

SKRIPSI GEOFISIKA

**PEMODELAN RISIKO TERINFEKSI SEBARAN AEROSOL SARS-CoV-2
DI SUPERMARKET AKIBAT PENGARUH LINGKUNGAN**



Disusun dan diajukan oleh:

MIFTAH KHAERUNNISA

H061 17 1311

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

SKRIPSI GEOFISIKA

**PEMODELAN RISIKO TERINFEKSI SEBARAN AEROSOL SARS-CoV-2
DI SUPERMARKET AKIBAT PENGARUH LINGKUNGAN**



Disusun dan diajukan oleh:

MIFTAH KHAERUNNISA

H061 17 1311

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

HALAMAN JUDUL

**PEMODELAN RISIKO TERINFEKSI SEBARAN AEROSOL VIRUS
SARS-CoV-2 DI SUPERMARKET AKIBAT PENGARUH LINGKUNGAN**

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Program Pendidikan Sarjana, Departemen Geofisika Ini

Telah Disetujui Oleh Tim Pembimbing Pada Tanggal

Seperti Tertera di Bawah Ini

Oleh:

MIFTAH KHAERUNNISA

H061 17 1311

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

HALAMAN PENGESAHAN

PEMODELAN RISIKO TERINFEKSI SEBARAN AEROSOL SARS-CoV-2
DI SUPERMARKET AKIBAT PENGARUH LINGKUNGAN

Disusun dan diajukan oleh:

MIFTAH KHAERUNNISA

H061171311

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

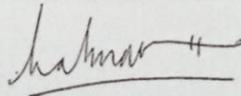
Pada tanggal 13 Agustus 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

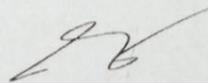
Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

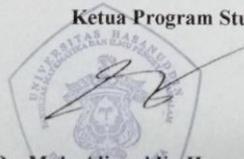


Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc
NIP. 196303151987101001



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 : Miftah Khaerunnisa

NIM : H061171311

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

“PEMODELAN RISIKO TERINFEKSI SEBARAN AEROSOL VIRUS SARS-CoV-2 DI SUPERMARKET 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, Agustus 2021

Yang menyatakan


MIFTAH KHAERUNNISA

Sari Bacaan

Virus SARS-COV-2 merupakan virus yang dapat menyebar dengan cara dihirup langsung atau ditularkan melalui aerosol. Tujuan dari penelitian ini adalah Memodelkan pengaruh lingkungan terhadap risiko terpapar covid dan Melakukan korelasi antara risiko hasil model dengan risiko observasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode *Stepwise* dengan menggunakan model *multiple linear regression* dengan menghitung korelasi pearson (R) dan RMSE (*Root Mean Square Error*). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa prediktor yang paling signifikan adalah Jarak. Dan dari hasil analisis dapat diperoleh bahwa pada kerapatan 0.25 orang/m² dengan 100 kasus memiliki nilai korelasi 0.904, pada 500 kasus memiliki nilai korelasi 0.828, dan pada 1000 kasus memiliki 0.822, lalu pada kerapatan 0.5 orang/m² dengan 100 kasus memiliki nilai korelasi 0.901, pada 500 kasus memiliki nilai korelasi 0.832, dan pada 1000 kasus memiliki 0.826, kemudian pada kerapatan 0.75 orang/m² dengan 100 kasus memiliki nilai korelasi 0.902, pada 500 kasus memiliki nilai korelasi 0.835, dan pada 1000 kasus memiliki 0.833. bahwa pada kerapatan 1 orang/m² dengan 100 kasus memiliki nilai korelasi 0.904, pada 500 kasus memiliki nilai korelasi 0.838, dan pada 1000 kasus memiliki 0.838

Kata Kunci: Virus SARS-CoV-2, Suhu, RH, Indeks UV, Durasi, Jarak, Ventilasi, *Exhalation Mask*, Prevalensi, *Inhalation Mask*, *Multiple Linear Regression*.

ABSTRACT

The SARS-CoV-2 virus is a virus that can be spread by direct inhalation or transmitted through aerosols. The purpose of this study is to model the influence of the environment on the risk of exposure to covid and to correlate the risk of the model results with the risk of observation. The method used in this study is the Stepwise Method using multiple linear regression models by calculating the Pearson correlation (R) and RMSE (Root Mean Square Error). From the results of the study, it was found that the most significant predictor was distance. And from the results of the analysis it can be obtained that at a density of 0.25 people/m² with 100 cases it has a correlation value of 0.904, in 500 cases it has a correlation value of 0.828, and in 1000 cases it has 0.822, then at a density of 0.5 people/m² with 100 cases it has a correlation value of 0.901. , in 500 cases it has a correlation value of 0.832, and in 1000 cases it has 0.826, then at a density of 0.75 people/m² with 100 cases it has a correlation value of 0.902, in 500 cases it has a correlation value of 0.835, and in 1000 cases it has 0.833. that at a density of 1 person/m² with 100 cases it has a correlation value of 0.904, in 500 cases it has a correlation value of 0.838, and in 1000 cases it has 0.838

Keywords: SARS-CoV-2 Virus, Temperature, RH, UV Index, Duration, Distance, Ventilation, Exhalation Mask, Prevalence, Inhalation Mask, Multiple Linear Regression.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaykum Wa Rahmatullaahi Wa Barakaatuuh.

Alhamdulillahirabbil'alamiin. Tidak ada kata yang paling layak penulis ucapkan selain kalimat syukur ini kepada ﷻ *Subhanahu Wa Ta'ala.* Tuhan semesta alam yang dengan segala Rahman dan Rahim-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Pemodelan Risiko Terinfeksi Sebaran Aerosol Virus SARS-CoV-2 di Supermarket Akibat Pengaruh Lingkungan**”. Shalawat dan Salam tidak luput untuk selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad ﷺ, keluarga, para sahabat beliau dan pengikutnya yang senantiasa mengikuti sunnah beliau hingga akhir zaman.

Terima kasih penulis ucapkan kepada kedua orangtua penulis, Ayahanda **Idham Ali** dan Ibunda **Irmawati Kadir** yang senantiasa mendoakan, mendukung, dan memberikan dorongan, semangat, cinta dan kasih sayang kepada penulis hingga menjadi seperti sekarang ini. Dalam penulisan skripsi tugas akhir ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada banyak pihak yang telah membantu penulis dalam bentuk apapun, dalam tindak sekecil apapun, antara lain kepada:

1. Kepada Bapak **Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc.** dan Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M. Eng.** selaku tim pembimbing. Terimakasih atas segala waktu, ilmu, nasehat dan segala hal yang diluangkan untuk penulis, hingga akhirnya penulis mampu menyelesaikan skripsi tugas akhir ini.
2. Kepada Bapak **Dr. Sakka, M.Si.** dan Bapak **Drs. Hasanuddin, M.Si.** selaku tim penguji. Terimakasih atas kritik dan saran yang akhirnya membantu lahirnya segala tulisan yang ada dalam skripsi ini.

3. Kepada Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng.** selaku Ketua Departemen Geofisika, serta seluruh staf Departemen Geofisika, Departemen Fisika, dan Staf Fakultas MIPA yang telah membantu dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik, terkhusus selama pengurusan penelitian ini. Terimakasih.
4. Kepada Bapak **Dr. Sakka, M.Si.** selaku Penasehat Akademik penulis. Terimakasih atas nasehat, motivasi dan segala kebaikan. Serta kepada dosen-dosen yang telah mendedikasikan waktunya sebagai pengajar. Terimakasih atas ilmu yang tidak akan pernah sia-sia kalian ajarkan. Semoga menjadi amal jariah untuk kehidupan akhirat.
5. Kepada **Nur Darmayanthi, Gebrina Rezki, Indra Fermanto,** dan **Mardiano Putra,** selaku teman seperjuangan dalam mengerjakan tugas akhir yang telah membantu dalam menyelesaikan masalah-masalah yang muncul dalam setiap pengerjaan penelitian ini.
6. Kepada teman-teman **Himafi 2017** yang telah menemani penulis dari awal perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik. Semua kenangan dan cerita akan menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis yang tidak akan terlupakan
7. serta **keluarga** dan **kerabat** yang senantiasa mendukung, mendoakan, dan mendorong penulis untuk tidak lengah menyelesaikan perjalanan ini.

Terimakasih. Skripsi ini tidak mungkin selesai jika hanya campur tangan Penulis sendirian. Semoga Allah merahmati kita dalam kebaikan-kebaikan ikhlas kita. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis. Mengingat

keterbatasan penulis sebagai manusia biasa, kritik dan saran akan sangat membantu untuk mengembangkan kemampuan penulis dalam menyusun hasil penelitian di kemudian hari. Teruslah menebar kebaikan dan tak perlu menunggu jadi baik untuk menebar kebaikan.

