 0,2276}} \right) - 1 \\
 &= 1,0447
 \end{aligned}$$

– Perhitungan kandidat baru *cell state*

$$\begin{aligned}
 C_t &= f_t * C_{t-1} + i_t * \hat{C}_t \\
 &= 0,3826 * 0,5221 + 0,4157 * 1,0447 \\
 &= 0,6340
 \end{aligned}$$

– Perhitungan *output gate*

$$\begin{aligned}
 o_t &= \sigma(U_o * x_t + W_o * h_{t-1} + b_o) \\
 &= \sigma(0,6824 * 0,1294 + 0,2006 * -0,2542 + 0,0529) \\
 &= \sigma(0,0902) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,0902}} \\
 &= 0,5216
 \end{aligned}$$

– Perhitungan *hidden state*

$$\begin{aligned}
 \vec{h}_t &= O_t * \tanh(C_t) \\
 &= 0,5216 * 2 * \left(\frac{1}{1 + e^{-2 * 0,6340}} \right) - 1 \\
 &= -0,1859
 \end{aligned}$$

• Proses *backward*:

– Proses *backward*:

* Perhitungan *forget gate*

$$\begin{aligned}
 f_t &= \sigma(U_f * x_t + W_f * h_{t+1} + b_f) \\
 &= \sigma(0,2574 * 0,1294 + 0,0859 * -0,1250 + 0,5335) \\
 &= \sigma(0,5561) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,5561}} \\
 &= 0,3800
 \end{aligned}$$

* Perhitungan *input gate*

$$\begin{aligned}
 i_t &= \sigma(U_i * x_t + W_i * h_{t+1} + b_i) \\
 &= \sigma(0,7497 * 0,1294 + 0,6899 * -0,1250 + 0,6128) \\
 &= \sigma(0,6238) \\
 &= \frac{1}{1 + e^{-0,6238}} \\
 &= 0,3942
 \end{aligned}$$

* Perhitungan nilai baru yang ditambahkan di *cell state*

$$\begin{aligned}
 \hat{C}_t &= \tanh(U_c * x_t + W_c * h_{t+1} + b_c) \\
 &= \tanh(0,8167 * 0,1294 + 0,0686 * -0,1250 + 0,1394) \\
 &= \tanh(0,2365) \\
 &= 2 * \left(\frac{1}{1 + e^{-2 * 0,2365}} \right) - 1 \\
 &= 1,0402
 \end{aligned}$$

* Perhitungan kandidat baru *cell state*

$$\begin{aligned} C_t &= f_t * C_{t+1} + i_t * \hat{C}_t \\ &= 0,3800 * 0,7592 + 0,3942 * 1,0402 \\ &= 0,6991 \end{aligned}$$

* Perhitungan *output gate*

$$\begin{aligned} o_t &= \sigma(U_o * x_t + W_o * h_{t+1} + b_o) \\ &= \sigma(0,6824 * 0,1294 + 0,2006 * -0,1250 + 0,0529) \\ &= \sigma(0,1162) \\ &= \frac{1}{1 + e^{-0,1162}} \\ &= 0,5151 \end{aligned}$$

* Perhitungan *hidden state*

$$\begin{aligned} \overleftarrow{h}_t &= O_t * \tanh(C_t) \\ &= 0,5151 * 2 * \left(\frac{1}{1 + e^{-2 * 0,6991}} \right) - 1 \\ &= -0,1739 \end{aligned}$$

– Penjumlahan *hidden layer forward* dan *backward*

$$\begin{aligned} y_t &= U_y \overrightarrow{h}_t + W_y \overleftarrow{h}_t + b_y \\ &= 0,6125 * (-0,1859) + 0,2744 * (-0,1739) + 0,4719 \\ &= 0,3103 \end{aligned}$$

Perhitungan dilanjutkan hingga hari ke tujuh (X_7), sehingga didapatkan hasil seperti ditunjukkan tabel 4.10 berikut

Tabel 4.10 Hasil perhitungan manual

| Tanggal | y_t | Data asli |
|------------|--------|-----------|
| 01/05/2020 | 0,4441 | 433 |
| 02/05/2020 | 0,3103 | 292 |
| 03/05/2020 | 0,0829 | 349 |
| 04/05/2020 | 0,4736 | 395 |
| 05/05/2020 | 0,7706 | 484 |
| 06/05/2020 | 0,4151 | 367 |
| 07/05/2020 | 0,1038 | 338 |

4.4. Denormalisasi

Tahap selanjutnya yaitu denormalisasi yang memiliki tujuan untuk mengembalikan hasil perhitungan dari proses sebelumnya menjadi bentuk semula. Perhitungan denormalisasi ditunjukkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 v'' &= [v'(X_{max} - X_{min})] + X_{min} \\
 &= [0,4441(689 - 233)] + 233 \\
 &= 435,52
 \end{aligned}$$

Sehingga perhitungan denormalisasi untuk tujuh hari di atas ditunjukkan pada tabel 4.11 berikut

