

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan mengenai kajian pustaka dari beberapa referensi seperti buku, jurnal, dan paper yang diperlukan sebagai penunjang pada penyelesaian penelitian Tugas Akhir.

2.1 COVID-19

COVID-19 atau sering disebut dengan *Corona Virus Disease* 2019 adalah jenis penyakit baru yang menular disebabkan oleh virus corona, dimana virus corona merupakan suatu kelompok virus yang bisa menyebabkan penyakit pada makhluk hidup termasuk manusia. Beberapa jenis virus corona yang telah ada diantaranya *Middle East Respiratory Syndrom* (MERS) dan *Severe Acute Respiratory Syndrom* (SARS). Kasus COVID-19 pertama kali mewabah di Wuhan, China pada Desember 2019 lalu. COVID-19 sekarang telah dinyatakan sebagai pandemi global yang hampir menimpa seluruh negara di dunia dan orang yang telah terinfeksi dapat dengan mudah menular pada orang lainnya (WHO, 2020).

COVID-19 dapat menyebar melalui percikan, batuk, bersin bahkan saat sedang berbicara. Orang dapat terinfeksi jika menghidup percikan udara yang sama dengan penderita COVID-19. Gejala lain yang jarang tapi mungkin terjadi meliputi rasa nyeri, sakit kepala, diare, sakit tenggorokan, hidung tersumbat, ruam pada kulit, bahkan hingga kehilangan indera perasa. Beberapa orang yang terinfeksi COVID-19 juga bisa tidak mengalami gejala apapun biasa disebut dengan Orang Tanpa Gejala (OTG).

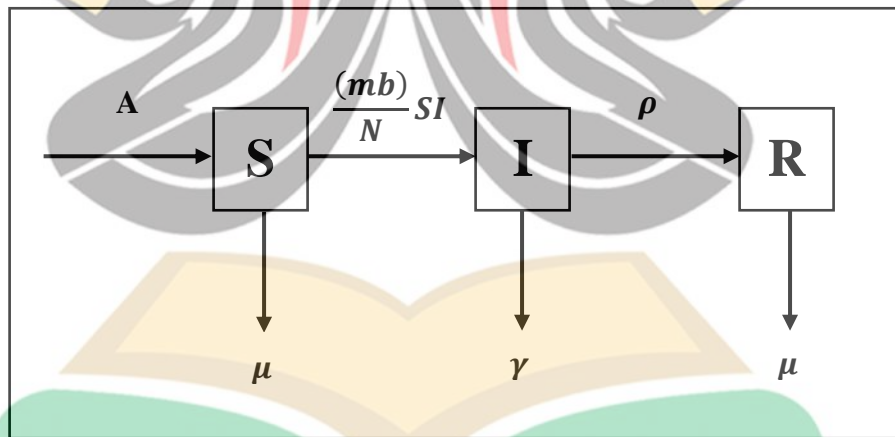
Sekitar 80% orang yang terinfeksi bisa pulih tanpa memerlukan perawatan khusus tapi beberapa orang lainnya menderita sakit parah dan kesulitan bernafas. Hingga 23 Juli 2020 tercatat kasus terkonfirmasi positif sejumlah 80.094, kasus sembuh sejumlah 39.050 dan kasus meninggal sejumlah 3.797 (PHEOC Kemkes RI, 2020). Setiap harinya kasus positif terus bertambah sehingga membuat keresahan dan

kekhawatiran bagi masyarakat. Beberapa kebijakan yang telah diterapkan oleh pemerintah diantaranya *social distancing*, dirumah saja, PSBB dan lain-lain. Saat ini pemerintah telah menerapkan sistem *new normal* dimana semua aktifitas kembali seperti semula akan tetapi tetap dengan protokol kesehatan.

2.2 Model Penyebaran COVID-19 berbasis SIR

Model *SIR* merupakan model epidemi yang dibentuk berdasarkan kelompok populasi ke dalam tiga kelas yang saling asing dan pertama kali diperkenalkan oleh Kermack dan McKendrick pada tahun 1927. Ketiga kelas ini antara lain adalah kelas individu rentan yang dapat terinfeksi yaitu *Susceptible* (*S*), kelas individu yang terinfeksi yaitu *Infected* (*I*), dan kelas individu sembuh yaitu *Recovered* (*R*).