Wassalamu'alaykum Wa Rahmatullaahi Wa Barakaatuuh

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
SARI BACAAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.4 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1 SARS-CoV-2.....	4
II.2 Droplet.....	7

II.3 Supermarket.....	9
II.4 Faktor-Faktor Lingkungan	
II.4.1 Ventilasi.....	10
II.4.2 Masker.....	13
II.4.3 Faktor Meteorologi.....	16
II.4.4 <i>Social Distancing</i>	22
II.5 Wells-Riley.....	23
II.6 Prevalensi	29
II.7 Model <i>Multiple Regression</i> (MR)	29
II.7.1 Uji Signifikan	32
II.7.2 Koefisien Regresi Baku (<i>Standardized Regression Coefficient</i>).....	32
II.8 Verifikasi Prediksi.....	33
II.8.1 Korelasi Pearson.....	34
II.8.2. <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Alat.....	36
III.2 Prosedur Penelitian.....	36
III.2.1 Tahap Persiapan dan Pengumpulan Data.....	36

III.2.2 Tahap Pengolahan Data.....	36
III.3 Bagan Alir	40
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Hasil.....	41
IV.1.1 Pengaruh Prediktor (Faktor Lingkungan) terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Supermarket	41
IV.1.1.1 Grafik Pengaruh Suhu terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Supermarket.....	41
IV.1.1.2 Grafik Pengaruh Kelembaban terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Supermarket.....	43
IV.1.1.3 Grafik Pengaruh Indeks UV terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di Supermarket.....	45
IV.1.1.4 Grafik Pengaruh Jarak terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Supermarket.....	47
IV.1.1.5 Grafik Pengaruh Ventilasi terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Supermarket.....	49
IV.1.1.6 Grafik Pengaruh <i>Exhalation Mask</i> terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Supermarket.....	51
IV.1.1.7 Grafik Pengaruh Prevalensi terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Supermarket.....	53
IV.1.1.8 Grafik Pengaruh <i>Inhalation Mask</i> terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di dalam Supermarket.....	55
IV.1.1.9 Grafik Pengaruh Kerapatan Terhadap Risiko Terinfeksi di Supermarket.....	57
IV.1.2 Nilai Prediktor Signifikan terhadap Terinfeksi SARS-CoV-2 di dalam Supermarket	
IV.1.2.1 Nilai Prediktor Signifikan di 100 kasus.....	58

IV.1.2.2 Nilai Prediktor Signifikan di 500 kasus.....	59
IV.1.2.3 Nilai Prediktor Signifikan di 1000 kasus.....	60
IV.1.3 Model Prediksi Kemungkinan Infeksi di Supermarket	
IV.1.3.1 Model prediksi Kemungkinan Infeksi di Supermarket untuk 100 Kasus	61
IV.1.3.2 Model prediksi Kemungkinan Infeksi di Supermarket untuk 500 Kasus	64
IV.1.3.3 Model prediksi Kemungkinan Infeksi di Supermarket untuk 1000 Kasus	66
IV.1.4 Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi	
IV.1.4.1 Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 100 Kasus	68
IV.1.4.2 Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 500 Kasus	70
IV.1.4.3 Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi untuk 1000 Kasus	72
IV.2 Pembahasan	
IV.2.1 Pengaruh Prediktor (Faktor-Faktor Lingkungan) terhadap Risiko Terinfeksi Aerosol SARS-CoV-2 di Supermarket.....	73
IV.2.2 Verifikasi Model	75

BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan.....	78
V.2 Saran	78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	SARS-CoV-2 <i>quanta emission rate</i> untuk kegiatan yang berbeda-beda	28
Tabel 2.2	<i>Volumetric breathing rate</i>	28
Tabel 2.3	Interpretasi dari Nilai R positif (hubungan searah).....	34
Tabel 2.4	Interpretasi dari Nilai R negatif (hubungan berlawanan).....	35
Tabel 4.1	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	42
Tabel 4.2	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	42
Tabel 4.3	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	43
Tabel 4.4	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 1 orang/m ²	43
Tabel 4.5	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	44
Tabel 4.6	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	44
Tabel 4.7	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	45
Tabel 4.8	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 1 orang/m ²	45
Tabel 4.9	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	46
Tabel 4.10	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	46
Tabel 4.11	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	47
Tabel 4.12	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 1 orang/m ²	47

Tabel 4.13	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	48
Tabel 4.14	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	48
Tabel 4.15	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	49
Tabel 4.16	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 1 orang/m ²	49
Tabel 4.17	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	50
Tabel 4.18	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	50
Tabel 4.19	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	51
Tabel 4.20	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 1 orang/m ²	51
Tabel 4.21	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	52
Tabel 4.22	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	52
Tabel 4.23	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	53
Tabel 4.24	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 1 orang/m ²	53
Tabel 4.25	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	54
Tabel 4.26	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	54
Tabel 4.27	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	55
Tabel 4.28	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 1 orang/m ²	55

Tabel 4.29	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	56
Tabel 4.30	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	56
Tabel 4.31	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	57
Tabel 4.32	Nilai Kemungkinan Terinfeksi dengan Kerapatan 1 orang/m ²	57
Tabel 4.33	Nilai Kemungkinan Terinfeksi terhadap Kerapatan suatu Supermarket.....	58
Tabel 4.34	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	58
Tabel 4.35	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	58
Tabel 4.36	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	58
Tabel 4.37	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 1 orang/m ²	58
Tabel 4.38	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	59
Tabel 4.39	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	59
Tabel 4.40	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	59
Tabel 4.41	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 1 orang/m ²	59
Tabel 4.42	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.25 orang/m ²	60
Tabel 4.43	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.5 orang/m ²	60
Tabel 4.44	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 0.75 orang/m ²	61

Tabel 4.45	Nilai Prediktor Signifikan dengan Kerapatan 1 orang/m ²	61
-------------------	--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi tiga lapis masker bedah untuk mencegah tetesan mikro-aerosol yang mengandung virus menular.....	16
Gambar 2.2 Grafik sebaran kasus terinfeksi dengan indeks UV	21
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	42
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Kelembaban Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	44
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Indeks UV Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	46
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Jarak Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	48
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Ventilasi Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	50
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh <i>Exhalation Mask</i> Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	52
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Prevalensi Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	54
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh <i>Inhalation Mask</i> Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	56
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Kerapatan Terhadap Risiko Terinfeksi (a) Kerapatan 0.25 orang/m ² ; (b) Kerapatan 0.5 orang/m ² ; (c) Kerapatan 0.75 orang/m ² ; (d) Kerapatan 1 orang/m ²	57

- Gambar 4.10** Model Prediksi Kemungkinan Infeksi pada 100 kasus dengan (a) Kerapatan 0.25 orang/m²; (b) Kerapatan 0.5 orang/m²; (c) Kerapatan 0.75 orang/m²; (d) Kerapatan 1 orang/m²..... 63
- Gambar 4.11** Model Prediksi Kemungkinan Infeksi pada 500 kasus dengan (a) Kerapatan 0.25 orang/m²; (b) Kerapatan 0.5 orang/m²; (c) Kerapatan 0.75 orang/m²; (d) Kerapatan 1 orang/m²..... 65
- Gambar 4.12** Model Prediksi Kemungkinan Infeksi pada 1000 kasus dengan (a) Kerapatan 0.25 orang/m²; (b) Kerapatan 0.5 orang/m²; (c) Kerapatan 0.75 orang/m²; (d) Kerapatan 1 orang/m²..... 67
- Gambar 4.13** Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi pada 100 kasus dengan (a) Kerapatan 0.25 orang/m²; (b) Kerapatan 0.5 orang/m²; (c) Kerapatan 0.75 orang/m²; (d) Kerapatan 1 orang/m².....69
- Gambar 4.14** Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi pada 500 kasus dengan (a) Kerapatan 0.25 orang/m²; (b) Kerapatan 0.5 orang/m²; (c) Kerapatan 0.75 orang/m²; (d) Kerapatan 1 orang/m².....71
- Gambar 4.15** Diagram Tebar Data Observasi dan Data Prediksi pada 1000 kasus dengan (a) Kerapatan 0.25 orang/m²; (b) Kerapatan 0.5 orang/m²; (c) Kerapatan 0.75 orang/m²; (d) Kerapatan 1 orang/m².....72

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar belakang

Menurut Seres et. al (2020) Penularan COVID-19 terjadi melalui tetesan bermuatan SARS-CoV-2 dan partikel aerosol yang dihirup secara langsung atau ditularkan dari permukaan yang terkontaminasi. Langkah-langkah mitigasi yang efektif membutuhkan pemahaman yang jelas tentang pengangkutan tetesan dan aerosol, retensi permukaan, dan kinetika penguapan di lingkungan dan kondisi yang berbeda. Aerosol dihasilkan selama pernafasan, berbicara, batuk, bersin, dan aktivitas lainnya.

Menurut Anis, et. al (2020) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara iklim dan penyebaran sertifikasi kuman, dan virus penyebab penyakit, terutama untuk penyakit malaria yang hanya menyebar pada kondisi cuaca tertentu dalam hal suhu dan kelembaban. Tidak ada keraguan bahwa ada banyak penyakit yang penyebarannya berhubungan dengan musim tertentu. Hal ini juga diketahui bahwa flu biasa meningkat di acara dingin daripada di acara tropis panas.

Menurut Seres et. al (2020) mengatakan bahwa Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit di AS merekomendasikan untuk menutupi wajah seseorang di depan umum di mana menjaga jarak yang aman tidak memungkinkan. Namun, otoritas Denmark dan Norwegia, antara lain, dengan tegas tidak merekomendasikan penggunaan masker wajah bagi orang sehat. Organisasi Kesehatan Dunia menyesuaikan posisinya selama wabah, sekarang mengakui

bahwa masker dapat membatasi penyebaran virus meskipun penggunaannya saja tidak memberikan perlindungan yang memadai.

