

**SKRIPSI GEOFISIKA**

**PEMODELAN RISIKO TERINFEKSI SEBARAN AEROSOL SARS-CoV-2  
DI DALAM RUANGAN KELAS AKIBAT PENGARUH LINGKUNGAN**



**Disusun dan Diajukan Oleh:**

**GEBRINA REZKI. S**

**H061 17 1006**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**HALAMAN JUDUL**

**PEMODELAN RISIKO TERINFEKSI SEBARAN AEROSOL  
SARS-CoV-2 DI DALAM RUANGAN KELAS AKIBAT  
PENGARUH LINGKUNGAN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Pada Departemen Geofisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*

**OLEH:**

**GEBRINA REZKI. S**

**H061171006**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PEMODELAN RISIKO TERINFEKSI SEBARAN AEROSOL SARS-CoV-2  
DI DALAM RUANGAN KELAS AKIBAT PENGARUH LINGKUNGAN**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**GEBRINA REZKI. S**

**H061171006**

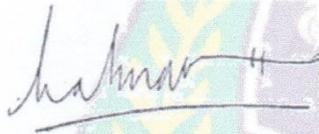
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan  
Ilmu Penegetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 26 Juli 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

**Pembimbing Utama**



**Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc**  
NIP. 196303151987101001

**Pembimbing Pertama**



**Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng**  
NIP. 196709291993031003

**Ketua Program Studi,**



**Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M .Eng**  
NIP. 196709291993031003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gebrina Rezki. S

NIM : H061171006

Program Studi : Geofisika

Jejang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

**Pemodelan Risiko Terinfeksi Sebaran Aerosol Virus Sars-Cov-2 Di Dalam  
Ruangan Kelas Akibat Pengaruh Lingkungan**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain. Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2021

Yang Menyatakan



**GEBRINA REZKI. S**

## ABSTRAK

Virus Corona secara berkala menjadi virus dengan jenis yang mematikan seperti SARS-CoV, MERS-CoV dan terakhir, SARS-CoV-2 atau yang lebih dikenal dengan nama Covid-19. Jalur penularan Covid-19 cukup signifikan terjadi di dalam ruangan misalnya ruang kelas. Penularan Aerosol SARS-CoV-2 di dalam ruangan dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya adalah faktor lingkungan antara lain suhu, RH, indeks UV, durasi, jarak, efisiensi masker, dan prevalensi. Tujuan dari penelitian ini yaitu memodelkan pengaruh lingkungan terhadap risiko terinfeksi aerosol virus SARS-CoV-2 menggunakan persamaan *Wells-Riley* dan mengidentifikasi prediktor signifikan dengan menggunakan analisis *Multiple Regression* metode *Stepwise*, serta melakukan verifikasi model. Dari pemodelan yang telah dilakukan diperoleh bahwa peningkatan suhu, RH, indeks UV, jarak, ventilasi, dan efisiensi masker dapat menurunkan risiko terinfeksi, sebaliknya peningkatan durasi dan prevalensi dapat meningkatkan risiko terinfeksi. Dari hasil analisis *Multiple Regression* diperoleh prediktor yang paling signifikan terhadap risiko terinfeksi aerosol SARS-CoV-2 di dalam ruang kelas yaitu durasi dan *inhalation mask*.

**Kata Kunci : SARS-CoV-2, Faktor Lingkungan, Wells-Riley, *Multiple Regression***

## **ABSTRACT**

Corona viruses periodically become viruses with deadly types such as SARS-CoV, MERS-CoV and the latest, SARS-CoV-2 or better known as Covid-19. The transmission route for Covid-19 is quite significant in rooms such as classrooms. Aerosol transmission of SARS-CoV-2 indoors is influenced by various factors, one of which is environmental factors including temperature, RH, UV index, duration, distance, mask efficiency, and prevalence. The purpose of this study is to model the influence of the environment on the risk of being infected with the SARS-CoV-2 virus aerosol using the Wells-Riley equation and identify significant predictors using the Stepwise Multiple Regression analysis method, as well as verifying the model. From the modeling that has been done, it is found that increasing temperature, RH, UV index, distance, ventilation, and mask efficiency can reduce the risk of infection, whereas increasing the duration and prevalence can increase the risk of infection. From the results of the Multiple Regression analysis, the most significant predictor of the risk of being infected with SARS-CoV-2 aerosol in the classroom was the duration and inhalation mask.

**Keywords : SARS-CoV-2, Environmental Factors, Wells-Riley, Multiple Regression**

## KATA PENGANTAR



### *Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wata'ala* karena berkat rahmat dan limpahan karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah atas junjungan Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wa sallam*.

Hanya dengan taufiq dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pemodelan Risiko Terinfeksi Sebaran Aerosol Virus SARS-CoV-2 di Dalam Ruang Kelas Akibat Pengaruh Lingkungan**”. Dalam penulisan skripsi ini, penulis dengan segala keterbatasan, kemampuan dan pengetahuan dapat melewati segala hambatan serta masalah berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan saya haturkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk kedua orang tua saya **Suardi Tala, S.Pd** dan **Jusnawati Z, S.Pd** yang selalu memberikan segala cinta, kasih sayang, dan pengorbanan serta doa terbaik untuk penulis. Semoga Allah SWT memberi balasan yang terbaik. Aamiin.

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.Sc** selaku pembimbing utama dan dosen PA yang selalu bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini serta saran dan arahan dalam persoalan akademik.
2. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.eng** selaku pembimbing pertama yang selalu memberikan masukan selama penulisan skripsi.
3. Bapak **Dr. Sakka, M.Si** dan bapak **Drs. Hasanuddin, M.Si** selaku tim penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun kepada penulis selama penulisan skripsi.
4. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh dosen Departemen Geofisika, Staf FMIPA Unhas, Staf Departemen Geofisika, Staf Laboratorium, serta staf Perpustakaan FMIPA Unhas dan Staf Perpustakaan Umum atas semua ilmu yang telah diajarkan, pelayanan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Kepada kakak-kakak Geofisika Unhas terkhusus kepada Kak **Syafrizal Mandasini, S.Si** dan Kak **Mufly Fadla** yang telah banyak membantu dan memberikan saran serta masukan kepada penulis selama penulisan skripsi, untuk kak **Edi Wahyudi, S.Si** yang selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsinya. Terima kasih juga kepada kak **Ervin Budi Sanjaya** yang sudah menjadi teman yang membantu dan menghibur penulis selama ini.
7. Teman-teman **Geofisika 17** terkhusus **Tim Pejuang TA Covid : Nur Darmayanthi, Miftah Khaerunnisa, Indra Fermanto dan Mardiano Putra,**

dan teruntuk **Ale, Aya, Daya, Unia** terima kasih sudah menjadi teman yang menghibur penulis selama ini. Juga untuk **Reza**, terima kasih sudah mengurus penulis dengan baik dari maba, KP, sampai akhirnya sarjana.. Serta teman-teman **HIMAFI 17** terkhusus **Ola** <3.

8. Kepada member Petir: **Chaeril, Baso, Hardi, Ijol, Achmad, Andi Bau, Asep, Pesal, Aldi, Ola, Fivah, Miming, Tnrd, Anggi, Rini, Anhir, Uma** terima kasih sudah menjadi sahabat yang selalu ada dan mendukung penulis selama ini, luvv.
9. Serta terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dan tidak sempat disebutkan satu persatu, semoga segala kebaikan saudara(i)-ku diterima sebagai ibadah di sisi-Nya.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis. Penulis telah mengerahkan segala kemampuan dalam menyelesaikan skripsi ini, tapi sebagai manusia yang tak luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan karena sesungguhnya kesempurnaan hanyalah milik-Nya.

***Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Ruang Lingkup .....	3
I.4 Tujuan Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1 Transmisi Aerosol SARS-CoV-2.....	5
II.2 Faktor-Faktor Lingkungan .....	6
II.2.1 Faktor Meteorologi .....	6
II.2.2 Ventilasi .....	10
II.2.3 Masker.....	10
II.2.4 <i>Physical Distancing</i> .....	15
II.3 Persamaan Well-Riley.....	16
II.4 <i>Multiple Regression</i> .....	20
II.4.1 <i>Multiple Regression Stepwise</i> .....	22
II.4.2 <i>Standardized Coefficients</i> (Beta) .....	22
II.4.3 Signifikansi Statistik ( <i>P-value</i> ).....	23
II.5 Verifikasi Prediksi .....	23

II.5.1 Korelasi <i>Pearson</i> .....	24
II.5.2 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	25

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

III.1 Alat Penelitian .....	27
III.2 Data Penelitian.....	27
III.2.1 Data Suhu .....	27
III.2.2 Data RH.....	27
III.2.3 Data Indeks UV .....	27
III.2.4 Ventilasi .....	27
III.2.5 Data Masker .....	28
III.2.6 Data <i>Physical Distancing</i> .....	28
III.2.7 Data Prevalensi.....	28
III.2.8 Data Durasi.....	28
III.2 Prosedur Penelitian .....	28
III.2.1 Tahap Persiapan dan Pengumpulan Data .....	28
III.2.2 Tahap Pengolahan Data .....	29
III.3 Bagan Alir Penelitian.....	31

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

IV.1 Hasil.....	32
IV.1.1 Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas .....	32
IV.1.1.1 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas .....	32
IV.1.1.2 Grafik Pengaruh RH Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas .....	35
IV.1.1.3 Grafik Pengaruh Indeks UV Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas .....	39
IV.1.1.4 Grafik Pengaruh Jarak Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas .....	42
IV.1.1.5 Grafik Pengaruh Ventilasi Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas.....	46

IV.1.1.6 Grafik Pengaruh <i>Exhalation Mask</i> Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas .....	49
IV.1.1.7 Grafik Pengaruh Prevalensi Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas.....	53
IV.1.1.8 Grafik Pengaruh <i>Inhalation Mask</i> Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas .....	56
IV.1.2 Prediktor Signifikan Terhadap Prediksi Kemungkinan Infeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas .....	60
IV.1.2.1 Prediktor Signifikan Terhadap Prediksi Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	60
IV.1.2.2 Prediktor Signifikan Terhadap Prediksi Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	64
IV.1.2.3 Prediktor Signifikan Terhadap Prediksi Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan volume 1080 m <sup>3</sup> .....	68
IV.1.3 Model Prediktor Signifikan Terhadap Prediksi Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruangan Kelas.....	72
IV.1.3.1 Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas.....	72
IV.1.3.2 Diagram Tebar Data dan Prediksi Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas.....	76
IV.1.4 Simulasi Ruangan.....	81
IV.2 Pembahasan	
IV.2.1 Pengaruh Faktor-Faktor Lingkungan terhadap Risiko Terinfeksi .....	82
IV.2.2 Verifikasi Prediksi .....	84

## **BAB V PENUTUP**

V.1 Kesimpulan .....	88
V.2 Saran .....	89
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>90</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Efisiensi Masker Bedah dan Masker Kain dari Berbagai Literatur.....	13
<b>Tabel 2.2</b> Berbagai Jenis Masker wajah dengan Karakteristik, Kelebihan dan Kekurangan.....	13
<b>Tabel 2.3</b> SARS-CoV-2 <i>Quanta Emission Rate</i> untuk Berbagai Kegiatan.....	19
<b>Tabel 2.4</b> Tingkat Pernapasan Volumetrik.....	19
<b>Tabel 2.5</b> Interpretasi dari Nilai R Positif .....	25
<b>Tabel 2.6</b> Interpretasi dari Nilai R Negatif.....	25
<b>Tabel 4.1</b> Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat pengaruh Suhu pada Ruang Kelas Dengan Volume 180m <sup>3</sup> .....	33
<b>Tabel 4.2</b> Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat pengaruh Suhu pada Ruang Kelas Dengan Volume 450m <sup>3</sup> .....	34
<b>Tabel 4.3</b> Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat pengaruh Suhu pada Ruang Kelas Dengan Volume 1080m <sup>3</sup> .....	35
<b>Tabel 4.4</b> Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh RH pada Ruang Kelas Dengan Volume 180m <sup>3</sup> .....	36
<b>Tabel 4.5</b> Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh RH pada Ruang Kelas Dengan Volume 450m <sup>3</sup> .....	37
<b>Tabel 4.6</b> Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh RH pada Ruang Kelas Dengan Volume 1080m <sup>3</sup> .....	38
<b>Tabel 4.7</b> Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Indeks UV pada Ruang Kelas Dengan Volume 180m <sup>3</sup> .....	40

<b>Tabel 4.8</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Indeks UV pada Ruang Kelas Dengan Volume 450m <sup>3</sup> .....	41
<b>Tabel 4.9</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Indeks UV pada Ruang Kelas Dengan Volume 1080m <sup>3</sup> .....	42
<b>Tabel 4.10</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Jarak pada Ruang Kelas Dengan Volume 180m <sup>3</sup> .....	43
<b>Tabel 4.11</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Jarak pada Ruang Kelas Dengan Volume 450m <sup>3</sup> .....	44
<b>Tabel 4.12</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Jarak pada Ruang Kelas Dengan Volume 1080m <sup>3</sup> .....	45
<b>Tabel 4.13</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Ventilasi pada Ruang Kelas Dengan Volume 180m <sup>3</sup> .....	47
<b>Tabel 4.14</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Ventilasi pada Ruang Kelas Dengan Volume 450m <sup>3</sup> .....	48
<b>Tabel 4.15</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Ventilasi pada Ruang Kelas Dengan Volume 1080m <sup>3</sup> .....	49
<b>Tabel 4.16</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Masker pada Ruang Kelas Dengan Volume 180m <sup>3</sup> .....	50
<b>Tabel 4.17</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Masker pada Ruang Kelas Dengan Volume 450m <sup>3</sup> .....	51
<b>Tabel 4.18</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Masker pada Ruang Kelas Dengan Volume 1080m <sup>3</sup> .....	52

<b>Tabel 4.19</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Prevalensi pada Ruang Kelas Dengan Volume 180m <sup>3</sup> .....	54
<b>Tabel 4.20</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Prevalensi pada Ruang Kelas Dengan Volume 450m <sup>3</sup> .....	55
<b>Tabel 4.21</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Prevalensi pada Ruang Kelas Dengan Volume 1080m <sup>3</sup> ....	56
<b>Tabel 4.22</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Masker pada Ruang Kelas Dengan Volume 180m <sup>3</sup> .....	57
<b>Tabel 4.23</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Masker pada Ruang Kelas Dengan Volume 450m <sup>3</sup> .....	58
<b>Tabel 4.24</b>	Persentase Kemungkinan Terinfeksi Virus SARS-CoV-2 akibat Pengaruh Masker pada Ruang Kelas Dengan Volume 1080m <sup>3</sup> .....	59
<b>Tabel 4.25</b>	Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> untuk 100 Kejadian .....	60
<b>Tabel 4.26</b>	Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> untuk 500 Kejadian .....	62
<b>Tabel 4.27</b>	Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> untuk 1000 Kejadian .....	63

<b>Tabel 4.28</b> Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> untuk 100 Kejadian .....	64
<b>Tabel 4.29</b> Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450m <sup>3</sup> untuk 500 Kejadian .....	66
<b>Tabel 4.30</b> Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> untuk 1000 Kejadian .....	67
<b>Tabel 4.31</b> Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> untuk 100 Kejadian.....	68
<b>Tabel 4.32</b> Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> untuk 500 Kejadian.....	69
<b>Tabel 4.33</b> Nilai Koefisien dan Signifikan Prdikator terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> untuk 1000 Kejadian.....	71

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Plot Sebaran Kasus Terkonfirmasi dan Indeks UV .....	9
<b>Gambar 2.2</b> Jenis-Jenis Masker Wajah.....	12
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	32
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	33
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> .....	34
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Pengaruh RH Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	36
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Pengaruh RH Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	37
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Pengaruh RH Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> .....	38
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Pengaruh Indeks UV Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	39
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Pengaruh Indeks UV Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	40
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Pengaruh Indeks UV Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> .....	41
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Pengaruh Jarak Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	43