Tabel 4.11 Tabel perbandingan data asli dan hasil denormalisasi

| Tanggal | y_t | Denormalisasi | Data asli |
|------------|--------|---------------|-----------|
| 01/05/2020 | 0,4441 | 435,52 | 433 |
| 02/05/2020 | 0,3103 | 374,50 | 292 |
| 03/05/2020 | 0,0829 | 270,79 | 349 |
| 04/05/2020 | 0,4736 | 448,95 | 395 |
| 05/05/2020 | 0,7706 | 584,39 | 484 |
| 06/05/2020 | 0,4151 | 422,27 | 367 |
| 07/05/2020 | 0,1038 | 280,34 | 338 |

Sedangkan untuk $Y(target)$ dihitung menggunakan cara dan rumus yang sama tetapi menggunakan bobot terbaik yang diperoleh dari maksimum iterasi.

Bobot terbaik yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} U_f \\ U_i \\ U_c \\ U_o \\ U_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,0482 \\ 0,5999 \\ 0,5834 \\ 0,1899 \\ 0,7776 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} W_f \\ W_i \\ W_c \\ W_o \\ W_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,0571 \\ 0,6193 \\ 0,5606 \\ 0,1779 \\ 0,3591 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} b_f \\ b_i \\ b_c \\ b_o \\ b_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,5335 \\ 0,6128 \\ 0,1394 \\ 0,0529 \\ 0,5445 \end{pmatrix}$$

Sehingga untuk hasil perhitungan 7 pola *time series* dari tanggal 1-7 Mei 2020 adalah sebagai berikut

Tabel 4.12 Tabel hasil 7 pola *time series*

| X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | Y (Target) |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| 435,52 | 374,50 | 270,79 | 448,95 | 584,39 | 422,27 | 280,34 | 343,29 |

Tabel 4.12 di atas menunjukkan hasil Y untuk 7 pola *time series*, dimana X_1 hingga X_7 merupakan nilai input untuk selanjutnya digunakan untuk mendapatkan nilai Y (*target*). Hasil tersebut didapatkan untuk satu kali iterasi perhitungan dengan metode Bi-LSTM.

4.5. Evaluasi Hasil

Tahap selanjutnya adalah mengevaluasi hasil. Hal ini berfungsi untuk menghitung kesalahan / nilai error yang didapatkan pada saat proses pembelajaran. Semakin kecil hasil error yang didapat maka semakin baik model tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghitung nilai error adalah MAPE.

Perhitungan MAPE ditunjukkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(Y_n - \hat{Y}_n)}{Y_n}}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^7 \frac{(Y_n - \hat{Y}_n)}{Y_n}}{7} \times 100\% \\
 &= \frac{\frac{(433 - 435,52)}{433} + \frac{(292 - 374,50)}{292} + \dots + \frac{(338 - 280,34)}{338}}{7} \times 100\% \\
 &= \frac{1,1558}{7} \\
 &= 16,51\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan di atas adalah contoh perhitungan prediksi dengan 7 pola time series dengan X_1 sampai X_7 adalah data hari ke-1 hingga hari ke-7, dan hari ke-8 untuk Y (target). MAPE yang dihasilkan sebesar 16,51%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa error yang dihasilkan kecil dan prediksi dengan model tersebut baik.

4.6. Analisis Hasil

Pada penelitian ini dilakukan beberapa inisialisasi parameter beserta batasan-batasannya yaitu sebagai berikut:

1. Pola *time series*: 1, 2, 3, 4, 5, 6,7.
2. *Hidden size*: 5, 15, 50, 100, 150.
3. *Max epoch*: 50, 100, 150, 200.
4. *Batch size*: 4, 8, 12, 16.

Selanjutnya beberapa parameter di atas akan digunakan sebagai modal untuk menemukan model pembelajaran yang paling optimal. Berikut merupakan hasil dari kombinasi beberapa inisialisasi parameter di atas:

1. Uji coba pola *time series*

Seperti yang telah disebutkan di awal, pola *time series* yang digunakan adalah 1 hingga 7 yang kemudian dikombinasikan dengan parameter lain.

Tabel 4.13 Uji Coba pada parameter Pola *time series*

| Pola <i>time series</i> | Pembagian data | Hidden Size | Max Epoch | Batch Size | MAPE |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------|
| 1 | 80%; 20% | 15 | 50 | 4 | 26,31 |
| 2 | 80%; 20% | 15 | 50 | 4 | 29,14 |
| 3 | 80%; 20% | 15 | 50 | 4 | 25,62 |
| 4 | 80%; 20% | 15 | 50 | 4 | 28,31 |
| 5 | 80%; 20% | 15 | 50 | 4 | 25,17 |
| 6 | 80%; 20% | 15 | 50 | 4 | 24,32 |
| 7 | 80%; 20% | 15 | 50 | 4 | 22,12 |

Dari tabel di atas terlihat bahwa 7 pola *time series* memiliki hasil yang paling baik dibandingkan dengan pola *time series* lainnya dengan akurasi MAPE sebesar 22,12%. Dalam hasil MAPE dari percobaan 1 hingga 7 pola *time series* memiliki hasil yang acak, yang berarti tidak selalu pola yang lebih besar memiliki hasil yang lebih baik, begitu pula tidak selalu pola yang lebih kecil memiliki hasil yang lebih besar dari pola di atasnya. Maka dari itu diperlukan adanya uji coba pola *time series* untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Percobaan pola *time series* digunakan untuk mencari

banyak pola data yang terbaik ketika proses pembelajaran menggunakan metode *Bidirectional Long Short-Term Memory*.