Menurut Abugehazy, et. al (2020) Di lingkungan dalam ruangan, beberapa partikel yang dihasilkan keluar dari sistem melalui ventilasi, beberapa mengendap di permukaan dalam ruangan dan mungkin mengendap atau masuk kembali ke udara, dan yang lainnya mungkin langsung terhirup. Kepentingan utama untuk tindakan mitigasi adalah memaksimalkan fraksi partikel yang keluar dari sistem dan meminimalkan pengendapan aerosol pada manusia untuk mengurangi penularan penyakit.

Menurut Loomans et. al (2020) Untuk lingkungan dalam ruangan, rute transmisi udara adalah sesuatu yang dapat dipengaruhi oleh sistem penanganan udara yang ada di gedung. Ventilasi dan aliran udara di dalam ruangan dapat mencegah pathogen menginfeksi seseorang atau membatasi risikonya. Oleh karena itu, dibutuhkan model untuk memperkirakan risiko infeksi. Ada satu model yang telah digunakan terutama untuk memperkirakan risiko infeksi selama beberapa dekade, yaitu Persamaan Wells-Riley.

Dengan demikian dilakukan penelitian yang berkaitan dengan resiko terinfeksi penyakit COVID-19 melalui aerosol di Supermarket dengan memperhatikan pengaruh faktor-faktor lingkungan berupa penggunaan masker, penerapan *physical distancing*, kondisi ventilasi ruang dan jumlah orang yang terinfeksi untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap penularan di supermarket dengan menggunakan persamaan Wells-Riley

I.2 Rumusan Masalah

Mengenai rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana model pengaruh lingkungan terhadap risiko terpapar virus ?
2. Bagaimana korelasi antara risiko hasil model dengan risiko observasi ?

I.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini dibatasi menggunakan data simulasi di supermarket seperti penerapan *physical distancing*, penggunaan masker, kondisi ventilasi, kondisi meteorologi dan prevalensi di supermarket dengan menggunakan persamaan Wells-Riley

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memodelkan pengaruh lingkungan terhadap risiko terpapar covid
2. Melakukan korelasi antara risiko hasil model dengan risiko observasi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 SARS-CoV-2

Ada semakin banyak bukti bahwa penyebaran virus corona SARS-CoV-2 melalui aerosol, yaitu partikel kecil di udara dan tetesan mikro dalam kisaran ukuran hingga diameter 5 μm , merupakan jalur penularan COVID-19 yang signifikan. Studi kasus di seluruh dunia menunjukkan bahwa SARSCoV-2 memiliki tingkat kelangsungan hidup yang layak di udara, dan tetap di udara selama beberapa jam. Pusat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Eropa (*European Center for Disease Prevention and Control - ECDC*) menyatakan bahwa COVID-19 terutama ditularkan melalui tetesan pernapasan yang mengandung virus SARS-CoV-2 (yaitu berdiameter lebih besar dari 5 μm), sementara aerosol terlibat dalam penularan, tetapi peran relatif dari tetesan dan aerosol masih belum jelas. Lebih lanjut, ECDC menggarisbawahi tingginya *viral load* pada pasien yang mendekati gejala awal, yang menunjukkan bahwa pasien COVID-19 relatif menular pada tahap awal infeksi. Temuan untuk SARS-CoV-1 dan SARS-CoV-2 menunjukkan penyebaran aerosol sebagai faktor penting dalam penularan penyakit dalam ruangan. Hal ini konsisten dengan kemungkinan penyebaran penyakit di dalam ruangan hampir 20 kali lebih tinggi dibandingkan dengan penyebaran penyakit di luar ruangan. Banyak penelitian tentang penyebaran virus, termasuk *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV)*, *Respiratory Syncytial Virus (RSV)*, dan influenza, membenarkan bahwa virus yang hidup dalam aerosol dipancarkan oleh subjek yang terinfeksi, dan telah terdeteksi di lingkungannya,

dari mana Morawska dan Milton (2020) menyimpulkan bahwa orang menghirup virus aerosol, mengakibatkan infeksi dan penyakit (J, et al., 2020).

Penyakit COVID-19 disebabkan oleh virus korona SARS-CoV-2, dengan lebih dari 5 juta infeksi yang diketahui pada Mei 2020 di seluruh dunia. Tingkat keparahan penyakit berkisar dari tanpa gejala hingga penyakit yang mengancam jiwa, dengan lebih dari 300.000 kematian dilaporkan secara global hingga saat ini. Untuk SARS-CoV-2, penularan melalui tetesan besar, kebersihan tangan yang baik, dan jarak sosial sebagian besar telah ditekankan selama kuartal pertama tahun 2020. Selama April 2020, kemungkinan penularan melalui udara telah dibahas dalam berbagai komunikasi penelitian yang memberikan argumentasi yang mendalam tentang kemungkinan penularan melalui udara dengan keterkaitan yang sama dengan kasus-kasus pra-gejala. Kepentingan relatif dari mekanisme penularan untuk virus yang berbeda merupakan pertanyaan penelitian terbuka (Vuorinen, et al., 2020).

Untuk SARS-CoV-2, sebuah artikel terbaru menghitung kontribusi relatif terhadap angka reproduksi dasar R_0 selama fase awal epidemi di China. Artikel tersebut melaporkan penularan dari individu yang pra-gejala (46%), bergejala (32%) atau tanpa gejala (10%), dan dari lingkungan (6%) dengan dua yang terakhir kurang dikonfirmasi. Penularan semacam itu mengacu pada tetesan yang awalnya kecil atau tetesan yang lebih besar yang langsung mengering di luar mulut menjadi inti tetesan kecil / ringan. Inti tetesan ini dapat bertahan di udara seperti aerosol atau partikel lain yang cukup kecil (Vuorinen, et al., 2020).

Secara umum, telah dipahami dengan baik bahwa penularan melalui kontak dekat memainkan peran penting dalam penyebaran penyakit menular. Secara khusus, risiko infeksi dipengaruhi oleh jumlah kontak bersama dengan faktor-faktor lain seperti jarak manusia-manusia atau jenis dan durasi kontak itu sendiri. Hal ini diakui dengan baik untuk pandemi influenza dan khususnya dalam kasus varicella dan parvovirus, serta untuk SARS-CoV-1. Coronavirus dikenal sebagai patogen hewan yang penting dan juga merupakan penyebab flu biasa pada manusia. Dalam 20 tahun terakhir, gambarannya telah berubah ketika tiga wabah utama penyakit pernapasan parah disebabkan oleh virus corona. Pada tahun 2002 dan 2003, wabah global *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS) menarik perhatian pada potensi pandemi virus corona baru. SARS menyebabkan 8.096 kasus yang diketahui dan 774 kematian sebelum wabah dikendalikan dalam waktu kurang dari setahun melalui tindakan karantina yang ketat. Sepuluh tahun kemudian, *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS) muncul, bahkan lebih mengkhawatirkan karena tingkat kematian kasus yang tinggi. MERS tidak ditularkan secara efisien dari orang ke orang, dan jumlah kasusnya tetap rendah. Setelah dua wabah yang agak terbatas ini, SARS-CoV-2 kembali mengejutkan dunia dengan penularan patogen yang tinggi (Vuorinen, et al., 2020).

Pedoman internasional telah ditetapkan untuk mempromosikan keamanan ruang publik dalam ruangan selama pandemi saat ini. Bukti sebelumnya untuk SARS-CoV-1 menunjukkan bahwa aerosol yang sarat virus dapat ditularkan dalam ruang berventilasi. Faktanya, organisasi internasional seperti *Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations* (REHVA) dan *The*

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) baru-baru ini telah mempertimbangkan kemungkinan penyebaran melalui udara dari SARS-CoV (Vuorinen, et al., 2020).

II.2 Droplet

Penularan penyakit pernafasan terjadi melalui tetesan ekspirasi yang dihasilkan oleh batuk, bersin, berbicara, bernyanyi dan tertawa. Pernafasan manusia mengandung tetesan dalam kisaran 0,01–1000 μm . Komunitas penyakit menular medis membagi droplet menjadi dua kelas: droplet yang berdiameter lebih besar dari 5–10 μm diklasifikasikan sebagai droplet pernafasan, sedangkan droplet yang lebih kecil dari 5 μm disebut aerosol. Tetesan dianggap jatuh dengan cepat ke lantai yang dekat dengan sumbernya, sedangkan aerosol diharapkan tetap berada di udara untuk waktu yang lama. Batas antara tetesan pernafasan dan aerosol agak sewenang-wenang: dalam praktiknya, tetesan yang lebih besar dari 5 μm dapat tetap dalam suspensi untuk waktu yang lama sehingga memungkinkannya untuk disirkulasi kembali di dalam atau dikeluarkan dari ruangan (Bhagat, et al., 2020).

Penularan melalui udara terjadi ketika seseorang terpapar beban infeksi aerosol yang sarat patogen. Tetesan dan bio-aerosol yang dihasilkan karena peristiwa ekspirasi kasar yang terputus-putus seperti batuk dan bersin telah menarik banyak perhatian. Namun, dalam keadaan normal, jumlah kumulatif bio-aerosol yang dihasilkan oleh kejadian sesekali batuk dan bersin dengan frekuensi rendah yang terputus-putus jauh lebih sedikit daripada bernapas dan berbicara. Dibandingkan dengan orang yang batuk sesekali setiap menit, pada periode yang sama tindakan

bernapas atau berbicara sederhana menghasilkan 10 kali jumlah udara yang dihembuskan. Selain itu, bukti terbaru menunjukkan bahwa penularan asimtomatik / *presymptomatic airborne*, terutama di lingkungan dalam ruangan yang padat, tidak dapat dikesampingkan (Bhagat, et al., 2020).