<b>Gambar 4.11</b>	Grafik Pengaruh Jarak Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	44
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik Pengaruh Jarak Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> .....	45
<b>Gambar 4.13</b>	Grafik Pengaruh Ventilasi Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	46
<b>Gambar 4.14</b>	Grafik Pengaruh Ventilasi Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	47
<b>Gambar 4.15</b>	Grafik Pengaruh Ventilasi Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> ....	48
<b>Gambar 4.16</b>	Grafik Pengaruh Masker Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	50
<b>Gambar 4.17</b>	Grafik Pengaruh Masker Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	51
<b>Gambar 4.18</b>	Grafik Pengaruh Masker Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> ....	52
<b>Gambar 4.19</b>	Grafik Pengaruh Prevalensi Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	53
<b>Gambar 4.20</b>	Grafik Pengaruh Prevalensi Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	54
<b>Gambar 4.21</b>	Grafik Pengaruh Prevalensi Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> ....	55

<b>Gambar 4.22</b>	Grafik Pengaruh Masker Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 180 m <sup>3</sup> .....	57
<b>Gambar 4.23</b>	Grafik Pengaruh Masker Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 450 m <sup>3</sup> .....	58
<b>Gambar 4.24</b>	Grafik Pengaruh Masker Terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Ruang Kelas dengan Volume 1080 m <sup>3</sup> ....	59
<b>Gambar 4.25</b>	Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 100 Kejadian.....	72
<b>Gambar 4.26</b>	Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 500 Kejadian.....	72
<b>Gambar 4.27</b>	Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 1000 Kejadian.....	73
<b>Gambar 4.28</b>	Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 100 Kejadian.....	73
<b>Gambar 4.29</b>	Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 500 Kejadian.....	73
<b>Gambar 4.30</b>	Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 1000 Kejadian.....	74
<b>Gambar 4.31</b>	Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 100 Kejadian.....	74
<b>Gambar 4.32</b>	Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 500 Kejadian.....	74

<b>Gambar 4.33</b> Model <i>Multiple Regression</i> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 untuk 1000 Kejadian.....	75
<b>Gambar 4.34</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 100 Kejadian.....	76
<b>Gambar 4.35</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 500 Kejadian.....	77
<b>Gambar 4.36</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 1000 Kejadian.....	77
<b>Gambar 4.37</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 100 Kejadian.....	78
<b>Gambar 4.38</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 500 Kejadian.....	78
<b>Gambar 4.39</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 1000 Kejadian.....	79
<b>Gambar 4.40</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 100 Kejadian.....	79
<b>Gambar 4.41</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 500 Kejadian.....	80
<b>Gambar 4.42</b> Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 1000 Kejadian.....	80
<b>Gambar 4.43</b> Risiko Terinfeksi Aerosol Virus SARS-CoV-2 di Lab Elektronika .....	82

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Virus Corona secara berkala menjadi virus dengan jenis yang mematikan seperti SARS-CoV, MERS-CoV dan terakhir, SARS-CoV-2 atau yang lebih dikenal dengan nama COVID-19. Menurut Ozygit (2020) sejak kasus pertama teridentifikasi pada Desember 2019 di kota Wuhan, China, SARS-CoV-2 telah menyebar secara global, mengakibatkan ratusan ribu kematian di seluruh dunia. *World Health Organization* (WHO) telah mengklasifikasikan penyakit ini sebagai pandemi dengan lebih dari 210.000 kasus aktif dan lebih dari 8.000 kematian di seluruh dunia pada 11 Maret 2020.

Menurut Lelieveld, et al. (2020) studi kasus yang dilakukan di seluruh dunia menunjukkan bahwa virus SARS-CoV-2 dapat bertahan di udara selama beberapa jam. Zhang dan rekannya menyatakan bahwa pemakaian masker wajah telah menjadi sebuah aspek kritis dalam hasil tren COVID-19 di tiga area utama yang terkena pandemi yaitu Wuhan, Italia dan New York. Tindakan lain seperti *physical distancing* tampaknya tidak cukup. Hal ini menunjukkan peran penting aerosol karena dapat menyebar dalam jarak yang relatif jauh.

Penelitian mengenai SARS-CoV-2 menunjukkan bahwa penyebaran melalui aerosol yaitu partikel udara dan mikrodroplet dianggap sebagai jalur penularan Covid-19 yang signifikan dalam penularan penyakit yang terjadi di dalam ruangan. Hal ini konsisten dengan kemungkinan penyebaran penyakit yang

terjadi di dalam ruangan (*indoor*) hampir 20 kali lebih tinggi dibandingkan dengan penyebaran penyakit yang terjadi pada ruang terbuka (*outdoor*).

Sekolah menjadi salah satu lingkungan *indoor* yang terdampak pandemi Covid-19 sehingga aktivitas di sekolah dihentikan dan proses pembelajaran tatap muka di kelas digantikan dengan proses pembelajaran jarak jauh. Namun, menurut UNICEF (2020) setidaknya sepertiga anak di seluruh dunia atau sekitar 436 juta anak mengalami kesulitan mengakses pembelajaran jarak jauh ini. Besarnya jumlah anak yang terhenti pendidikannya yang berlangsung selama berbulan-bulan dan tanpa kepastian ini menunjukkan situasi darurat di sektor pendidikan. Konsekuensi dari situasi ini akan terasa, baik dari segi ekonomi maupun sosial dalam masyarakat selama beberapa dekade kedepan. Selain itu, penelitian yang dilakukan Yang, et al. (2020) di Sichuan, China yang membuktikan bahwa yang mengalami karantina proses belajar menunjukkan beberapa tanda-tanda emosional, bahkan penelitian lanjutan dari observasi tersebut menunjukkan bahwa 19% dari koresponden yang diobservasi mengalami gejala depresi dan 45,3% mengalami kecemasan. Di Indonesia sendiri, menurut survey yang dilakukan oleh satgas BNPB (2020) menunjukkan bahwa 47% anak Indonesia merasa bosan di rumah, 35% merasa khawatir ketinggalan pelajaran, 15% merasa tidak aman, 20% merindukan teman-temannya dan 10% anak merasa khawatir tentang ekonomi keluarga, disebutkan pula bahwa 11% anak mengalami kekerasan fisik karena proses pembelajaran jauh dan 62% mengalami kekerasan verbal. Banyaknya kendala yang dihadapi selama pembelajaran jarak jauh baik secara teknis, fisik, maupun secara mental, sehingga UNICEF mendorong pemerintah berbagai negara untuk memprioritaskan

pembukaan kembali sekolah dengan aman seiring karantina dan kebijakan pembatasan yang mulai dilonggarkan sesuai dengan protokol kesehatan yang telah ditetapkan.

Oleh karena itu dilakukan penelitian terkait resiko terinfeksi penyakit menular Covid-19 melalui aerosol di dalam ruang kelas sebagai persiapan pembukaan kembali sekolah dengan memperhatikan pengaruh faktor-faktor lingkungan berupa suhu, RH dan Indeks UV, penggunaan masker, penerapan *physical distancing*, ventilasi ruangan serta prevalensi menggunakan persamaan Well-Riley.

## **I.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana memodelkan pengaruh lingkungan terhadap risiko terpapar virus?
2. Bagaimana mengidentifikasi prediktor signifikan terhadap risiko terinfeksi aerosol virus SARS-CoV-2 di dalam ruang kelas?
3. Bagaimana hasil verifikasi model terhadap pengaruh prediktor yang signifikan terhadap risiko terinfeksi aerosol virus SARS-CoV-2 di dalam ruang kelas?

## **I.3 Ruang Lingkup**

Penelitian ini dibatasi oleh pengaruh antara faktor-faktor lingkungan berupa suhu, RH, indeks UV, penggunaan masker, penerapan *physical distancing*, kondisi ventilasi di dalam ruangan, prevalensi, dan luas ruangan kelas perguruan tinggi dengan persentase kemungkinan terinfeksi Aerosol virus SARS-CoV-2 di dalam ruang kelas menggunakan persamaan Well-Riley.