2. Uji coba pembagian data

Dalam *Machine learning*, pembagian data perlu dilakukan karena data input yang ukurannya sangat besar akan dibagi menjadi dataset training yang digunakan saat pembelajaran model untuk mencari model yang paling optimal, lalu sisa dataset yang lain (dataset testing) akan digunakan untuk menguji model yang telah dihasilkan. Pada percobaan ini, data akan dibagi menjadi 70% data *training* 30% data *testing*, 80% data *training* 20% data *testing*, dan 90% data *training* 10% data *testing*.

Tabel 4.14 Uji Coba pembagian data *training* dan *testing*

| Pola <i>time series</i> | Pembagian data | <i>Hidden Size</i> | <i>Max Epoch</i> | <i>Batch Size</i> | MAPE |
|-------------------------|----------------|--------------------|------------------|-------------------|-------|
| 7 | 70%;30% | 15 | 50 | 4 | 26,07 |
| 7 | 80%;20% | 15 | 50 | 4 | 22,12 |
| 7 | 90%;10% | 15 | 50 | 4 | 22,31 |

Dari hasil uji coba pembagian data di atas, terlihat bahwa hasil terbaik diperoleh pada percobaan menggunakan 80% training dan 20% testing. Akurasi MAPE yang dihasilkan adalah 22,12% yang berarti kemampuan model cukup baik untuk memprediksi data Covid-19. Besar pembagian data yang terbaik tidak selalu sama untuk setiap model, sehingga perlu dilakukan sebuah uji coba untuk mendapatkan model optimal. Dari hasil percobaan ini, semakin besar pembagian data training tidak berarti MAPE yang dihasilkan semakin kecil. Maka dari itu perlu dilakukan uji coba menggunakan

pembagian data.

3. Uji coba *Hidden Size*

Konsep *hidden size* dalam LSTM adalah sama dengan jumlah "neuron" (*perceptron*) pada lapisan JST. Pada percobaan ini akan dilakukan pengujian dengan ukuran *Hidden size* sebesar 5, 15, 50, 100, 150. Selain itu juga dikombinasikan dengan parameter lainnya.

Tabel 4.15 Uji Coba *Hidden size*

| Pola time series | Pembagian data | Hidden Size | Max Epoch | Batch Size | MAPE |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------|
| 7 | 80%;20% | 5 | 50 | 4 | 22,52 |
| 7 | 80%;20% | 15 | 50 | 4 | 22,12 |
| 7 | 80%;20% | 50 | 50 | 4 | 23,1 |
| 7 | 80%;20% | 100 | 50 | 4 | 24,85 |
| 7 | 80%;20% | 150 | 50 | 4 | 38,27 |

Dari percobaan menggunakan inisialisasi *hidden size* di atas, hasil terbaik yang didapatkan adalah *hidden size* 15 yang mendapatkan akurasi MAPE sebesar 22,12%. *Hidden size* memiliki fungsi sebagai penghubung antara nilai input dengan neuron output yang akan mempengaruhi banyaknya hasil output yang dihasilkan dari model. Dari hasil percobaan di atas terlihat bahwa semakin besar nilai *hidden size*, semakin besar pula nilai MAPE yang dihasilkan. Sehingga besarnya *hidden size* perlu dilakukan percobaan berulang kali hingga ditemukan sebuah model yang paling optimal.

4. Uji coba *Max Epoch*

Inisialisasi pada *Max Epoch* berfungsi untuk memberi nilai batasan jumlah

perulangan yang dapat dilakukan untuk mempelajari keseluruhan layer pada network. Pada percobaan ini akan dilakukan pengujian dengan ukuran *Max Epoch* sebesar 50, 100, 150, 200. Selain itu juga dikombinasikan dengan parameter lainnya.

Tabel 4.16 Uji Coba *Max Epoch*

| Pola <i>time series</i> | Pembagian data | <i>Hidden Size</i> | <i>Max Epoch</i> | <i>Batch Size</i> | MAPE |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| 7 | 80%;20% | 15 | 50 | 4 | 22,12 |
| 7 | 80%;20% | 15 | 100 | 4 | 26,7 |
| 7 | 80%;20% | 15 | 150 | 4 | 26,3 |
| 7 | 80%;20% | 15 | 200 | 4 | 25,27 |

Dari hasil percobaan di atas, didapatkan nilai *max epoch* terbaik untuk pembelajaran metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* adalah 50 dengan hasil akurasi MAPE sebesar 22,12%. Ukuran *max epoch* tidak boleh terlalu besar ataupun terlalu kecil untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Namun tidak ada aturan pasti berapa besar *max epoch* yang paling optimal untuk memprediksi *time series*, sehingga nilai *max epoch* didapatkan dari percobaan.