Infektivitas pasien COVID-19 memuncak sebelum timbulnya gejala, dan mencegah penularan presimptomatik dan asimtomatik adalah kunci untuk menahan penyebaran virus. Pada tahap awal penyakit, gejala saluran pernapasan bagian atas dan adanya konsentrasi tinggi virus SARS-CoV-2 dalam cairan mulut adalah hal biasa, mendukung temuan terbaru yang mengidentifikasi tetesan bicara sebagai penyebab potensial penularan. Percakapan menghasilkan rentang yang luas (submikron hingga $100\ \mu\text{m}$) sedangkan Sebagian besar partikel aerosol dalam nafas yang dihembuskan adalah $<5\ \mu\text{m}$. Namun, viral load yang terkait dengan ukuran aerosol yang berbeda tidak diketahui, membuat perkiraan infektivitas, yang diperlukan sangat sulit (Bhagat, et al., 2020).

Ketika tetesan dihembuskan, mereka menguap pada tingkat yang tergantung pada ukuran dan komposisi tetesan, dan kelembaban relatif dan suhu udara. Redrow dkk. (2011) membandingkan waktu penguapan dan ukuran inti yang dihasilkan dari model sputum, larutan garam dan tetesan air. Mereka menunjukkan bahwa tetesan dahak yang mengandung protein, lipid, karbohidrat, garam dan air meninggalkan inti yang lebih besar daripada larutan garam. Mereka juga menghitung skala waktu penguapan tetesan air pada suhu kamar, untuk kelembaban relatif antara 0% hingga 80%, menjadi 0,1–1 detik untuk tetesan kurang dari $10\ \mu\text{m}$ dan 7–40 detik untuk $100\ \mu\text{m}$ tetesan. Oleh karena itu,

diharapkan tetesan yang lebih besar dari 100 μm mengendap di lantai atau permukaan lain di dekatnya, sementara tetesan yang lebih kecil dari sekitar 10 μm cenderung membentuk inti dan diangkut sebagai skalar pasif.

Ukuran akhir tetesan pernafasan tergantung pada banyak faktor termasuk ukuran awal, kandungan non-volatil, kelembaban relatif, suhu, aliran ventilasi, dan waktu tinggal tetesan. Marr dkk. (2019) memberikan ukuran keseimbangan untuk droplet pernafasan model berukuran 10 μm yang mengandung 9 mg ml⁻¹ NaCl, 3 mg ml⁻¹ protein dan 0,5 mg ml⁻¹ surfaktan menjadi 2,8 dan 1,9 μm pada kelembaban relatif 90% dan <64 %, masing-masing (Bhagat, et al., 2020).

II.3 Supermarket

Berdasarkan Peraturan Presiden RI nomor 112 tahun 2007 menyatakan bahwa Toko Swalayan adalah toko dengan sistem pelayanan mandiri, menjual berbagai jenis barang secara eceran yang berbentuk minimarket, supermarket, departement store, hypermarket ataupun grosir yang berbentuk Perkulakan. Supermarket dan Department Store Tidak boleh berlokasi pada sistem jaringan jalan lingkungan; dan Tidak boleh berada pada kawasan pelayanan lingkungan di dalam kota/perkotaan.

Luas lantai penjualan Toko Swalayan sebagai berikut (PP no.112 th 2007):

- a. Minimarket: kurang dari 400 m² (empat ratus meter persegi);
- b. Supermarket: 400 m² (empat ratus meter persegi) sampai dengan 5.000 m² (lima ribu meter persegi);
- c. Departement Store: diatas 400 m² (empat ratus meter persegi);

- d. Hypermarket: diatas 5.000 m² (lima ribu meter persegi);
- e. Perkulakan diatas 5.000 m² (lima ribu meter persegi).

Sistem penjualan dan jenis barang dagangan yang diterapkan pada Toko Swalayan (PP no.112 th 2007):

- a. Minimarket, Supermarket dan Hypermarket menjual secara eceran berbagai jenis barang konsumsi terutama produk makanan dan/atau produk rumah tangga lainnya yang dapat berupa bahan bangunan, furniture, dan elektronik;
- b. Department Store menjual secara eceran berbagai jenis barang konsumsi terutama produk sandang dan perlengkapannya dengan penataan berdasarkan jenis kelamin dan/atau tingkat usia konsumen; dan
- c. Perkulakan menjual secara grosir berbagai jenis barang konsumsi.

Jam kerja Hypermarket, Department Store dan Supermarket adalah sebagai berikut (PP no.112 th 2007):

- a. Untuk hari Senin sampai dengan Jumat, pukul 10.00 sampai dengan pukul 22.00 waktu setempat.
- b. Untuk hari Sabtu dan minggu, pukul 10.00 sampai dengan pukul 23.00 waktu setempat.

II.4 Faktor-Faktor Lingkungan

II.4.1 Ventilasi

Florence Nightingale, lahir 200 tahun yang lalu tahun ini, mengatakan bahwa 'persyaratan pertama di rumah sakit adalah bahwa ia tidak boleh menyakiti orang sakit'. Dia merekomendasikan bangsal harus memiliki langit-langit tinggi, cahaya alami dan berventilasi baik, prinsip-prinsip yang memandu desain 'bangsal

Nightingale' di rumah sakit Inggris selama sebagian besar abad. Dan, sementara masih kontroversial bahwa SARS-CoV-2, virus yang menyebabkan COVID-19, dapat disebarkan melalui transmisi udara, tempat-tempat yang berventilasi buruk dianggap berisiko tinggi dan, berdasarkan prinsip kehati-hatian, saran saat ini adalah agar bangunan berventilasi sebaik mungkin. Dengan mendeksatnya musim dingin dan cuaca yang lebih dingin di Belahan Bumi Utara, di mana sekitar 90% populasi dunia tinggal, terdapat ketegangan yang jelas antara persyaratan ini dan kemampuan untuk menjaga kenyamanan termal dalam gedung tanpa konsumsi energi yang berlebihan. Sejak krisis minyak pada tahun 1973, dan dengan meningkatnya kekhawatiran atas emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim, fokus studi tentang ventilasi bangunan adalah pada efisiensi energi dan kenyamanan penghuni. Hal ini, dan standar konstruksi yang secara umum ditingkatkan, telah menghasilkan bangunan yang lebih ketat dan strategi ventilasi khusus seperti ventilasi mode campuran (sebagian ventilasi alami, sebagian ventilasi mekanis) untuk mengurangi biaya lingkungan dari penyejuk udara di musim panas. Selama beberapa tahun terakhir telah ada kekhawatiran tentang dampak kesehatan dari polusi udara dan, sebagai akibatnya, telah terjadi pergeseran pertimbangan tingkat polusi di dalam ruangan, yang diambil dengan suhu dan kelembaban relatif yang merupakan kualitas udara dalam ruangan (diketahui sebagai IAQ) (Bhagat, et al., 2020)..

Pergeseran penekanan ini telah mengemukakan selama pandemi COVID-19 saat ini, didorong oleh kemungkinan aerosol menular dibawah ke sekitar gedung oleh sistem ventilasi. Sejumlah wabah di ruang padat dalam ruangan tertutup seperti

kantor, gereja, restoran, resor ski, pusat perbelanjaan, asrama pekerja, kapal pesiar dan kendaraan menunjukkan bahwa penularan virus sangat efisien di jenis lingkungan dalam ruangan ini. Qian dkk. (2020) mempelajari 318 wabah COVID-19 dengan tiga atau lebih kasus penularan, dan semuanya kecuali satu, penularan virus terjadi di ruang dalam ruangan. Park et al. (2020) melaporkan kejadian wabah COVID-19 di kantor call center di lantai sebelas di Korea Selatan di mana 43,5% penghuni (94 dari 216 orang) ditemukan terinfeksi; Namun, tingkat infeksi sekunder pada anggota rumah tangga dari pasien yang bergejala hanya 16,2%. Peningkatan tingkat penularan terjadi tidak hanya untuk bangunan, tetapi juga pada transportasi umum di mana orang mungkin berada di hadapan orang yang terinfeksi di ruang dalam ruangan yang ramai untuk jangka waktu yang relatif lama dan, oleh karena itu, terpapar partikel udara. Ada juga bukti jelas bahwa ventilasi yang buruk berkontribusi terhadap penyebaran penyakit melalui udara lainnya, seperti tuberkulosis dan SARS (Bhagat, et al., 2020)..

Tujuan utama dari ventilasi bangunan adalah untuk menyediakan udara segar untuk bernafas dan untuk menghilangkan panas dan kontaminan yang tidak diinginkan dari suatu ruangan. Di musim dingin, ada sedikit panas yang tidak diinginkan dan persyaratan utamanya adalah menyediakan udara segar, tingkat yang direkomendasikan industri adalah 10 liter per detik per orang (l.s.p.). Di musim panas, aliran ini umumnya tidak cukup untuk menghilangkan panas yang dihasilkan di dalam ruangan oleh penghuni, peralatan dan tenaga surya, dan tingkat ventilasi yang lebih tinggi atau pendinginan mekanis sering di gunakan, terutama di bangunan modern (Bhagat, et al., 2020)..