#### **I.4 Tujuan Penelitian**

1. Memodelkan pengaruh lingkungan terhadap risiko terinfeksi aerosol virus SARS-CoV-2 di dalam ruang kelas.
2. Mengidentifikasi prediktor signifikan terhadap risiko terinfeksi aerosol virus SARS-CoV-2 di dalam ruang kelas.
3. Melakukan verifikasi model berdasarkan pengaruh prediktor yang signifikan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Tranmisi Aerosol virus SARS-CoV-2

Pada Desember 2019, serangkaian kasus pneumonia yang penyebabnya tidak diketahui muncul di Wuhan, Hubei, Cina, dengan gambaran klinis yang sangat mirip dengan virus radang paru-paru. Analisis sampel saluran pernapasan menunjukkan munculnya virus corona baru yang diberi nama *novel coronavirus disease 2019* (Covid-19). Virus ini menyebar dengan cepat di semua negara dan wilayah di dunia. Oleh karena itu pada Maret 2020, *World Health Organization* (WHO) mendeklarasikan Covid-19 sebagai pandemi global. Pedoman WHO menyatakan bahwa jalur utama penularan Covid-19 adalah penularan dari orang ke orang, terutama paparan virus yang berkepanjangan dan tidak terlindungi. Oleh karena itu, tindakan pencegahan utama untuk menghindari virus adalah dengan mencuci tangan beberapa kali dalam sehari dan mengamati jarak sosial minimal 1 meter (Noorimotlagh, Jaarfazadeh, Martinez, & Mirzaee, 2020).

Transmisi SARS-CoV-2 dapat terjadi melalui kontak langsung, kontak tidak langsung atau kontak erat dengan orang-orang yang terinfeksi melalui sekresi seperti air liur dan sekresi saluran pernapasan atau *dprolet* saluran napas yang keluar saat orang yang terinfeksi batuk, bersin, berbicara, atau menyanyi. *Droplet* saluran napas memiliki ukuran diameter  $> 5-10 \mu\text{m}$  sedangkan *droplet* yang berukuran diameter  $\leq 5 \mu\text{m}$  disebut sebagai *droplet nuclei* atau aerosol. Transmisi *droplet* saluran napas dapat terjadi ketika seseorang melakukan kontak erat (berada dalam jarak 1 meter) dengan orang yang terinfeksi yang mengalami gejala-gejala

pernapasan (seperti batuk atau bersin) atau yang sedang berbicara atau menyanyi. Transmisi melalui udara didefinisikan sebagai penyebaran agen infeksius yang diakibatkan oleh penyebaran *droplet nuclei* (aerosol) yang tetap infeksius saat melayang di udara dan bergerak hingga jarak yang jauh (WHO, 2020).

Pemahaman akan fisika embusan udara dan fisika aliran udara menghasilkan hipotesis-hipotesis tentang adanya kemungkinan mekanisme penularan SARS-CoV-2 melalui transmisi aerosol. Hipotesis tersebut mengindikasikan dua hal, yang pertama bahwa sejumlah droplet dari saluran napas dapat menghasilkan aerosol (<5 µm) melalui penguapan dan yang kedua yaitu saat bernapas dan berbicara secara normal menghasilkan aerosol yang diembuskan. Oleh karena itu, orang yang berada di sekitar dapat menghirup aerosol dan berisiko mengalami infeksi jika pada aerosol tersebut mengandung virus dalam jumlah yang cukup untuk menyebabkan infeksi pada orang yang menghirupnya. Akan tetapi, hingga saat ini kandungan dosis SARS-CoV-2 pada *droplet nuclei* yang diembuskan atau *droplet* saluran napas yang menguap dan menghasilkan aerosol, serta dosis SARS-CoV-2 hidup pada aerosol yang diperlukan untuk menyebabkan infeksi pada orang lain tidak diketahui. (WHO, 2020).

## **II.2 Faktor-Faktor Lingkungan**

### **II.2.1. Faktor Meteorologi**

Penelitian mengenai dampak kondisi meteorologi pada penyebaran virus yang mempengaruhi sistem pernapasan manusia telah diamati sejak lama. Studi kelompok telah menunjukkan bahwa influenza dan virus corona menunjukkan variabilitas musiman yang kuat dengan penurunan yang nyata di musim panas.

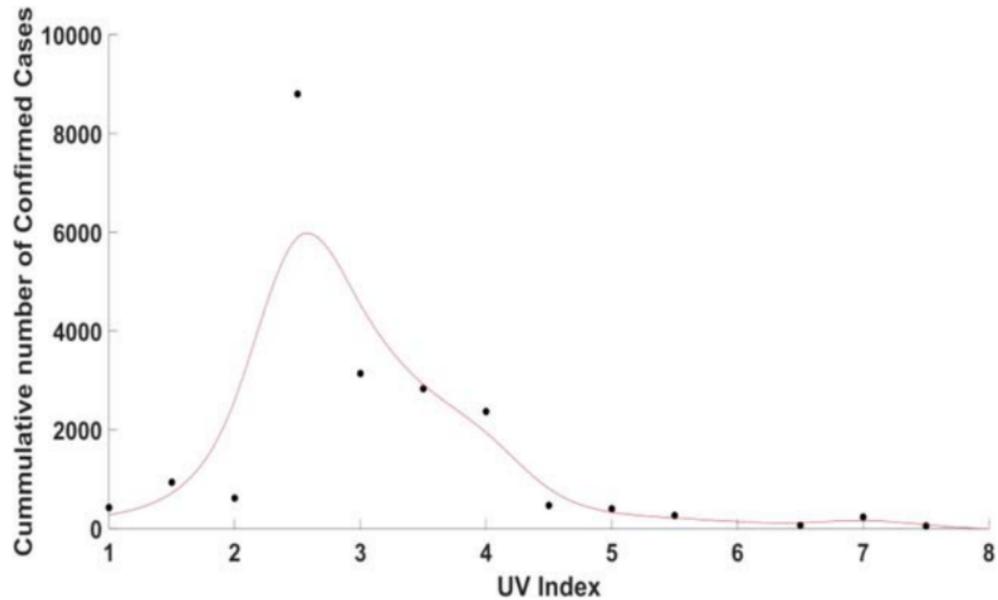
Faktor meteorology secara langsung dapat memengaruhi epidemi baik dengan mengubah responnya maupun dengan mempengaruhi siklus hidup dari virus tersebut di lingkungan.

Penelitian yang dilakukan (Dobricic, et al., 2000) menunjukkan bahwa siklus hidup dan penularan dari virus yang memengaruhi system pernapasan manusia baik yang penularannya terjadi di dalam maupun di luar ruangan itu dipengaruhi oleh perubahan kondisi atmosfer. Virus corona diperkirakan dapat bertahan pada permukaan benda namun waktunya sangat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan di sekitarnya. Penelitian lanjutan yang dilakukan oleh (Dobricic, et al., 2000) menunjukkan peran radiasi matahari dalam pengurangan konsentrasi virus corona dengan cepat dan virus ini dapat bertahan lebih lama pada permukaan benda yang berada dalam ruangan dengan suhu yang lebih rendah dan kelembaban yang lebih rendah.

Suhu tinggi dan kelembaban relative (RH) dapat meningkatkan pembusukan SARS-CoV-2 dan penambahan sinar matahari yang disimulasikan selanjutnya dapat menyebabkan pembusukan virus yang cepat di dalam droplet. SARS-CoV-1 kehilangan infektivitasnya setelah dipanaskan pada suhu 56°C selama 15 menit tetapi stabil selama setidaknya 2 hari setelah kekeringan pada plastik dan hilangnya infektivitas virus serupa baik dalam bentuk larutan maupun kering. Hal ini menyiratkan bahwa inti tetesan yang mengandung SARS-CoV-2 dapat berperilaku serupa dengan tetesan kering saat terkena perubahan suhu dan kelembaban (Ram, et al., 2021).