5. Uji coba *Batch Size*

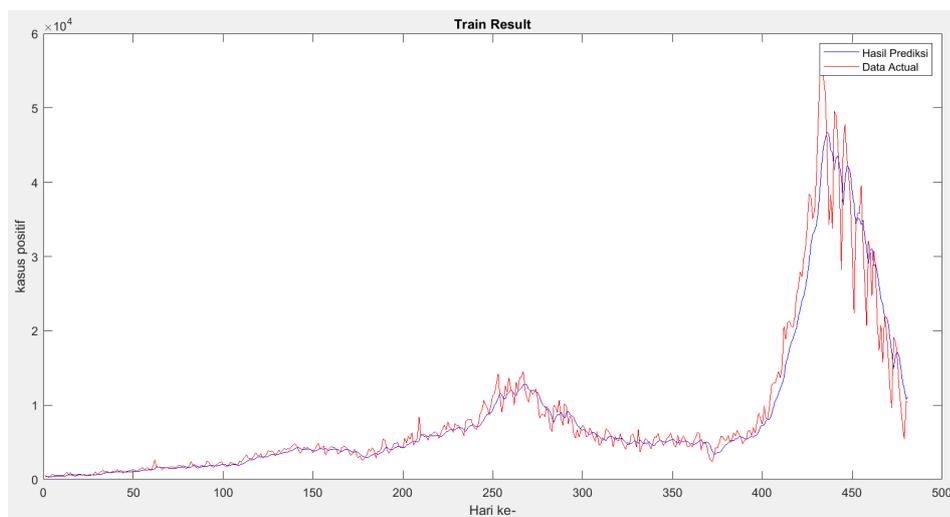
Pada percobaan ini akan dilakukan pengujian dengan ukuran *Batch size* sebesar 4, 16, 32, 64. Selain itu juga dikombinasikan dengan parameter lainnya.

Tabel 4.17 Uji Coba *Batch size*

| Pola <i>time series</i> | Pembagian data | <i>Hidden Size</i> | <i>Max Epoch</i> | <i>Batch Size</i> | MAPE |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| 7 | 80%;20% | 15 | 50 | 4 | 22,12 |
| 7 | 80%;20% | 15 | 50 | 8 | 25,93 |
| 7 | 80%;20% | 15 | 50 | 12 | 24,82 |
| 7 | 80%;20% | 15 | 50 | 16 | 25,12 |

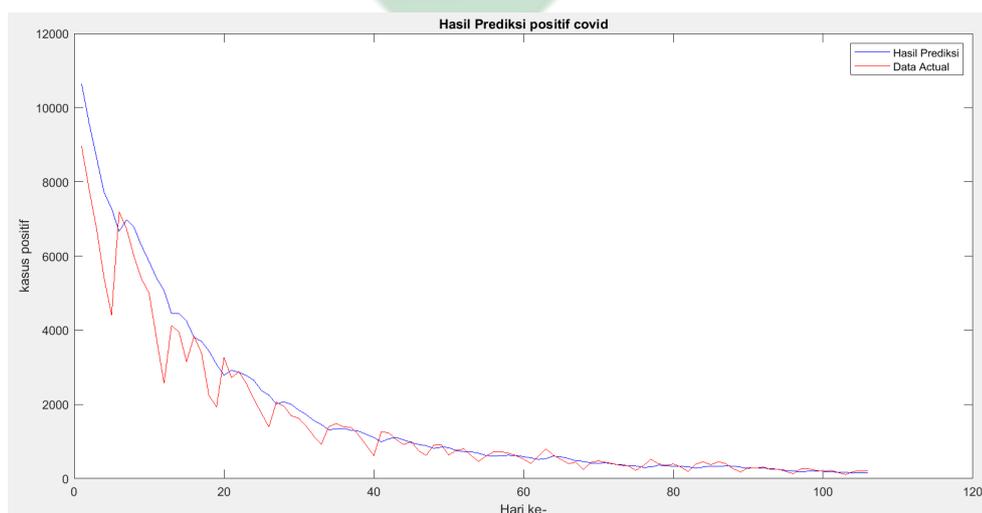
Dari percobaan menggunakan inisialisasi *batch size* di atas, hasil terbaik yang didapatkan adalah *batch size* 4 yang mendapatkan akurasi MAPE sebesar 22,12%. Pada saat proses training, data yang digunakan pada saat pembelajaran dengan *machine learning* biasanya sangat banyak. Sehingga tidak mungkin keseluruhan dataset dimasukkan ke dalam sekali proses perulangan. Maka dari itu data akan dibagi-bagi menjadi bagian yang lebih kecil yang disebut dengan *batch*. Untuk nilai *batch* yang terbaik pun tidak ada aturan yang pasti sehingga perlu dilakukan percobaan hingga menemukan model yang terbaik.