Model *SIR* yang akan digunakan untuk estimasi penderita COVID-19 di Kota Balikpapan merupakan model yang diadopsi dari penelitian yang sudah ada yang dilakukan oleh Arief Fatchul Huda dkk (2020) dengan model sebagai berikut. Berdasarkan gambar 2.1 maka dapat ditulis persamaan sebagai berikut.



Gambar 1.1 Diagram Model SIR

$$\frac{dS}{dt} = A - \frac{mb}{N}SI - \mu S \quad (2.1)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{mb}{N}SI - \rho I - \gamma I \quad (2.2)$$

$$\frac{dR}{dt} = \rho I - \mu R \quad (2.3)$$

Dimana dS/dt , dI/dt , dan dR/dt menunjukkan laju perubahan *Susceptible*, *Infected* dan *Recovered* dari populasi waktu dt . Dengan A merupakan laju rekrutmen, m merupakan peluang kontak sukses, b merupakan banyak nya kontak fisik yang terjadi, ρ merupakan laju kesembuhan dan γ merupakan laju kematian karena COVID-19 (Huda dkk, 2020).

Model ini diadopsi dari penelitian yang sudah ada dengan judul Analisis Pengaruh *Social Distancing* pada Transmisi Covid-19 dengan Menggunakan Model SIR. Penelitian ini dilakukan oleh Arief Fatchul Huda, Elis Ratna Wulan, Fadilah Ilahi dan Mia Siti Khumaeroh pada tahun 2020.

2.3 Metode Extended Kalman Filter

Metode *Extended Kalman Filter* (EKF) merupakan perluasan dari metode *Kalman Filter* (KF). Metode *Kalman Filter* ini menggunakan model linier sedangkan metode *Extended Kalman Filter* menggunakan model non linear. Algoritma *Kalman Filter* pada dasarnya tidak jauh berbeda dengan algoritma *Extended Kalman Filter* hanya saja model yang digunakan berbeda sehingga prosesnya pun akan menyesuaikan model yang digunakan. Metode *Extended Kalman Filter* ini menggunakan model yang bersifat non linier maka diperlukan linearisasi dan diskritisasi untuk mendapatkan bentuk persamaan diskrit. Hal ini diperlukan karena metode yang digunakan merupakan model sistem waktu diskrit sehingga untuk tahap selanjutnya harus berupa persamaan diskrit (Syarifudin, 2018).

Kelebihan metode ini adalah dapat mengestimasi suatu keadaan dengan data yang terbatas dan terdapat tahap koreksi dimana pada tahap ini ia akan mengupdate data pengukuran yang digunakan pada tiap waktu dan memperbaiki hasil estimasi pada tahap prediksi sehingga hasil estimasi akan mendekati kondisi sebenarnya. Selain kelebihan adapun kelemahan dari metode ini yaitu ketidakstabilan pemfilteran secara numerik (Tengger, 2019).

Ada dua tahapan dalam memproses estimasi dengan metode *Extended Kalman Filter* yakni tahap prediksi atau *time update* dan tahap koreksi atau *measurement update*. Tahap prediksi dipengaruhi oleh model dinamika sistem dan tahap koreksi dipengaruhi oleh informasi dari pengukuran. Kedua tahap ini diulang secara terus-menerus sampai waktu k . Tahap prediksi dilakukan untuk memperoleh nilai prediksi yang masih mempengaruhi data pengamatan dari model sistem yang telah dibentuk. Langkah pertama yang dilakukan pada tahap prediksi adalah menghitung nilai estimasi. Langkah selanjutnya adalah perhitungan kovariansi *error* langkah ini dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian dari hasil estimasi. Sedangkan untuk tahap koreksi dilakukan untuk memperoleh hasil estimasi terakhir dengan mengkoreksi hasil estimasi dari tahap prediksi dan yang nantinya akan digunakan untuk sebagai data prediksi. Langkah pertama yang dilakukan pada tahap koreksi adalah melakukan perhitungan *Kalman Gain*. *Kalman Gain* digunakan untuk memperoleh koefisien pembobotan pada residual data estimasi tahap prediksi. Langkah selanjutnya adalah menghitung estimasi akhir yang digunakan sebagai data prediksi yang diharapkan dalam penelitian ini dan langkah terakhir adalah kovariansi *error* untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil estimasi (Indriyani, 2019).