Pentingnya ventilasi dinyatakan dalam persamaan Wells – Riley, yang menyatakan bahwa probabilitas P transmisi udara dari agen infeksi di dalam ruangan adalah (Bhagat, et al., 2020).

$$P = \frac{n_I}{n_S} = 1 - \exp\left(-\frac{\Gamma t_S}{Q} \right) \quad (2.1)$$

di mana n_I adalah jumlah orang yang terinfeksi karena berada di dalam ruangan, n_S adalah jumlah orang yang rentan yang ada di ruangan selama periode t_S , n_E adalah jumlah orang yang memancarkan 'kuanta' menular (menggambarkan viral load rata-rata yang diperlukan untuk infeksi) pada laju γ_i (memberikan laju emisi total $\Gamma = \sum_{i=1}^{n_E} \gamma_i$), q adalah fluks volume rata-rata waktu udara yang dihembuskan per orang dan Q adalah fluks volume udara segar (tidak tercemar) yang memasuki ruangan. Ini mengasumsikan bahwa ventilasi seragam di seluruh ruang angkasa. Namun, seperti yang akan kita lihat, arus lokal dapat menjadi signifikan (Bhagat, et al., 2020).

II.4.2 Masker

Masker bedah sekali pakai banyak digunakan oleh pekerja medis, ilmuwan, dan masyarakat. Sejak munculnya pandemi COVID-19, permintaan masker meningkat karena orang percaya bahwa masker dapat melindungi diri dari infeksi virus. Struktur SMS (spunbond - meltbond - spunbond) diterapkan pada masker bedah sekali pakai untuk melindungi pengguna dari 98% bakteri dan untuk memaksakan hidrofobitas. SMS memiliki tingkat perlindungan tertinggi dan merupakan struktur kombinasi paling populer yang terdiri dari serat mikro 1–5 g m⁻² melt-

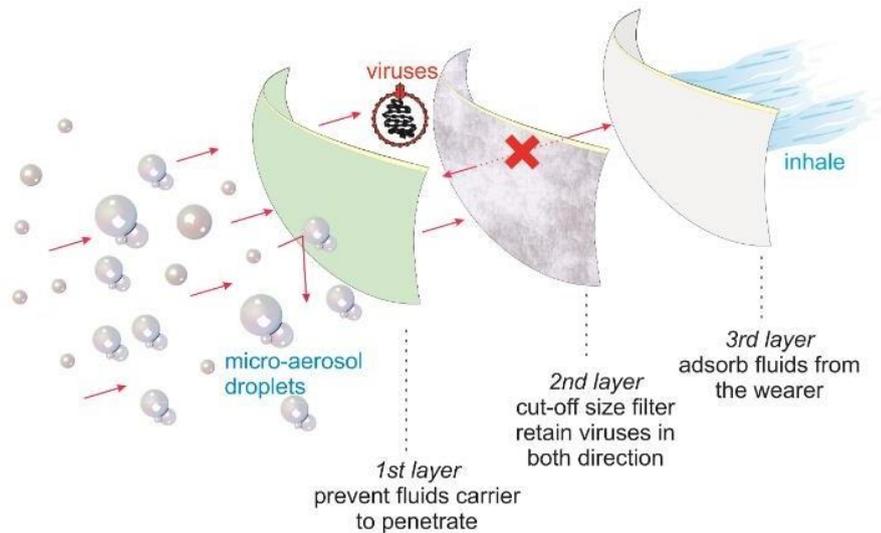
blown (MB), yang memiliki struktur berpori dan bernapas. Masker bedah terdiri dari lapisan tengah yang sangat halus dengan serat kaca ekstra halus atau serat mikro sintetis, yang dilapisi pada kedua sisinya oleh bahan nonwoven paralel atau diletakkan basah dengan ikatan akrilik. Berat lapisan tengah antara 10 dan 100 g m⁻², sedangkan ketebalan serat antara <1 dan ± 10µm. Setiap lapisan memiliki fungsi spesifik yang berbeda: lapisan tengah berfungsi sebagai filter, lapisan terluar bersifat hidrofobitas, dan lapisan terdalam berfungsi sebagai penyerap untuk menjebak tetesan yang berasal dari pengguna. Tiga lapisan masker bedah diharapkan dapat bekerja dengan membatasi transmisi partikel kecil dan patogen dari kedua arah [11]. Ilustrasi dari tiga lapisan masker bedah ditunjukkan pada Gambar II.1 (Wibisono, et al., 2020).

Para tenaga medis juga menggunakan N95 untuk melindungi diri yang memiliki efisiensi lebih baik dibandingkan dengan jenis masker lainnya, termasuk masker bedah biasa. Berdasarkan *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) 42 CFR Part 84, N95 sebenarnya didefinisikan sebagai alat bantu pernapasan, bukan masker. "N" berarti tidak tahan terhadap minyak, dan angka "95" menunjukkan bahwa ia memiliki 95% efisiensi filtrasi (FE) terhadap partikel NaCl dengan kisaran diameter partikel dari 0,1 hingga 0,3µm. Komponen struktural N95 terdiri dari lapisan luar, lapisan filter, dan lapisan dalam. Lapisan filter adalah kain filter yang dihasilkan dari nilon, katun, poliester, dan polipropilen. Diameter serat lapisan luar dan lapisan filter N95 berturut-turut adalah 27.07µm ± 3.64µm dan 2.79µm ± 0.95µm. Diameter serat mempengaruhi karakteristik filtrasi mekanisnya, karena serat yang lebih kecil membentuk ukuran

pori yang lebih kecil daripada serat yang lebih besar dengan ketebalan yang sama . Semakin kecil ukurannya, semakin tinggi pula filtrasi mekanisnya. Perbedaan struktural juga ditemukan antara masker bedah sekali pakai dan respirator N95. Masker bedah sekali pakai terdiri dari tumpukan kain terlipat yang longgar di wajah pengguna, sedangkan respirator N95 terdiri dari lapisan penyaringan dan pemasangan tepi yang rapat (Wibisono, et al., 2020).

Kekurangan global dari respirator N95 dan masker bedah biasa telah menggeser permintaan ke masker berbasis bahan rumah tangga yang lebih mudah diproduksi dan sekarang tersedia dalam jumlah banyak. Hal ini mendorong studi tentang efisiensi masker berbasis bahan rumah tangga. Bahan struktur dari jenis masker ini biasanya terbuat dari 100% katun, scarf, cotton mix, atau sarung bantal. Masker berbahan dasar bahan rumah tangga yang paling efisien berdasarkan efisiensi filtrasi dan penurunan tekanannya adalah masker kapas 100% dan masker berbasis sarung bantal. Penurunan tekanan menunjukkan kemampuan pengguna untuk bernafas saat mengenakan masker. Penurunan tekanan yang lebih tinggi berarti lebih sulit bagi pengguna untuk bernafas. Namun, menggandakan lapisan kapas masker tidak mempengaruhi efisiensi penyaringan secara signifikan tetapi menggandakan penurunan tekanan. Studi tersebut menyatakan bahwa data keseluruhan menunjukkan bahwa mungkin untuk memblokir sebagian virus atau bakteri menggunakan masker jenis ini. Namun, kinerja masker ini tidak sebanding dengan N95 bukan masker bedah sekali pakai. Kemajuan masker kain telah dilaporkan dengan menggabungkan bahan kain, misalnya, katun-sutra, katun-

sifon, dan kapas-flanel. Kombinasi tersebut meningkatkan efisiensi filtrasi hingga 80% (partikel <300 nm) dan 90% (> 300 nm partikel) (Wibisono, et al., 2020).



Gambar 2.1 Ilustrasi tiga lapis masker bedah untuk mencegah tetesan mikro-aerosol yang mengandung virus menular (Wibisono, et al., 2020)

II.4.3 Faktor Meteorologi

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara iklim dan penyebaran sertifikasi kuman, dan virus penyebab penyakit, terutama untuk penyakit malaria yang hanya menyebar pada kondisi cuaca tertentu dalam hal suhu dan kelembaban. Tidak ada keraguan bahwa ada banyak penyakit yang penyebarannya berhubungan dengan musim tertentu. Hal ini juga diketahui bahwa flu biasa meningkat di acara dingin daripada di acara tropis panas. Selain itu, Oliver mencatat bahwa sebagian besar kematian yang terjadi di Inggris dan Wales karena penyakit jantung dan pernapasan terjadi pada bulan-bulan musim dingin antara November dan Maret (Anis, 2020).

Penyakit pernapasan yang parah baru-baru ini dilaporkan di Wuhan, provinsi Hubei, China. Per 25 Januari 2020, setidaknya 1.975 kasus telah dilaporkan sejak pasien pertama dirawat di rumah sakit pada 12 Desember 2019, investigasi epidemiologi menunjukkan bahwa wabah tersebut terkait dengan pasar makanan laut di Wuhan. Analisis filogenetik genom virus lengkap mengungkapkan bahwa virus tersebut paling erat kaitannya (kesamaan nukleotida 89,1%) dengan sekelompok virus korona mirip SARS (genus Beta coronavirus, subgenus Sarbecovirus) yang sebelumnya ditemukan pada kelelawar di China. Urutannya hampir identik dan memiliki 79,6% identitas urutan SARS-CoV. Lebih lanjut, para peneliti menunjukkan bahwa 2019-nCoV adalah 96% identik pada tingkat genom keseluruhan dengan virus korona kelelawar. Wabah ini menyoroti kemampuan terus-menerus dari penyebaran virus dari hewan untuk menyebabkan penyakit parah pada manusia. Tampaknya sebagian besar dari kasus awal memiliki riwayat kontak dengan pasar makanan laut asli (Anis, 2020)..