Dari keseluruhan uji coba parameter yang telah dilakukan di atas, didapatkan model terbaik yaitu kombinasi dari pola *time series* 7, pembagian data *training* 80% data *testing* 20%, *hidden size* 15, *max epoch* 50 dan *batch size* 4. Akurasi MAPE yang didapatkan sebesar 22,12% yang berarti metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* cukup baik dalam memprediksi kasus positif Covid-19 di Indonesia. Hasil tersebut dipengaruhi oleh rentang data Covid terendah dan tertinggi sangat jauh sehingga output dengan model ini cukup sulit untuk meraih angka yang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah. Seperti digambarkan dalam plot *training* 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Plot hasil *training* dengan model terbaik

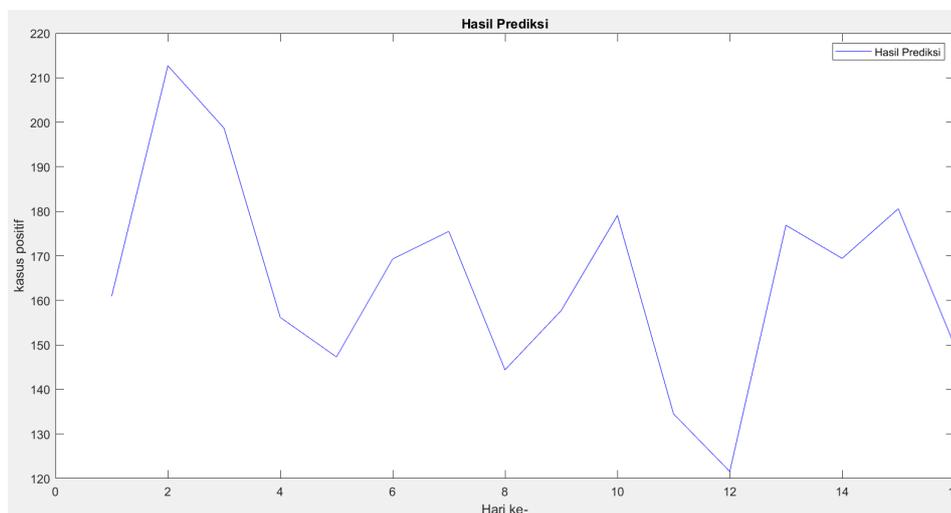
Namun pada saat uji coba dataset testing menggunakan model optimal yang telah didapatkan pada proses *training*, output mampu mengikuti pola dari data aktual yang sangat fluktuatif. Hal ini berarti pembelajaran dengan menggunakan metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* cukup baik untuk memprediksi kasus positif Covid-19 di Indonesia.



Gambar 4.3 Plot hasil *testing* dengan model terbaik

Pada gambar [4.4](#) dan tabel [4.18](#) berturut-turut merupakan hasil prediksi pada

tanggal 16-31 Desember 2021 sebagai sampel menggunakan model terbaik dari pelatihan metode *Bidirectional Long Short-Term Memory*.



Gambar 4.4 Plot hasil prediksi

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 4.18 Hasil prediksi tanggal 16-31 Desember 2021

| Tanggal | Hasil Prediksi |
|------------|----------------|
| 16/12/2021 | 161 |
| 17/12/2021 | 213 |
| 18/12/2021 | 199 |
| 19/12/2021 | 156 |
| 20/12/2021 | 147 |
| 21/12/2021 | 169 |
| 22/12/2021 | 176 |
| 23/12/2021 | 144 |
| 24/12/2021 | 158 |
| 25/12/2021 | 179 |
| 26/12/2021 | 135 |
| 27/12/2021 | 122 |
| 28/12/2021 | 177 |
| 29/12/2021 | 169 |
| 30/12/2021 | 181 |
| 31/12/2021 | 150 |

Dari hasil prediksi di atas pada rentang 16-31 Desember 2021 didapatkan nilai terendah sebesar 122 kasus harian yaitu pada tanggal 27 Desember 2021 dan nilai tertinggi sebesar 213 kasus harian yang terjadi pada tanggal 17 Desember 2021. Sedangkan rata-rata kasus positif selama 16 hari tersebut adalah 165 kasus harian dan standar deviasi sebesar 23,19. Standar deviasi digunakan sebagai

ukuran persebaran data sampel terhadap nilai rata-ratanya.