Sebuah studi menunjukkan bahwa sinar ultraviolet dan pH ekstrim membantu menonaktifkan SARS-CoV-1. Studi lain menunjukkan bahwa virus hanya bertahan selama beberapa jam setelah kehilangan kadar airnya. Tingkat peluruhan SARS-CoV-1 dan SARS-CoV-2 dibandingkan pada suhu 21-23°C dan 65% RH, mengungkapkan bahwa kedua virus masih dapat terdeteksi setelah 3 jam aerolisasi. Studi ini juga memperkirakan waktu paruh rata-rata SARS-CoV-2 menjadi 1,09 jam yang serupa dengan SARS-CoV-1 (1,18 jam). Penelitian menunjukkan bahwa infektivitas SARS-CoV-2 melalui aerosol dapat dipertahankan selama 16 jam pada suhu kamar sehingga menjadi virus yang lebih cocok untuk penularan melalui udara. SARS-CoV-2 dapat bertahan lebih baik di bawah suhu rendah dan kondisi kelembaban relative (RH) yang tinggi; perkiraan median paruh virus lebih dari 24 jam pada 10°C dan 40% RH. Dengan demikian ada penelitian campuran tentang peran suhu dan kelembaban pada stabilitas, viabilitas dan kerusakan aktivitas virus (Ram, et al., 2021).

Kasus terkonfirmasi Covid-19 memiliki hubungan yang kuat dengan nilai dari indeks UV. Pada Gambar 2.1, menunjukkan jumlah kasus tertinggi pada saat nilai indeks UV 2.5, menurun secara bertahap di indeks UV 3.5 dan semakin menurun pada saat nilai indeks UV >5 . Penelitian (Gunthe, Swain, Patra, & Amte, 2020) menyatakan bahwa suhu yang lebih tinggi atau paparan radiasi UVC yang lama menurunkan infektivitas virus.



**Gambar 2.1** Plot sebaran kasus terkonfirmasi dan indeks UV

(Gunthe, Swain, Patra, & Amte, 2020).

Penelitian (Dabisch, et al., 2020) dengan menggunakan metode analisis regresi *stepwise*, menunjukkan bahwa suhu, kelembaban, dan sinar matahari merupakan faktor signifikan yang mempengaruhi  $k_{infectivity}$  (konstanta peluruhan)

$$\begin{aligned}
 k_{infectivity} = & 7.569 + 1.411 \left( \frac{(T - 20.54)}{10.66} \right) \\
 & + 0.022 \left( \frac{(RH - 45.235)}{28.665} \right) + 7.553 \left( \frac{(S - 50)}{50} \right) \\
 & + 1.397 \left( \frac{(T - 20.54)}{10.66} \right) \left( \frac{(S - 50)}{50} \right) \quad (2.1)
 \end{aligned}$$

Dimana  $k_{infectivity}$  = konstanta peluruhan untuk infektivitas virus ( $m^{-1}$ ), T = suhu ( $^{\circ}C$ ), RH = kelembaban relatif (%) dan S = radiasi UVB ( $W/m^2$ ) (Dabisch, et al., 2020).

### **II.2.2. Ventilasi**

Studi terbaru yang dilakukan oleh (Miller, et al., 2020) menunjukkan bahwa ruangan yang memiliki kondisi ventilasi yang buruk memiliki risiko yang tinggi dalam penularan SARS-CoV-2 melalui transmisi aerosol. Ventilasi yang baik menghasilkan nilai tukar udara yang terjadi di dalam dan luar ruangan yang tinggi. Pengurangan konsentrasi virus dengan meningkatkan ventilasi pada ruangan memungkinkan untuk mengontrol eksposur, yaitu dosis yang memungkinkan untuk terjadinya infeksi dan tergantung pada kecepatan pernapasan, konsentrasi dan waktu. Pada prinsipnya ada dua cara utama untuk mengurangi dosis dan risiko infeksi yaitu meningkatkan ventilasi dan mengurangi waktu hunian (Kurnitski, 2020).

(ECDC, 2020) menyatakan bahwa ventilasi yang buruk di dalam ruangan tertutup dapat meningkatkan transmisi infeksi pernapasan. Covid-19 utamanya ditularkan melalui *droplet* namun semakin banyak laporan kasus yang melibatkan peran aerosol dalam wabah ini. Banyak kasus penularan Covid-19 yang terjadi pada ruangan tertutup (*indoor*) yang padat seperti tempat kerja baik kantor maupun pabrik dan selama kegiatan yang ada di dalam ruangan seperti tempat ibadah, restoran, resor ski, pesta, pusat perbelanjaan, asrama pekerja, kelas dansa, kapal pesiar dan kendaraan.

### **II.2.3. Masker**

Penularan penyakit pernapasan melalui udara melibatkan emisi aerosol dan *droplet* yang mengandung mikroorganisme selama kegiatan ekspirasi (misalnya bernapas, berbicara, batuk, dan bersin). Masih ada ketidakpastian mengenai peran dan skala

spasial dari mode penularan ini (kontak, *droplet*, atau penghirupan aerosol). Akibatnya, pemakaian masker telah digunakan untuk mengurangi penularan penyakit, terutama di tempat perawatan kesehatan (Asadi, et al., 2020).

Masker berperan penting untuk mengendalikan penyebaran SARS-CoV-2 melalui perlindungan dari orang yang terinfeksi dan melindungi orang lain dari infeksi dan mengurangi resiko paparan virus. Penggunaan masker telah menjadi hal yang marak di seluruh dunia sejak merebaknya virus SARS-CoV-2 dan telah menjadi salah satu tolak ukur kesehatan yang penting atau bisa dikatakan sebagai normal baru setelah pandemi Covid-19 (Ahmad, et al., 2021)

Klasifikasi dan standar teknis untuk berbagai jenis masker sekali pakai yang tersedia sesuai dengan tujuan penggunaannya, sebagaimana dijelaskan oleh Pusat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Eropa yaitu (a) *Filtering Face Piece* (FFP) diklasifikasikan sebagai APD dan dirancang untuk melindungi pemakainya dari paparan kontaminan udara seperti respirator tipe N95; b) masker medis (juga dikenal sebagai masker bedah atau procedural) diklasifikasikan sebagai perangkat medis yang menutupi mulut, hidung, dan dagu untuk memastikan penghalang yang membatasi transisi agen infeksi; c) masker non-medis termasuk berbagai bentuk masker buatan sendiri atau komersial, atau penutup wajah yang terbuat dari kain atau tekstil yang tidak standar dan tidak dimaksudkan untuk digunakan dalam pengaturan perawatan kesehatan (Rowan & Moral, 2021).



**Gambar 2.2** Jenis-jenis masker wajah: (a) Masker Wajah dengan Filter Tipe KN95, (b) Masker Medis atau Prosedur, dan (c) Masker Non-medis (Rowan & Moral, 2021).

Efektivitas masker FFP sekali pakai berbeda tergantung pada jenis dan sertifikasi, yang ditetapkan di tiga tingkat perlindungan tergantung pada kebocoran semua partikel ke bagian dalam, baik melalui penyesuaian masker ke wajah, oleh katup pernapasan, atau penetrasi melalui filter yaitu 22%, 8% dan 2% masing-masing FFP1, FFP2, dan FFP3. Efektivitas dua jenis masker medis, yaitu masker bedah atau prosedur ditentukan oleh efisiensi filtrasi bakteri, tekanan diferensial, tekanan tahan percikan, dan pembersihan mikroba. Penutup wajah non-medis ditujukan untuk kasus-kasus beresiko rendah dimana resiko infeksi berpotensi meningkat karena kelembaban, difusi cairan, dan retensi virus. Masker medis harus disertifikasi sesuai dengan standar internasional dan nasional untuk memastikan bahwa mereka menawarkan kinerja produk yang dapat diprediksi saat digunakan oleh petugas kesehatan sesuai dengan resiko dan jenis prosedur dalam pengaturan perawatan kesehatan. Standar masker non-medis telah dikembangkan oleh Asosiasi Standarisasi Prancis (AFNOR) untuk menentukan kinerja minimum dalam hal

filtrasi (filtrasi partikel padat minimum 70% atau filtrasi tetesan), dan kemampuan bernapas (Rowan & Moral, 2021). Kemampuan penyaringan masker tergantung pada jenisnya, karena masker dapat dibuat dari berbagai desain dan bahan.