Ada hubungan antara kelembaban udara dan kehidupan bakteri dan virus. Virus influenza lebih cepat mati dalam kondisi kelembaban tinggi disertai udara yang bergerak cepat, sehingga bulan-bulan musim dingin dimana kelembaban berkurang dan kecepatan pergerakan udara menurun lebih tepat untuk penyebaran infeksi saluran pernafasan. Ditemukan juga bahwa kuman TBC jika terkena sinar matahari akan menghentikan aktivitasnya dalam waktu satu jam. Sedangkan dalam cahaya normal, ia tetap aktif antara 6-24 jam, dan dalam gelap, ia hidup dalam keadaan aktif antara dua hingga delapan belas bulan, jadi rumah sakit penyakit dada harus didirikan di daerah yang cerah (Anis, 2020).

Dibandingkan dengan SARS-CoV 2002/2003 dan MERS-CoV 2012-2014 (virus korona terkait Sindrom Pernafasan Timur Tengah), COVID-19 virus korona menyebar dengan sangat cepat. Sementara MERS membutuhkan waktu sekitar dua setengah tahun untuk menginfeksi 1000 orang, dan SARS memakan waktu sekitar 4 bulan, novel SARS-CoV-2 mencapai angka itu hanya dalam 48 hari. Pada 30 Januari 2020, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa wabah virus korona SARS-CoV-2 yang baru merupakan Darurat Kesehatan Masyarakat Internasional (PHEIC). Pada 2 Maret 2020, lebih dari 89.000 kasus COVID-19 telah dilaporkan secara global, dari semua provinsi di China dan 66 negara secara global. Wabah global COVID-19 telah menjadi hambatan utama bagi kesehatan masyarakat dan ekonomi dunia. Pada 30 Maret 2020 720.000 kasus telah dilaporkan secara global termasuk 177 negara, sekitar 34.000 di antaranya meninggal dunia . Peningkatan 631.000 kasus selama 28 hari, dengan rata-rata sekitar 22550 kasus per hari (Anis, 2020)..

Beberapa negara telah mengkonfirmasi kasus terkait perjalanan, termasuk Australia, Kamboja, Kanada, Prancis, Jerman, Jepang, Nepal, Singapura, Korea Selatan, Taiwan, Thailand, Uni Emirat Arab, Amerika Serikat, dan Vietnam. Vietnam mengidentifikasi penularan manusia-ke-manusia pertama di luar China. Pada 30 Maret 2020, kasus tertinggi tercatat di Amerika Serikat, Italia, dan Cina. (Jin Bu et al) menemukan bahwa kisaran suhu yang sesuai untuk kelangsungan hidup 2019-nCoV adalah (13-24 ° C), di antaranya 19 ° C yang berlangsung sekitar 60 hari kondusif untuk penyebaran antara vektor dan manusia; kisaran kelembaban adalah 50% -80%, dimana sekitar 75% kelembabannya kondusif

untuk kelangsungan hidup virus corona; kisaran curah hujan yang sesuai adalah di bawah 30 mm / bulan. Hasil prediksi menunjukkan bahwa dengan mendekatnya musim semi, suhu di China utara berangsur-angsur naik, dan virus corona menyebar ke lintang menengah dan atas sepanjang garis suhu 13–19 ° C (Anis, 2020)..

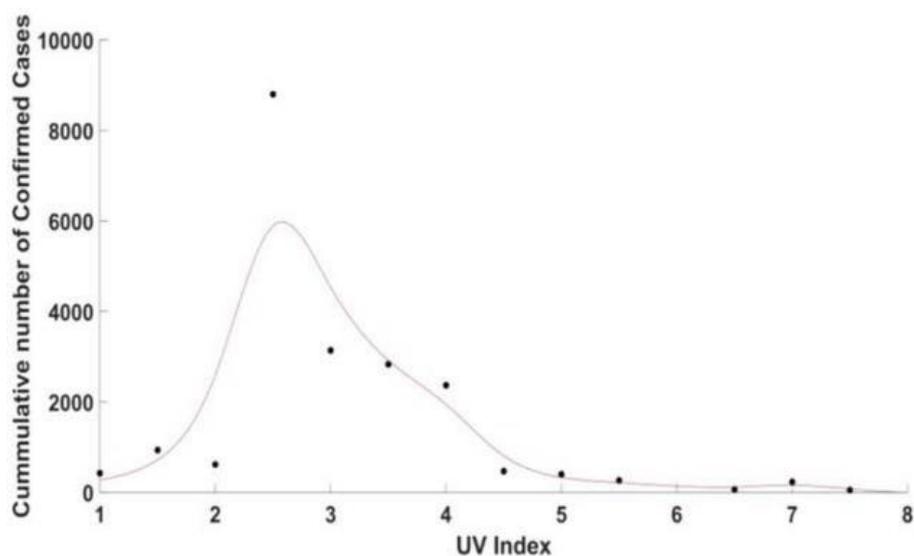
"Jingyuan Wang dkk" menemukan bahwa setelah memperkirakan interval serial COVID-19 dari 105 pasang pembawa virus dan yang terinfeksi, mereka menghitung nomor reproduksi efektif harian, R, untuk masing-masing dari 100 kota di China dengan lebih dari 40 kasus. . Dengan menggunakan nilai R harian dari 21 hingga 23 Januari 2020 sebagai proksi dari intensitas transmisi non-intervensi, mereka menemukan, di bawah kerangka kerja regresi linier untuk 100 kota di China, suhu tinggi dan kelembaban relatif tinggi secara signifikan mengurangi penularan COVID-19. Bahkan, setelah mengontrol kepadatan penduduk dan PDB per kapita kota. Satu derajat Celcius kenaikan suhu dan satu persen peningkatan kelembaban relatif R yang lebih rendah masing-masing sebesar 0,0383 dan 0,0224 (Anis, 2020)..

Perbandingan kondisi meteorologi timbulnya pneumonia 2019-nCoV tahun 2019 dan pneumonia SARS tahun 2003, dari Oktober hingga November 2019 di Wuhan, suhu rata-rata di Wuhan turun dari 18,28°C menjadi 13,43°C. Kelembaban tetap antara 73,12% dan 77,58%, dan beberapa kasus pertama pneumonia 2019-nCoV terjadi pada awal Desember. Kondisi meteorologi secara signifikan tumpang tindih dengan kondisi awal SARS di Guangzhou. Pada musim dingin tahun 2002, suhu antara 13,85°C hingga 15,85°C, dan kelembaban antara

69,05% dan 78,91% di Guangzhou. Mempertimbangkan data di atas termasuk 2019-nCoV di Wuhan, SARS coronavirus di Guangzhou dan Beijing, kami berspekulasi bahwa kondisi meteorologi dengan suhu antara 13–19°C dan kelembaban antara 50% hingga 80% cocok untuk kelangsungan hidup dan penularan virus corona. Curah hujan yang lebih rendah dan karenanya kelembaban relatif yang berkurang memberikan peluang yang baik untuk penularan infeksi patogen pernapasan, termasuk virus corona (Anis, 2020)..

Wilayah yang mempunyai iklim tropis lembab umumnya ditandai dengan suhu udara tinggi dan kelembaban udara yang relatif tinggi pula. Diantara wilayah dengan iklim tropis lembab tersebut adalah wilayah negara-negara Asia Tenggara yang posisinya berdekatan atau bahkan dilalui katulistiwa. Negara-negara ini mempunyai iklim yang sama, namun pada daerah tertentu mempunyai kekhususan karena letak geografinya, (Pulau Penang t Malaysia, misalnya) memiliki iklim hujan tropis yang hangat dan cerah selama musim kering/panas, hujan deras terjadi selama musim barat dari bulan April sampai September, Laut sekitar Pulau Penang menentukan iklimnya. Indonesia, Malaysia dan Singapura merupakan bagian negara yang beriklim tropis lembab, dengan posisi antara 1 sampai 11° Lintang Utara. Suhu rata-rata tahunan mencapai 26 - 27° C dan suhu siang hari tertinggi mencapai 34° C sedangkan kelembaban relatif antara 70-90 %. Sementara itu di Indonesia pada daerah-daerah tertentu (Surabaya-Indonesia misalnya) suhu udara maksimal dapat mencapai 36,4° C dengan kelembaban mencapai 85 % (Santoso, 2012)

Indeks UV (indeks yang menunjukkan kekuatan radiasi UV) mempunyai hubungan kuat dengan jumlah yang terinfeksi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.2, terbukti bahwa jumlah kasus tertinggi pada indeks UV 2.5 dan pada indeks 3.5 secara bertahap menurun. Jadi untuk daerah dimana indeks UV nya lebih tinggi dari 5, jumlah kasus terinfeksi yang terinfeksi semakin menurun. Telah didokumentasikan bahwa suhu yang lebih tinggi atau paparan radiasi UVC yang lama menurunkan infektivitas virus (Gunthe, et al., 2020).



Gambar 2.2 Grafik sebaran kasus terinfeksi dengan indeks UV (Gunthe, et al., 2020).