4.7. Integrasi Keilmuan

Hasil prediksi yang dihasilkan pada penelitian ini terlihat bahwa pada rentang tanggal 16-31 Desember 2021 masih terjadi kemungkinan kenaikan kasus positif Covid-19 di Indonesia. Sebagaimana tujuan sebuah prediksi tentang wabah penyakit perlu dilakukan, hasil prediksi tersebut dapat memberi banyak manfaat terkhusus kepada peneliti ataupun pemerintah sebagai pembuat kebijakan. Seorang petinggi negara mengeluarkan kebijakan tentu atas pertimbangan yang sangat panjang untuk kebaikan rakyat. Kebijakan *lockdown*, Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), ataupun karantina, semua kebijakan tersebut guna memutus mata rantai penyebaran Covid-19 dan menurunkan angka kasus terkonfirmasi positif harian ke seluruh Indonesia. Sehingga sebagai seorang warga negara yang baik seharusnya Kita mematuhi perintah yang dikeluarkan oleh Pemerintah agar pandemi Covid-19 ini segera mereda dan hilang dari Negara Indonesia. Sebagaimana firman Allah Swt. dalam Q.S. An-Nisa':59 berikut

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا أَطِيعُوا اللَّهَ وَأَطِيعُوا الرَّسُولَ وَأُولِي الْأَمْرِ مِنْكُمْ فَإِنْ تَنَازَعْتُمْ فِي شَيْءٍ فَرُدُّوهُ
إِلَى اللَّهِ وَالرَّسُولِ إِنْ كُنْتُمْ تُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ الْآخِرِ ذَلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلًا ﴿٥٩﴾

Artinya: “Wahai orang-orang yang beriman, taatilah Allah dan taatilah Rasul (Nabi Muhammad) serta *ululamri* (pemegang kekuasaan) di antara kamu. Jika kamu berbeda pendapat tentang sesuatu, kembalikanlah kepada Allah (Al-Qur’an) dan Rasul (sunahnya) jika kamu beriman kepada Allah dan hari Akhir. Yang demikian itu lebih baik (bagimu) dan lebih bagus akibatnya (di dunia dan di akhirat)”.

Pada ayat di atas dijelaskan bahwa kebijakan pemerintah sebagai seorang *ulil amri* haruslah ditaati. Sehingga selama perintah dan larangan tersebut tidak melanggar hukum syariat maka wajib bagi seorang muslim untuk mematuhi perintah tersebut, sebagaimana diterangkan pula dalam hadis Nabi Saw. berikut:

حَدَّثَنَا مُسَدَّدٌ حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ سَعِيدٍ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ نَافِعٍ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ
عَنْ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ السَّمْعُ وَالطَّاعَةُ عَلَى الْمَرْءِ الْمُسْلِمِ فِيمَا أَحَبَّ وَكَرِهَ مَا لَمْ
يُؤْمَرْ بِمَعْصِيَةٍ فَإِذَا أُمرَ بِمَعْصِيَةٍ فَلَا سَمْعَ وَلَا طَاعَةَ

Artinya: "Telah menceritakan kepada kami Musaddad telah menceritakan kepada kami Yahya bin Sa'id dari 'Ubaidullah Telah menceritakan kepadaku Nafi' dari Abdullah *radliallahu 'anhu*, dari Nabi shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "mendengar dan taat adalah wajib bagi setiap muslim, baik yang ia sukai maupun yang tidak ia sukai, selama ia tidak diperintahkan melakukan kemaksiatan, adapun jika ia diperintahkan melakukan maksiat, maka tidak ada hak mendengar dan menaati." (HR Bukhari) [Hadits Shahih Al-Bukhari No. 6611 - Kitab Hukum-hukum]

Dari terjemahan hadis di atas dapat diketahui bahwa perintah ataupun larangan dari seorang pemimpin mutlak dipenuhi. Terutama dalam keadaan pandemi seperti saat ini kebijakan seorang pemimpin negara sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup orang banyak. Salah dalam mengambil keputusan maka akan sangat berimbas kepada sektor lain. Sebagai contoh saat peraturan PPKM mulai dihapus/diturunkan levelnya dengan tujuan agar perekonomian mulai membaik, akan tetapi banyak orang mulai melanggar protokol kesehatan dan mengabaikan larangan pembatasan sosial dengan pergi berlibur ke luar negeri.

Akibatnya kasus positif Covid-19 setelah masa libur panjang akan sangat naik signifikan.

Membahas mengenai peraturan pemerintah mengenai kebijakan-kebijakan selama pandemi, kenaikan dan penurunan kasus harian positif covid-19 di Indonesia dipengaruhi oleh kegiatan manusia dan interaksi terhadap sesama. Dua kali lonjakan kasus positif di Indonesia diakibatkan oleh efek setelah libur panjang yang dihabiskan untuk berlibur dan berkumpul di kampung halaman. Seorang perantau yang bekerja di Kota besar dengan tingkat kasus terkonfirmasi positif hariannya sangat tinggi sekaligus tingkat penularan yang juga sangat tinggi, memutuskan untuk pulang ke kampung halaman selama libur panjang dan bertemu dengan sanak keluarga dengan maksud mengobati kerinduan tetapi tanpa disadari ia membawa virus yang penularannya sangat cepat dan tak terlihat.