Algoritma *Extended Kalman Filter* secara umum sebagai berikut.

Tabel 2.1 Algoritma *Extended Kalman Filter*

Model Sistem	$x_{k+1} = f(x_k, u_k) + w_k$
Model Pengukuran	$z_k = h(x_k) + v_k$
Asumsi	$x_0 \sim N(\bar{X}_0, P_{x_0}); w_k \sim N(0, Q_k); v_k \sim N(0, R_k)$
Tahap Inisialisasi	$\hat{x}_0 = \bar{x}_0$
	$P_0 = P_{x_0}$
Tahap Prediksi	$A = \left[\frac{\partial f_i}{\partial X_j}(\hat{x}_k, u_k) \right]$
	Estimasi
	$\hat{x}_k = f(\hat{x}_k, u_k)$

	Kovarian Error
	$P_{k+1}^- = AP_k + P_k A^T + G_k Q_k G_k^T$
Tahap Koreksi	Kalman Gain
	$K_{k+1} = P_{k+1}^- H^T (H P_{k+1}^- H^T + R_{k+1})^{-1}$
	Estimasi
	$\hat{x}_{k+1} = \hat{x}_{k+1}^- + K_{k+1} (z_{k+1} - h(\hat{x}_{k+1}^-))$
	Kovarian Error
	$P_{k+1} = [I - K_k H] P_{k+1}^-$

Sumber: (Fidyastuti, 2017)

2.4 Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengevaluasi model persamaan dengan mengukur tingkat akurasi dari hasil estimasi suatu model. Secara matematis persamaan RMSE dinyatakan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n}} \quad (2.4)$$

Dimana Y_i adalah nilai sebenarnya, \bar{Y}_i adalah nilai hasil prediksi dan n adalah jumlah data. Keakuratan dapat diketahui dari nilai RMSE yang rendah dan menunjukkan bahwa variabel nilai prediksi mendekati dengan variabel nilai sebenarnya (Indriyani, 2019).

Semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat begitu pula sebaliknya jika nilai RMSE semakin tinggi maka semakin tidak akurat pula hasil prediksinya (Audini, 2018).

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Indriyani (2019) menjelaskan tentang aplikasi *Kalman Filter* untuk memprediksi jumlah penderita tuberkulosis di Indonesia. Data

yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penderita tuberkolosis di Indonesia pada tahun 2001 – 2018. Selanjutnya data yang ada akan diprediksi untuk 10 tahun ke depan pada tahun 2019 – 2028. Dari data tersebut Indriyani melakukan prediksi dengan menggunakan algoritma *Kalman Filter* melalui 4 tahapan yaitu model sistem dan model pengukuran, inialisasi, tahap prediksi (*Time Update*), dan tahap koreksi (*Measurement Update*).

Pada tahap model sistem dan model pengukuran dimana pada model sistem akan diperoleh model sistem yang berbentuk matriks yang didapat dari persamaan (2.1) dan pada model pengukuran akan diperoleh model pengukuran yang berbentuk matriks yang didapat dari persamaan (2.2). Selanjutnya pada tahap inialisasi proses ini dilakukan untuk memberi nilai awal pada variabel model yang sudah dibentuk sebelumnya. Kemudian pada tahap prediksi dilakukan dengan dua tahapan yaitu kovariansi *error* dan estimasi. Tahap terakhir adalah tahap koreksi yang akan mengoreksi hasil prediksi pada tahap prediksi yang terdiri dari tiga tahapan yaitu *Kalman Gain*, Estimasi dan kovariansi *error* (Indriyani, 2019).

Penelitian lainnya adalah dengan metode *Extended Kalman Filter* untuk melihat penyebaran COVID-19 di Indonesia. Fadhillah, dkk (2020) melakukan penelitian tentang “*EKF – Prediction of SIRD Model*” dimana dari model non-linier SIRD diubah menjadi model diskrit lalu diprediksi dengan metode *Extended Kalman Filter* dan disimulasikan.