Analisis regresi bertahap dilakukan dengan temperatur, kelembaban relatif, dan simulasi sinar matahari menunjukkan bahwa ketiga parameter, serta file interaksi antara suhu dan sinar matahari simulasi, merupakan faktor signifikan yang mempengaruhi kinfektivitas. Model regresi lengkap menggunakan keduanya relatif

dan kelembapan absolut masing-masing ditunjukkan dalam Persamaan (2.2) dan (2.3) (Dabisch, et al., 2020).

$$k_{infectivity} = 7569 + 1411 \left(\frac{(T-2054)}{1066} \right) + 0022 \left(\frac{(RH-45235)}{28665} \right) + 7553 \left(\frac{(S-50)}{50} \right) + 1397 \left(\frac{(T-2054)}{1066} \right) \left(\frac{(S-50)}{50} \right) \quad (2.2)$$

di mana $k_{infectivity}$ = peluruhan konstan untuk infektivitas virus, dalam min^{-1} , T = suhu, dalam °C, RH = relatif kelembaban, dalam %, dan radiasi UVB terintegrasi S, dalam W/m^2 (Dabisch, et al., 2020).

II.4.4 Social Distancing

Wabah penyakit novel coronavirus 2019 (COVID-19) dengan cepat menyebar di 215 negara, wilayah atau wilayah, berdampak pada setiap aspek kehidupan manusia. Pada 1 Mei 2020, lebih dari 3.272.200 kasus COVID19 telah dikonfirmasi, termasuk lebih dari 230.100 kematian yang dilaporkan. Mirip dengan semua penyakit menular pernapasan, pandemi COVID-19 yang sedang berlangsung memperingatkan bahwa kontak dekat harus dihindari karena penularan virus melalui droplet dan rute udara melalui aktivitas pernapasan. Virus menyebar melalui tetesan pernapasan yang dihasilkan saat orang yang terinfeksi batuk, bersin, atau berbicara. Jarak sosial, juga disebut “jarak fisik”, berarti menjaga jarak antara satu orang dengan orang lain di luar rumah. Banyak negara, seperti Australia, Italia, Inggris, dan Amerika telah memberlakukan pembatasan pada kegiatan sosial; dan peneliti menyarankan dengan ini meningkatkan jarak sosial untuk mengurangi penyebaran COVID-19 . Beberapa penelitian

merekomendasikan bahwa setidaknya 2 m (6 kaki) (sekitar 2 panjang lengan) harus dijauhkan dari yang lain, sementara yang lain percaya bahwa 6 kaki atau 2 m mungkin tidak cukup selama wabah COVID-19 ini. Jarak sosial menghindari interaksi antar manusia dan juga meminimalisir potensi penyebaran silang tetesan pembawa virus dari pernapasan manusia - dua mekanisme utama untuk infeksi pernapasan (Sun & Zhai, 2020).

II.5 Wells-Riley

Wells (1955) mengusulkan unit dosis infeksi hipotetis: kuantum infeksi. Sebuah kuantum didefinisikan sebagai jumlah partikel udara menular yang diperlukan untuk menginfeksi orang tersebut dan dapat terdiri dari satu atau lebih partikel udara. Partikel-partikel ini diasumsikan terdistribusi secara acak di seluruh udara ruang terbatas. Riley dkk. (1978) menganggap dosis asupan patogen udara dalam hal jumlah kuantum untuk mengevaluasi kemungkinan lolos dari infeksi sebagai modifikasi dari persamaan Reed-Frost. Bersama dengan distribusi probabilitas Poisson yang menggambarkan partikel infeksius diskrit yang terdistribusi secara acak di udara, persamaan Wells-Riley diturunkan sebagai berikut (Anon., 2010):

$$P = \frac{C}{S} \left[1 - \exp\left(-\frac{I p q t}{Q}\right) \right]^S \quad (2.3)$$

di mana PI adalah probabilitas infeksi, C adalah jumlah kasus infeksi, S adalah jumlah rentan, I adalah jumlah infectors, p adalah laju ventilasi paru seseorang, q adalah laju pembangkitan kuantum, t adalah interval waktu pemaparan, dan Q adalah laju ventilasi ruangan dengan udara bersih. Laju pembangkitan kuantum, q, tidak dapat diperoleh secara langsung, tetapi diperkirakan secara epidemiologis

dari kasus wabah di mana laju serangan penyakit selama wabah disubstitusikan ke dalam PI. Jika waktu pemaparan dan laju ventilasi diketahui, laju pembangkitan kuanta penyakit dapat dihitung dari Persamaan 2.4 (Anon., 2010).

Dalam Persamaan (2.4), 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 yang diperlukan untuk menginfeksi $1 - 1/e$ dari populasi yang rentan di sebuah ruangan, yaitu 63% kemungkinan terinfeksi. Angka ini tergantung pada, misalnya, jenis virus. 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 terjadi wabah di suatu lokasi (misalnya gereja atau restoran). Dengan itu kasus baru wabah virus dapat dinilai (Loomans, et al., 2020).

Persamaan Wells-Riley memiliki asumsi kunci: (1) Droplet nuclei terdistribusi secara merata di ruang angkasa, yang berarti risiko infeksi yang diprediksi oleh persamaan ini seragam di dalam ruang; (2) Persamaan mengabaikan viabilitas dan infektivitas kuantum patogen. Adapun efek dari penggunaan masker, kami menganggap penggunaan masker setara dengan peningkatan laju ventilasi ruangan karena efek filtrasi dari masker, sehingga menghasilkan konsentrasi encer yang rentan terhirup. Efisiensi filtrasi masker bedah medis biasa pada aerosol yang mengandung virus diasumsikan 60%. Mengingat pengaruh kebocoran udara, efisiensi filtrasi dapat dianggap sebagai 50% , yang setara dengan dua kali lipat tingkat ventilasi. Jika kedua *infectors* dan rentan memakai masker, tingkat

ventilasi meningkat menjadi 4 kali setara. Parameter input utama saat menerapkan persamaan Wells-Riley adalah laju pembangkitan kuantum, q , yang ditentukan oleh penyakit menular yang kita perhatikan.

Penggunaan persamaan Wells-Riley didasarkan pada sejumlah asumsi. Ini diringkas dan berhubungan dengan, antara lain (Loomans, et al., 2020):

- waktu inkubasi (waktu antara infeksi dan gejala pertama; ini berarti bahwa orang yang terinfeksi dalam situasi yang sedang diselidiki tidak akan berkontribusi pada risiko infeksi untuk itu situasi; COVID-19 agak lebih istimewa dalam arti bahwa waktu inkubasinya sekitar 5-6 hari, tetapi infektivitas itu sudah dapat terjadi 1-3 hari sebelum gejala muncul dengan sendirinya),
- fakta bahwa sebuah (sempurna) situasi campuran diasumsikan sehubungan dengan konsentrasi kuman di dalam ruangan,
- bahwa konsentrasi rata-rata yang dihirup selama tinggal diperhitungkan,
- bahwa perjalanan infeksi tidak diperhitungkan, i. e. puncak, atau dalam waktu lama dengan fluktuasi konsentrasi.

Sebagai alternatif dari konsentrasi rata-rata, konsentrasi rata-rata diturunkan dari situasi 'bersih' tanpa adanya patogen. Ini lebih dekat dengan situasi praktis di mana orang yang terinfeksi memasuki ruangan dan hadir untuk jangka waktu tertentu (Loomans, et al., 2020).

Model Wells-Riley sering digunakan saat memperkirakan risiko infeksi pada gedung. Dalam model, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2.3), hanya

ventilasi ($Q \text{ [m}^3 \text{ / h]} = \lambda_{\text{ven}} \cdot V$; di mana $\lambda_{\text{ven}} \text{ [h-1]}$ adalah tingkat ventilasi dan $V \text{ [m}^3\text{]}$ adalah volume) yang diberikan sebagai pilihan untuk mengurangi risiko menggunakan membangun langkah-langkah pengendalian. Namun, yang lebih disebut istilah 'sink' (λ) dapat ditambahkan, seperti inaktivasi virus (λ_{inact}), deposisi (λ_{dep}) dan filtrasi (λ_{fil}) atau penerapan UVGI. Ini, dalam kombinasi dengan volume ruangan dan serupa dengan laju aliran ventilasi, dapat dinyatakan sebagai kehilangan urutan pertama. Untuk virus SARS-CoV-2, misalnya, nilai 0 hingga 0,63 h-1 dapat digunakan untuk inaktivasi, atau 0,3 - 1,5 h-1 untuk deposisi (Loomans, et al., 2020).

Risiko infeksi dapat dihitung untuk berbagai macam aktivitas dan macam ruangan menggunakan model transmisi penyakit bawaan udara standar Wells-Riley, yang dikalibrasi ke COVID-19 dengan kekuatan sumber yang benar, yaitu tingkat emisi kuantum. Dalam model ini, viral load yang dipancarkan dinyatakan dalam tingkat emisi kuantum (E , kuantum / jam). Kuantum didefinisikan sebagai dosis inti tetesan udara yang menyebabkan infeksi pada 63% orang yang rentan. Dengan model Wells-Riley, probabilitas infeksi (p) berhubungan dengan banyaknya kuantum yang dihirup (n) menurut Persamaan (2.5) (Loomans, et al., 2020):

$$p = 1 - e^{-n} \quad (2.4)$$

Kuantum yang dihirup (n , kuantum) bergantung pada konsentrasi kuantum rata-rata waktu (C_{avg} , kuantum / m³), laju pernapasan volumetrik penghuni (Q_b , m³ / jam) dan durasi hunian (D , h) (Loomans, et al., 2020):

$$n = C_{avg} Q_b D \quad (2.5)$$

Konsentrasi kuantum di udara meningkat seiring waktu dari nilai awal nol mengikuti bentuk "satu dikurangi eksponensial", yang merupakan respons dinamis standar dari volume dalam ruangan yang tercampur sepenuhnya ke sumber input konstan. Model keseimbangan material campuran penuh untuk ruangan dapat diterapkan untuk menghitung konsentrasi (Loomans, et al., 2020):

$$\frac{dC}{dt} = \frac{E}{V} - \lambda C \quad (2.6)$$

dimana

E = Tingkat emisi kuantum (kuantum / jam);

V = volume ruangan (m^3);

λ = koefisien tingkat kerugian orde pertama untuk kuantum / jam karena efek ventilasi yang dijumlahkan (λ_v , 1 / jam), deposisi ke permukaan (λ_{dep} , 1 / jam) dan peluruhan virus (k , 1 / jam);

C = konsentrasi udara yang bergantung pada waktu dari kuantum infeksius (kuantum / m^3).