الضَّرَرُ يُزَالُ

Artinya: "Kerusakan (kemudharatan) dihilangkan"

Kaidah fikih di atas menerangkan bahwa suatu keburukan harus dihilangkan, meskipun hukum asal dari hal tersebut adalah boleh. Ketika suatu hal dianggap lebih banyak kemudharatannya, maka lebih diprioritaskan untuk dihilangkan terlebih dahulu hingga keadaan membaik dan kembali seperti semula. Sehingga semestinya Kita Warga Negara Indonesia dan khususnya umat Islam harus menerapkan kaidah fikih di atas yaitu menghilangkan *kemudharatan*/kerusakan dengan cara mematuhi semua kebijakan-kebijakan Pemerintah terkait pandemi Covid-19 agar penyebaran virus ini segera berakhir dan akhirnya menghilang dari muka bumi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian tentang prediksi kasus positif Covid-19 ini diharapkan mampu menjadi sebuah *insight* untuk pemerintah dalam membuat kebijakan terkait pandemi. Dikarenakan saat pandemi ini terjadi, banyak perubahan dari segala sektor mulai dari ekonomi, pariwisata, pendidikan hingga sosial budaya.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dan dipaparkan di atas, hasil prediksi kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di Indonesia dengan menggunakan implementasi metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* mendapatkan kesimpulan:

1. Parameter terbaik yang dihasilkan dari beberapa uji coba yang dilakukan yaitu pembagian data sebesar 80% data *training* dan 20% data *testing*, pola *time series* 7, *hidden size* sebesar 15, *max epoch* sebesar 50, dan *batch size* sebesar 4.
2. Akurasi MAPE yang dihasilkan sebesar 22,12%. Berdasarkan tabel MAPE, nilai MAPE pada rentang 20% - 50% memiliki arti model *Bidirectional Long Short-Term Memory* cukup baik untuk memprediksi kasus positif Covid-19 di Indonesia. Nilai tersebut dikatakan cukup baik dikarenakan rentang data Covid-19 terendah dan tertinggi sangat jauh. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *Bidirectional Long Short-Term Memory* memiliki performa yang cukup baik dalam memprediksi kasus positif Covid-19
3. Hasil prediksi dari rentang 16-31 desember 2021 memiliki rata-rata jumlah kasus positif Covid-19 sebesar 165 kasus harian dan standar deviasi sebesar 23,19 dengan nilai tertinggi pada tanggal 17 Desember 2021 sebesar 213 kasus, dan terendah pada tanggal 27 Desember 2021 sebesar 122 kasus.

5.2. Saran

Setelah dilakukan pembahasan dan didapatkan hasil prediksi kasus positif Covid-19 menggunakan implementasi metode *Bidirectional Long Short-Term Memory*, Penulis ingin menyampaikan beberapa saran untuk pengembangan dan penyempurnaan penelitian ini pada waktu mendatang

1. Menambahkan batasan parameter uji coba dengan rentang yang lebih besar sehingga model dan akurasi yang didapatkan akan lebih baik.
2. Menggunakan metode optimasi untuk mendapatkan bobot terbaik seperti *Bayesian Optimization*, sebagaimana penelitian yang dilakukan (Li et al., 2022) agar hasil akurasi lebih baik dan MAPE yang dihasilkan lebih konsisten dan akurat.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abedinia, O., Amjady, N., and Zareipour, H. (2017). A New Feature Selection Technique for Load and Price Forecast of Electrical Power Systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 32(1).
- Arfan, A. and ETP, L. (2019). Prediksi harga saham di Indonesia menggunakan algoritma long short-term memory. *SeNTIK*, 3(1):225–230.
- Bao, Y., Huang, Z., Li, L., Wang, Y., and Liu, Y. (2021). A BiLSTM-CNN model for predicting users' next locations based on geotagged social media. *International Journal of Geographical Information Science*, 35(4):639–660.
- et al. Liwei, T. (2021). Forecast of LSTM -XGBoost in Stock Price Based on Bayesian Optimization. *Intelligent Automation & Soft Computing*, 29(3).
- Hammad, M., S. M. S. H. (2021). Rainfall forecasting in upper Indus basin using various artificial intelligence techniques. *Stoch Environ Res Risk Assess.*, (<https://doi.org/10.1007/s00477-021-02013-0>).
- Hochreiter, S. and Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, 9(8):1735–1780.
- Hyndman, R. J. and Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practices*. OTEXTS, second pri edition.
- Indonesia.go.id (2021). Aturan PPKM Terbaru saat Natal dan Tahun Baru.
- Jo, J.-M. (2019). Effectiveness of Normalization Pre-Processing of Big Data to the Machine Learning Performance. 14:547–552.