**Tabel 2.1** Efisiensi masker bedah dan masker kain dari berbagai literatur (Riediker & Monn, 2020)

<b>Tipe Masker</b>	<b><i>Exhalation retention</i></b>	<b><i>Inhalation retention</i></b>	<b>Kondisi Pengujian</b>
<b>Masker Bedah</b>	Tidak dinilai	65-90%	Kepala manikin, beberapa tingkat pernapasan
<b>Masker Bedah</b>	Tidak dinilai	60-85%	Kepala manikin
<b>Masker Bedah</b>	70-74%	Tidak dinilai	Virus berasal dari pasien influenza
<b>Masker dengan lapisan dan jenis kain berbeda</b>	20-32%	20-32%	Efisiensi filtrasi
<b>Masker dengan jenis kain berbeda</b>	10-60%	10-60%	Efisiensi filtrasi
<b>Masker buatan sendiri</b>	78%	50-60%	Pernapasan manusia dengan uji mikroba
<b>Masker bedah</b>	85%	60-89%	Kepala manikin
<b>Masker bedah</b>	Tidak dinilai	85-86%	Kepala manikin
<b>Masker bedah</b>	Tidak dinilai	15-80%	Manusia terkena aerosol KCl

**Tabel 2.2** Berbagai jenis masker wajah dengan karakteristik, kelebihan dan kekurangannya (Ahmad, et al., 2021)

<b>Jenis</b>	<b>Karakteristik</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Kekurangan</b>
<b>Filtering Face Piece (FFP)</b>	Cegah transmisi partikel aerosol (<5 µm) dan ukuran tetesan (5 µm hingga 50 µm)	Sangat efisien untuk partikel di udara seperti debu, agen infeksius, gas, atau uap	(a) Pengujian kesesuaian awal dan berkala (b) Toleransi yang buruk karena hambatan pernapasan, panas, dan lembab (c) Kemungkinan kontaminasi karena paparan wajah dan leher

<b>FFP 1</b>	Penyaringan >80% aerosol (total kebocoran ke dalam <22%)	Mencegah debu dan polutan	Tidak efektif untuk partikel virus dan aerosol
<b>Respirator FFP2-N95</b>	(a) ≤94% kemanjuran (b) Filter electret yang tidak tahan minyak. Filter paling sedikit 95% aerosol sekitar 0,3 μm (c) Empat lapisan utama lapisan dalam, lapisan pendukung, lapisan filter dan lapisan filter lapisan dari dalam ke luar	(a) Filter Pernapasan (b) Eksklusif untuk petugas kesehatan (HCW) (c) Jam kerja cukup yahan lama yaitu 8 jam	(a) Tidak bias dicuci (b) Ketidaknyamanan termal (c) Hanya sekali pakai (d) Kesulitan bernapas tinggi (e) Tidak ada pelindung mata
<b>Masker respirator/ gas FFP3- N100/ N99/ P100/</b>	(a) Kuat/ tahan minyak (b) Kapasitas penyaringan 99,97% partikel aerosol	(a) Filter pernapasan (b) Prioritas tinggi untuk petugas kesehatan (c) Pas tinggi, (d) Dapat digunakan kembali	Ketidaknyaman termal
<b>Masker Bedah Medis Pelindung Mulut-Hidung (MNP)</b>	(a) Efektif untuk melindungi pemakainya dari partikel besar (10 um) (b) Penghalang fisik	(a) Tahan cairan (b) Terjangkau dan tidak ada uji pas dan sekali pakai (c) Pasien dan petugas kesehatan (d) Pencegahan kontak	(a) Longgar (b) Perlindungan kurang untuk penghirupan aerosol dan partikel halus yang tersuspensi di udara (c) Durasi pendek < 4 jam (d) Tidak ada filter pernapasan (e) Kontaminasi wajah dan mata (f) Efisiensi terbatas penularan penyakit pernapasan

<b>Masker non-medis (NMM)</b>	(a) Lindungi dari partikel dengan diameter > 200 nm	(a) Dapat digunakan kembali dan disterilkan	(a) Penyegehan dan pemasangan rendah
<b>Masker Kain</b>	(b) Kain Polypropylene	(b) Perlindungan luar dalam pengaturam beresiko rendah	(b) Penetrasi partikel aerosol yang tinggi
		(c) >95% efisiensi penyaringan bakteri	(c) Tidak tahan cairan
		(d) Digunakan oleh masyarakat umum	(d) Penularan infeksi virus dengan efikasi rendah
		(e) Penurunan transmisi tetesan pernapasan saat bernapas, berbicara, atau batuk	(e) Tidak efektif untuk mencegah penyakit serupa influenza dibandingkan dengan masker bedah
			(f) Bernapas tidak cukup

#### II.2.4. *Physical Distancing*

Studi terbaru yang dilakukan (Setti, et al., 2020) menunjukkan bahwa virus SARS-CoV-2 dapat tetap hidup dan menular dalam aerosol selama berjam-jam. Meskipun temuan ini berasal dari eksperimen laboratorium, namun cukup untuk mendukung penularan SARS-CoV-2 melalui udara karena keberadaannya yang terus-menerus menjadi tetesan aerosol dalam bentuk yang aktif dan menular. Penelitian juga menunjukkan bahwa kandungan virus pada partikel kecil dengan dapat menyebar di dalam ruangan dan menempuh jarak hingga 10 meter dari sumber emisinya (Setti, et al., 2020).

*Physical distancing* adalah bagian penting dari langkah-langkah untuk mengendalikan Covid-19, akan tetapi tinjauan terhadap 25.697 pasien, penularan virus terjadi lebih rendah saat penerapan jarak fisik 1 meter atau lebih dibandingkan

dengan kurang dari 1 meter (Chu, et al., 2020). Penelitian dalam tinjauan sistematis menunjukkan proyeksi horizontal tetesan pernapasan di atas 2 meter untuk partikel hingga 60  $\mu\text{m}$ . Hasil ini menunjukkan bahwa SARS-CoV-2 dapat menyebar melebihi 1-2 meter melalui batuk atau bersin (Jones, et al., 2020)

Kelompok penasehat ilmiah untuk keadaan darurat (SAGE) Inggris memperkirakan bahwa resiko penularan SARS-CoV-2 pada jarak 1 meter bisa 2-10 kali lebih tinggi daripada pada jarak 2 meter. Sebuah tinjauan sistematis yang ditugaskan oleh WHO berusaha menganalisis langkah physical distancing dalam kaitannya dengan penularan virus. Physical distancing  $<1$  meter dilaporkan menghasilkan resiko penularan sebesar 12,8% dibandingkan dengan physical distancing  $\geq 1$  meter yaitu sebesar 2,6%, dimana hal ini mendukung aturan physical distancing 1 meter atau lebih (Jones, et al., 2020)

### **II.3 Persamaan Well-Riley**

Penularan virus yang dapat menyebabkan infeksi saluran pernapasan seperti Covid-19 ditransmisikan melalui tiga jalur utama yaitu secara langsung melalui droplet atau tetesan, secara tidak langsung melalui kontak dengan permukaan dan melalui aerosol. Penularan virus secara langsung dan kontak penting untuk diketahui dalam penularan Covid-19, akan tetapi untuk lingkungan indoor jalur penularan transmisi udara dipengaruhi oleh penanganan system udara yang ada pada ruangan tersebut. Ventilasi dan aliran udara di dalam ruangan dapat mencegah virus menginfeksi seseorang atau mengurangi resiko terpapar. Oleh karena itu, dibutuhkan model untuk menghitung estimasi resiko infeksi. Ada satu model yang paling banyak

digunakan untuk tujuan ini selama beberapa decade, yang disebut Persamaan Wells-Riley (Loomans, Boerstra, Franchimon, & Wisse, 2020).