Dengan premis konsentrasi kuantum adalah 0 pada awal hunian, persamaan (2.6) diselesaikan dan konsentrasi rata-rata ditetapkan sebagai berikut (Loomans, et al., 2020):

$$C(t) = \frac{E}{\lambda V} (1 - e^{-\lambda t}) \quad (2.7)$$

$$C_{avg} = \frac{1}{D} \int_0^D C(t) dt = \frac{E}{\lambda V} \left[1 - \frac{e^{-\lambda D}}{\lambda D} \right] \quad (2.8)$$

dimana t waktu (h)

Quanta emission rate bermacam-macam dalam rentang besar 3-300 quanta/h dan sangat berhubungan pada kegiatan sehingga nilai yang lebih tinggi berlaku untuk berbicara keras, berteriak dan bernyanyi. Sedangkan *volumetric breathing rate* berhubungan pada kegiatan yang sedang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini (Kurnitski J., 2020).

Tabel 2.1 Nilai *quanta emission rate* SARS-CoV-2 untuk kegiatan yang berbeda-beda (Kurnitski J., 2020).

Aktivitas	Quanta emission rate, quanta/h
Istirahat, <i>oral breathing</i>	3.1
Aktivitas berat, <i>oral breathing</i>	21
Aktivitas ringan, berbicara	42
Aktivitas ringan, bernyanyi	270

Tabel 2.2 *Volumetric breathing rate* (Kurnitski J., 2020).

Aktivitas	Breathing rate, m ³ /h
Istirahat, <i>oral breathing</i>	0.54
Aktivitas berat, <i>oral breathing</i>	1.1
Aktivitas ringan, berbicara	1.38
Aktivitas ringan, bernyanyi	3.3

Sebuah studi dalam model Wells-Riley memperkenalkan dua indeks baru untuk memprediksi kemungkinan infeksi terkait virus di udara yang mendasari untuk menjaga ventilasi udara dan *physical distancing* yang memadai. Indeks jarak Pd dapat didapatkan dengan analisis teoritis tentang distribusi dan transmisi tetesan dari aktivitas pernapasan manusia. Adapun indeks *physical distancing* Pd dinyatakan dalam fungsi jarak seperti pada persamaan dibawah ini, (Sun dan Zhai, 2020).

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

dimana d adalah jarak dalam satuan meter

II.6 Prevalensi

Prevalensi mewakili kasus penyakit yang ada atau dapat dilihat sebagai ukuran suatu penyakit. Prevalensi seringkali berguna pada populasi tertentu karena mencerminkan beban suatu penyakit. Ini tidak terbatas pada beban dalam hal biaya moneter tetapi mencerminkan beban dalam hal harapan hidup, morbiditas, kualitas hidup atau indikator lainnya. Persamaan berikut ini merupakan proporsi orang dalam suatu populasi yang menderita suatu penyakit (Noordzij dkk., 2020).

$$\text{Prevalensi} = \frac{\text{Jumlah subjek yang mengidap penyakit pada suatu waktu}}{\text{Jumlah total subjek dalam populasi}} \quad (2.10)$$

II.7 Model *Multiple Regression* (MR)

Secara umum metode regresi digunakan untuk meramalkan nilai harapan yang bersyarat. Persamaan regresi merupakan persamaan matematika yang dapat digunakan untuk meramalkan suatu variabel terikat (prediktan) yang berasal dari satu atau lebih variabel bebas (prediktor). Persamaan regresi juga menggambarkan hubungan antara variabel-variabel yang ada didalamnya. 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, 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 tersebut 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 control terhadap suatu kasus atau hal-hal yang diamati melalui penggunaan model regresi yang diperoleh. Selain itu, model regresi juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi untuk variabel terikat, Namun 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, 2004).

Multiple Regression (MR) dapat dirumuskan sebagai berikut (Kutner, 2004):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \quad (2.11)$$

Dimana

Y : Variabel Terikat

X_1, X_2, X_3, X_4 : Variabel Bebas (Suhu, Kelembaban, Indeks UV, Durasi, Jarak, Ventilasi, *Exhalation Mask*, Prevalensi, dan *Inhalation Mask*)

a : Konstanta

b_1, b_2, b_3, b_4 : Koefisien Regresi

Untuk menentukan nilai a, b_1, b_2, b_3, b_4 digunakan metode kuadrat kecil (*Least Square*) dapat dirumuskan sebagai berikut (Kutner, 2004):

$$\bar{X} = \frac{\sum X_1}{n} \quad (2.12)$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X_2}{n} \quad (2.13)$$

$$\bar{X}_3 = \frac{\sum X_3}{n} \quad (2.14)$$

$$\bar{X}_4 = \frac{\sum X_4}{n} \quad (2.15)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} \quad (2.16)$$

$$b_1 = \frac{(\sum X_1^2)(\sum X_1 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_2 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_1^2) - (\sum X_1 X_2)^2} \quad (2.17)$$

$$b_2 = \frac{(\sum X_2^2)(\sum X_2 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_1 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_1^2) - (\sum X_1 X_2)^2} \quad (2.18)$$

$$b_3 = \frac{(\sum X_2^2)(\sum X_2 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_1 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_1^2) - (\sum X_1 X_2)^2} \quad (2.19)$$

$$b_4 = \frac{(\sum X_2^2)(\sum X_2 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_1 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_1^2) - (\sum X_1 X_2)^2} \quad (2.20)$$

$$a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2 - b_3 \bar{X}_3 - b_4 \bar{X}_4 \quad (2.21)$$

Dimana

\bar{Y} : Jumlah rata-rata Variabel Terikat

\bar{X}_i : Jumlah rata-rata Variabel Bebas n : jumlah

Data

II.7.1 Uji Signifikan

Pengujian dilakukan dengan uji t. Koefesien regresi signifikan jika $t_{hitung} > t_{table}$ (nilai kritis). Dalam IBM SPSS dapat diganti dengan menggunakan nilai signifikansi (sig) dengan ketentuan sebagai berikut:

- a) Jika $sig < 0,05$; koefesien regresi signifikan
- b) Jika $sig > 0,05$; koefesien regresi tidak signifikan

11.7.2 Koefisien regresi baku (*Standardized regression coefficient*)

Nilai beta dalam regresi linier yang menggambarkan kekuatan dan arah hubungan linier (*linear association*) antara variabel tergantung (kriteria) dan variabel bebas (prediktor). Nilai ini disebut baku karena kisaran nilainya antara -1 sampai dengan 1. Jika nilainya semakin mendekati 1 maka hal tersebut menunjukkan hubungan antara kedua variabel semakin kuat dengan mengabaikan apakah positif atau negatif. Dengan demikian variabel bebas akan semakin kuat untuk digunakan memprediksi variabel tergantung. Karena prediktor–prediktor sudah distandarisasi maka hal tersebut memungkinkan untuk membandingkan kekuatan relatif hubungan atau bobot mereka dengan variabel tergantungnya. Jika tidak terdapat tanda (positif atau negatif), maka diinterpretasikan hubungan kedua variabel positif. Hubungan positif bermakna jika nilai pada prediktor tinggi, maka nilai pada variabel tergantung juga tinggi. Sebaliknya jika terdapat tanda negatif, maka hubungan kedua variabel tersebut negatif. Hubungan negatif mempunyai makna jika jika nilai pada prediktor tinggi, maka nilai pada variabel tergantung rendah. Koefesien dengan nilai sebesar 0,50 mempunyai makna bahwa untuk setiap

kenaikan simpangan baku pada nilai prediktor, maka simpangan baku pada variabel tergantungnya naik sebesar 0,5 (Sarwono, 2006).

II.8 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.8.1 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) :

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2)(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2)}} \quad (2.23)$$

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 variable yang lainnya yang dinyatakan dalam persen.

Tabel 2.3 Interpretasi dari Nilai R positif (hubungan searah) (Wilks, 2006).

R	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 s/d 0,20	Sangat rendah
0,21 s/d 0,40	Rendah
0,41 s/d 0,60	Agak rendah
0,61 s/d 0,80	Cukup
0,81 s/d 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

Tabel 2.4 Interpretasi dari Nilai R negatif (hubungan berlawanan) (Wilks,2006)

R	Interpretasi
---	--------------

0	Tidak berkorelasi
-0,01 s/d -0,20	Sangat rendah
-0,21 s/d -0,40	Rendah
-0,41 s/d -0,60	Agak rendah
-0,61 s/d -0,80	Cukup
-0,81 s/d -0,99	Tinggi
-1	Sangat tinggi

II.8.2 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) :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n}} \quad (2.24)$$

Dengan:

X_i = Data observasi

Y_i = Data prediksi

n_i = Jumlah data