- Kemkes (2021). Infeksi Emerging Kementerian Kesehatan RI.
- Kim, J. and Moon, N. (2019). BiLSTM model based on multivariate time series data in multiple field for forecasting trading area. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, (0123456789).
- Kompas (2020). Fakta Lengkap Kasus Pertama Virus Corona di Indonesia.
- Kompas (2021). Gentingnya Penularan Covid-19 di Indonesia, dari Rekor Kasus hingga Larangan Penerbangan Asal Tanah Air Halaman all - Kompas.com.
- Li, H., Lin, Z., An, Z., Zuo, S., Zhu, W., Zhang, Z., Mu, Y., Cao, L., and Prades García, J. D. (2022). Automatic electrocardiogram detection and classification using bidirectional long short-term memory network improved by Bayesian optimization. *Biomedical Signal Processing and Control*, 73:103424.
- Manik, H. B. (2021). Penerapan Algoritma C4 . 5 Dalam Memprediksi Kebutuhan Pembibitan Pohon. 1(1):14–19.
- Masri, F. (2020). Forecasting of Sea Level Time Series using Deep Learning RNN, LSTM, and BiLSTM, Case Study in Jakarta Bay, Indonesia. *e-Proceeding of Engineering*, Vol. 7, No.
- Olah, C. (2015). Understanding LSTM Networks.
- Patro, S. K. and Sahu, K. K. (2015). Normalization: A Preprocessing Stage. *IARJSET*, pages 20–22.
- Qiu, J., Wang, B., and Zhou, C. (2020). Forecasting stock prices with long-short term memory neural network based on attention mechanism. *PLoS ONE*, 15(1).

- Radjabaycolle, J. and Pulungan, R. (2016). PREDIKSI PENGGUNAAN BANDWIDTH MENGGUNAKAN ELMAN RECURRENT NEURAL NETWORK. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 10(2):127–135.
- Republika (2022). Satgas Minta Daerah Bersiap Alami Kenaikan Kasus Dampak Nataru.
- Rizky, M. G. (2021). *ANALISIS PERBANDINGAN METODE LSTM DAN BiLSTM UNTUK KLASIFIKASI SINYAL JANTUNG PHONOCARDIOGRAM*. PhD thesis, Universitas Dinamika.
- S. Siami-Namini, N. T. and Namin, A. S. (2019). The Performance of LSTM and BiLSTM in Forecasting Time Series. *IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pp. 3285-3(doi: 10.1109/BigData47090.2019.9005997).
- Salsabila, T. and Kariyam, K. (2020). PERBANDINGAN TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN DECOMPOSITION + DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA PERAMALAN PENYEBARAN INFORMASI HOAX. *PROSIDING SENDIKA*, 6(1):9.
- Shen, S.-L., Atangana Njock, P. G., Zhou, A., and Lyu, H.-M. (2021). Dynamic prediction of jet grouted column diameter in soft soil using Bi-LSTM deep learning. *Acta Geotechnica*, 16(1):303–315.
- Sinta.ristekbrin (2021). Data Riset dan Teknologi Covid-19 Indonesia.
- Susilo, A., Martin Rumende, C., Pitoyo, C. W., Djoko Santoso, W., Yulianti, M., Sinto, R., Singh, G., Nainggolan, L., Nelwan, E. J., Khie Chen, L., Widhani,

- A., Wijaya, E., Wicaksana, B., Maksum, M., Annisa, F., Jasirwan, C. O., and Yuniastuti, E. (2020). TINJAUAN PUSTAKA. Technical Report 1.
- Suwanto (2019). *PREDIKSI BILANGAN SUNSPOT MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR REGRESSION (SVR)*. PhD thesis, UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Triyono, G. (2016). Pertimbangan Melakukan Denormalisasi Pada Model Basis Data Relasi. *Jurnal TELEMATIKA MKOM — ISSN 2085-725X*, 3(2):19–25.
- WHO (2020). Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it.
- Widjaja, J. T., Kwee, L., Giantara, A. K., Suabgiyo, H. A., Edwin, C., and Putri, R. L. (2021). Karakteristik Pasien COVID-19 Rawat Inap di RS Immanuel Bandung, Indonesia. *Journal of Medicine and Health*, 3(2):164–175.
- Xu, G., Meng, Y., Qiu, X., Yu, Z., and Wu, X. (2019). Sentiment analysis of comment texts based on BiLSTM. *IEEE Access*, 7:51522–51532.
- Yadav, A., Jha, C. K., and Sharan, A. (2020). Optimizing LSTM for time series prediction in Indian stock market. In *Procedia Computer Science*, volume 167, pages 2091–2100. Elsevier B.V.
- Yu, Y., Si, X., Hu, C., and Zhang, J. (2019). A review of recurrent neural networks: Lstm cells and network architectures.
- Yudaruddin, R. (2019). *FORECASTING untuk Kegiatan Ekonomi dan Bisnis*. RV Pustaka Horizon, Samarinda, i edition.
- Zhou, K.-K., Du, L.-H., Lei, H.-X., and Du, X. (2019). *Performance Evaluation of Force Combat Training Based on AHP and BP Neural Network*.