$$N_c = S \left( 1 - e^{-\frac{Iqpt}{Q}} \right) \quad (2.2)$$

Dimana  $N_c$  adalah jumlah kasus yang baru selama waktu terpapar  $t$  (h),  $S$  adalah jumlah orang yang berpotensi tertular di ruangan,  $I$  adalah jumlah orang yang terinfeksi dalam ruangan,  $q$  (quanta/h) adalah jumlah yang disebut “*quanta*” yang diproduksi di dalam ruangan oleh orang yang terinfeksi,  $p$  (m<sup>3</sup>/h) adalah laju aliran volume pernapasan seseorang yang berpotensi terinfeksi, dan  $Q$  (m<sup>3</sup>/h) adalah laju aliran ventilasi di dalam ruangan. Rumus diantara tanda kurung menunjukkan risiko infeksi dalam ruangan. Ini mengasumsikan konsentrasi kuantum konstan di dalam ruangan karena produksi patogen (*source*) dan ventilasi (*sink*). Eksponen menunjukkan jumlah kuantum yang dihirup (Loomans, Boerstra, Franchimon, & Wisse, 2020).

Dalam Persamaan (2.2), istilah “*quanta*” penting. Ini bukan istilah umum tetapi telah dikembangkan secara khusus untuk persamaan ini. Wells berasumsi bahwa tidak setiap *droplet*/aerosol yang terhirup akan menyebabkan infeksi. Dia kemudian mendefinisikan kuantum sebagai jumlah tetesan terinfeksi (inti) yang diperlukan untuk menginfeksi 1-1/e dari populasi yang rentan di sebuah ruangan. Dalam praktiknya, menentukan jumlah kuantum untuk patogen tertentu tidaklah mudah. Pada prinsipnya, ini dilakukan dengan mengasumsikan informasi/data yang tersedia dan kemudian menghitung berapa jumlah kuantum yang telah terjangkit wabah di suatu lokasi (misalnya gereja atau restoran). Dengan itu kasus baru wabah virus dapat dinilai (Loomans, Boerstra, Franchimon, & Wisse, 2020).

Resiko infeksi melalui udara dapat dihitung untuk berbagai aktivitas dan ruangan menggunakan model Well-Riley yang dikalibrasikan ke Covid-19 dengan kekuatan sumber yang benar, yaitu laju emisi quanta (quanta emission rate). Pada model ini, viral load yang dipancarkan dinyatakan dalam bentuk laju emisi quanta ( $E$ , quanta/h). kuantum didefinisikan sebagai dosis inti tetesan udara (airborne droplet) yang diperlukan untuk menyebabkan infeksi pada 63% orang yang rentan. Dengan menggunakan model Well-Riley, probabilitas infeksi ( $p$ ) terkait dengan jumlah quanta yang dihirup ( $n$ ) menurut persamaan (Kurnitski, 2020):

$$p = 1 - e^{-n} \quad (2.3)$$

Quanta yang dihirup ( $n$ , quanta) tergantung pada waktu konsentrasi quanta rata-rata ( $C_{avg}$ , quanta/m<sup>3</sup>), *volumetric breathing rate* penduduk ( $Q_b$ , m<sup>3</sup>/jam) dan durasi ( $D$ , h) (Kurnitski, 2020):

$$n = C_{avg} Q_b D \quad (2.4)$$

Dengan asumsi konsentrasi quanta adalah 0 pada awal kegiatan konsentrasi rata-rata ditentukan sebagai berikut (Kurnitski, 2020):

$$C(t) = \frac{E}{\lambda V} (1 - e^{-\lambda t}) \quad (2.5)$$

$$C_{avg} = \frac{1}{D} \int_0^D C(t) dt = \frac{E}{\lambda V} \left[ 1 - \frac{1}{\lambda D} (1 - e^{-\lambda D}) \right] \quad (2.6)$$

Dimana:

$t$  = durasi (h)

$E$  = quanta emission rate (quanta/h)

$V$  = volume ruangan ( $m^3$ )

$\lambda$  = *first-order loss rate coefficient* untuk *quanta/h* karena efek ventilasi yang dijumlahkan ( $\lambda_v$ , 1/h), *deposition onto surfaces* ( $\lambda_{dep}$ , 1/h), dan *virus decay* ( $k_{infectivity}$ , 1/h)

$C$  = konsentrasi *quanta* menular di udara yang bergantung pada waktu

**Tabel 2.3** SARS-CoV-2 *quanta emission rate* untuk berbagai kegiatan (Kurnitski, 2020).

Aktivitas	Quanta Emission Rate, quanta/h
Beristirahat, pernapasan oral	3.1
Aktivitas berat, pernapasan oral	21
Aktivitas ringan, berbicara	42
Aktivitas ringan, bernyanyi (atau berbicara keras)	270

**Tabel 2.4** Tingkat Pernapasan Volumetrik (Kurnitski, 2020).

Aktivitas	Tingkat pernapasan, $m^3/h$
Berdiri (kantor, ruang kelas)	0,54
Berbicara (ruang pertemuan, restoran)	1.1
Latihan ringan (berbelanja)	1.38
Latihan berat (olahraga)	3.3

Nilai *quanta emission rate* bervariasi antara 3-300 *quanta/h* yang sangat bergantung pada aktivitas, misalnya berbicara keras, berteriak dan bernyanyi. Tingkat pernapasan volumetric juga bergantung pada aktivitas yang sedang berlangsung. Jumlah *quanta* juga dipengaruhi oleh *exhalation mask efficiency* (EM, %) (Kurnitski, 2020).

$$E = Q(1 - EM * FM) \text{Infective people} \quad (2.7)$$

Dimana:

EM = *exhalation mask efficiency* (%)

FM = persentase orang yang menggunakan masker

$$Q = \text{Quanta Emission Rate} * P_d \quad (2.8)$$

Sebuah studi memperkenalkan dua indeks baru ke dalam model Well-Riley untuk memprediksi kemungkinan infeksi terkait virus di udara yang mendasari untuk menjaga *physical distancing* dan ventilasi udara yang memadai indeks jarak  $P_d$  dapat diperoleh dengan analisis teoritis distribusi dan transmisi tetesan dari aktivitas pernapasan manusia. Adapun indeks *physical distancing*  $P_d$  dinyatakan sebagai fungsi jarak seperti pada persamaan di bawah ini, dimana  $d$  adalah jarak dalam satuan meter (Sun & Zhai, 2020)

$$P_d = (-18.19 \ln(d) + 43.276) / 100 \quad (2.9)$$

#### **II.4 Multiple Regression**

Secara umum metode regresi digunakan untuk meramalkan nilai harapan yang bersyarat. Persamaan regresi adalah persamaan matematika yang dapat digunakan untuk meramalkan suatu variabel terikat (dependen atau prediktan) yang berasal dari satu atau lebih variabel bebas (independen atau prediktor). Persamaan regresi juga menggambarkan hubungan antara variabel-variabel yang ada di dalamnya. Nilai variabel terikat dinyatakan dengan konotasi Y dan nilai variabel bebas dinyatakan dengan konotasi X. Regresi dikatakan linier, apabila hubungan antara variabel bebas dan variabel terikatnya adalah linier. Regresi dikatakan non linier, apabila hubungan antara variabel bebas dan variabel terikatnya tidak linier (Kutner, Nachtsheim, & Neter, 2004)

Regresi linier adalah metode statistik yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat dengan satu atau lebih variabel bebas. Ketika

variabel bebas hanya satu, maka regresi linier disebut sebagai regresi linier sederhana. Sedangkan jika variabel bebas berjumlah lebih dari satu, maka regresi linier disebut sebagai regresi linier berganda atau *Multiple Regression* (MR). Analisis regresi linier mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, tujuan pengendalian dan tujuan prediksi. Regresi mampu mendeskripsikan fenomena data melalui terbentuknya suatu model hubungan yang bersifat numerik. Regresi juga dapat digunakan untuk melakukan pengendalian atau kontrol terhadap suatu kasus atau hal-hal yang sedang diamati melalui penggunaan model regresi yang diperoleh. Selain itu, model regresi juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi untuk variabel terikat. Namun yang perlu diingat, prediksi di dalam konsep regresi hanya boleh dilakukan di dalam rentang data dari variabel-variabel bebas yang digunakan untuk membentuk model regresi tersebut (Kutner, Nachtsheim, & Neter, 2004). Multiple Regression (MR) dapat dirumuskan sebagai berikut (Kutner, Nachtsheim, & Neter, 2004)

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n \quad (2.10)$$

Dimana:

- Y : Variabel Terikat
- $X_n$  : Variabel Bebas / Prediktor
- $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$  : Koefisien Regresi
- a : Konstanta

#### **II.4.1 Multiple Regression Stepwise**

Regresi *stepwise* adalah salah satu metode untuk mendapatkan model terbaik dari sebuah analisis regresi. Secara definisi adalah gabungan antara *forward selection* atau seleksi maju dan *backward elimination* atau eliminasi mundur, variabel yang pertama kali masuk adalah variabel yang korelasinya tertinggi dan signifikan dengan variabel terikat, variabel yang kedua adalah variabel yang korelasi parsialnya tertinggi dan masih signifikan, setelah variabel tertentu masuk ke dalam model maka variabel lain yang ada di dalam model dievaluasi, jika ada variabel yang tidak signifikan maka variabel tersebut dikeluarkan. Metode *stepwise* memilih peubah berdasarkan korelasi parsial terbesar dengan peubah yang sudah masuk dalam model. Peubah penjelas yang sudah masuk dalam model dapat saja dikeluarkan lagi (Hanum, 2011).

#### **II.4.2 Standardized Coefficient (Beta)**

Dalam statistik, *standardized coefficient* (beta) juga disebut koefisien beta atau bobot beta, adalah perkiraan yang dihasilkan dari analisis regresi yang telah distandarisasi sehingga varian dari variabel dependen dan independen yang sama dengan 1. Oleh karena itu, koefisien standar mengacu pada jumlah standar deviasi yang variabel dependennya akan berubah setiap kali standar deviasi dari variabel dependen meningkat. Standarisasi koefisien biasanya digunakan untuk menjawab pertanyaan variabel independen mana yang memiliki pengaruh lebih besar terhadap variabel dependen dalam analisis regresi berganda. Untuk regresi linear sederhana dengan prediktor ortogonal, koefisien regresi standar sama dengan korelasi antara variabel independen dan variabel dependen (Vittinghoff, Glidden, Shiboski, &

McCulloch, 2005). Umumnya, koefisien terstandarisasi mencerminkan hubungan antara variabel prediktor dan observasi setelah mengonversi kedua skor-z, dimana bobot beta bervariasi antara -1 dan +1 (Landis, 2005).

#### **II.4.3 Signifikansi Statistik (*P-value*)**

Konsep "signifikansi statistik", biasanya dinilai dengan indeks yang disebut sebagai nilai-p atau p-value yang biasa digunakan, mulai dari peningkatan kuantitas dan kompleksitas data dalam penelitian ilmiah terbaru (Nahm, 2017). Adapun, Pilihan tingkat signifikansi yang paling umum dalam praktik adalah 0,05 (tingkat signifikansi 5%) dan 0,01 (tingkat signifikansi 1%) (Sugiharto, 2009). Tetapi nilai yang lebih sering digunakan adalah nilai- $p \leq 0,05$ , sehingga semua hasil komputasi yang menghasilkan statistik  $p \leq 0,05$  akan diberi label "signifikan." Istilah signifikan menunjukkan makna perbedaan atau hubungan yang diuji terjadi bukan karena eror random atau karena kebetulan saja. Kecilnya nilai-p menunjukkan makna resiko keputusan untuk mengakui adanya perbedaan atau hubungan tersebut, bukan intensitasnya. Sebaliknya, tidak peduli berapapun harga statistik yang diperoleh kalau ternyata  $p > 0,05$ , maka harus dinyatakan "tidak signifikan," dan harga statistiknya dinyatakan sebagai terjadi karena kebetulan yang karenanya harus diabaikan (Azwar, 2005).

#### **II.5 Verifikasi Prediksi**

Verifikasi adalah proses menilai kualitas suatu prediksi (*forecast*). Dalam proses ini, suatu hasil prediksi dibandingkan dengan nilai pengamatan/observasi. Sebelumnya, perlu dilakukan secara kualitatif dengan menampilkan gambar-gambar hasil prediksi dengan nilai observasi (data). Pengertian kualitatif di sini adalah untuk melihat

kesesuaian (*visual-“eyeball”*) antara hasil prediksi dan observasi. Kita juga dapat membandingkan hasil prediksi secara kuantitatif dengan menentukan akurasi model sekaligus kesalahannya dalam memprediksi dengan menggunakan seperangkat formulasi matematik. Ada 3 (tiga) alasan utama mengapa sebuah verifikasi dilakukan. Pertama, untuk memantau (monitor) akurasi prediksi dan apakah prediksi itu semakin lama semakin baik. Kedua, untuk meningkatkan (*improve*) kualitas prediksi. Hal ini bisa dimulai dengan menyelidiki kesalahan apa yang telah kita lakukan ketika memprediksi. Ketiga untuk membandingkan (*compare*) hasil-hasil prediksi beberapa model dalam memprediksi besaran/fenomena yang sama. Dari hasil perbandingan ini, kita akan menemukan model yang unggul dibanding model-model lainnya dan mengetahui letak/alasan keunggulan model tersebut (Halide, 2009).

### II.5.1 Korelasi *Pearson*

Korelasi *pearson* adalah suatu bentuk rumus yang digunakan untuk mencari dan mengukur kemampuan asosiasi atau hubungan linear antara dua variabel yaitu variabel bebas (Independen) dan variabel terikat (dependen). Koefisien korelasi dinyatakan dalam (Halide, 2009) :

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2\} \{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2\}}} \quad (2.11)$$

Dengan:

$n$  = jumlah data

$R$  = koefisien korelasi antara data observasi dan data prediksi

$x_i$  = data observasi

$y_i$  = data prediksi

Korelasi digunakan untuk menyatakan hubungan variabel satu terhadap variabel yang lainnya yang dinyatakan dalam persen. Berikut adalah tabel klasifikasi interpretasi nilai r (Wilks, 2006) :

**Tabel 2.5** Interpretasi dari nilai R positif

<b>R</b>	<b>Interpretasi</b>
<b>0</b>	Tidak Berkorelasi
<b>0.01 s/d 0.20</b>	Sangat Rendah
<b>0.21 s/d 0.40</b>	Rendah
<b>0.41 s/d 0.60</b>	Agak Rendah
<b>0.61 s/d 0.80</b>	Cukup
<b>0.81 s/d 0.99</b>	Tinggi
<b>1</b>	Sangat Tinggi

**Tabel 2.6** Interpretasi dari nilai R negatif

<b>R</b>	<b>Interpretasi</b>
<b>0</b>	Tidak Berkorelasi
<b>-0.01 s/d -0.20</b>	Sangat Rendah
<b>-0.21 s/d -0.40</b>	Rendah
<b>-0.41 s/d -0.60</b>	Agak Rendah
<b>-0.61 s/d -0.80</b>	Cukup
<b>-0.81 s/d -0.99</b>	Tinggi
<b>-1</b>	Sangat Tinggi

### **II.5.2 Root Mean Square Error (RMSE)**

Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) diperoleh dengan cara menghitung nilai akar dari rata – rata kuadrat dari nilai kesalahan yang menggambarkan selisih antara data observasi dengan nilai hasil prediksi. Dapat di hitung dengan persamaan (Halide, 2009) :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i Y_i)^2}{n}} \quad (2.12)$$

Dengan:

$X_i$  = data observasi

$Y_i$  = data prediksi

$n_i$  = jumlah data