

COVID-19 Infected Probability and Symptom Level Application

A. Abstraksi

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah mendapatkan formula tepat yang dapat dibuat algoritma dalam bentuk program aplikasi mengenai penghitungan laju infeksi COVID-19 berdasarkan data terbaru. Algoritma yang ada kemudian digunakan untuk menghitung probabilitas pengguna aplikasi terinfeksi COVID-19 berdasarkan data yang diinputkan. Algoritma juga digunakan untuk memprediksi jumlah hari sejak terinfeksi COVID-19 pengguna apabila dirinya diasumsikan terinfeksi berdasarkan tingkat kecocokan data yang diinputkan pengguna dengan gejala COVID-19 berdasarkan hasil penelitian yang ada.

Kata kunci: COVID-19, kemungkinan/probabilitas, infeksi, inkubasi, gejala

B. Menentukan Infectuous Rate

Virus COVID-19 merupakan virus yang diklasifikasikan sebagai pandemic. Sebagaimana virus pada umumnya, COVID-19 mempunyai beberapa cara untuk menginfeksi makhluk hidup yang lain dari inang yang sedang ditempati melalui suatu medium, terutama menurut hasil riset, ialah melalui cairan tubuh. Dengan kata lain, berinteraksi dengan seseorang yang sudah terinfeksi COVID-19 pasti memiliki angka yang menunjukkan kemungkinan tertular virus ini, yakni didefinisikan **Infectuous Rate**, nilai yang akan dicari di bagian ini. Secara umum, Infectuous rate dihitung dengan logika: banyak orang yang tertular (ditunjukkan dari banyak kasus baru di hari-(i+1)) per satu orang terinfeksi (pada hari-i) dibagi dengan rata rata jumlah orang yang ditemui orang per hari pada umumnya. Atau singkatnya,

$$\text{infRate} = \frac{(\text{infDay}[i + 1] - \text{infDay}[i])}{\text{meetRate}}$$

Dengan **infRate** menyatakan infectious rate, **infDay[i]** merupakan banyak kasus COVID-19 di Indonesia pada hari ke-i, dan **meetRate** merupakan rata-rata jumlah orang berinteraksi dengan satu orang Indonesia per harinya. Jelas **infRate** ini menunjukkan... Program yang akan dibuat juga akan menggunakan algoritma dimana nilai **infRate** akan update sesuai kondisi saat itu.

Namun virus ini mempunyai masa inkubasi yakni masa dimana virus sebenarnya sudah bersemayam di tubuh seseorang namun belum menampilkan gejala sehingga sulit untuk dideteksi, yang beberapa riset menyatakan berlangsung selama 5-12 hari. Ini menyulitkan penghitungan **infRate** karena kasus baru yang muncul pada hari ke-i disebabkan karena pasien yang terinfeksi pertama kali dari hari ke-(i-5) sampai hari ke-(i-12) tergantung masa

inkubasinya. Ditambah lagi orang yang sudah terinfeksi virus COVID-19 dapat berpotensi menular orang-orang yang ditemui besoknya hingga 5 hari kedepan, atau besoknya hingga 12 hari kedepan, tergantung saat gejalanya akhirnya muncul saat masa inkubasi berakhir.

Untuk lebih mudah memvisualisasi, tanpa menghilangkan keypoints, dapat diasumsikan kemungkinan masa inkubasi virus COVID-19 ialah 5 hari, 6 hari, 7 hari, dan seterusnya hingga 12 hari ialah sama yakni 0.125 atau 1/8. Diasumsikan pula bahwa seseorang yang terinfeksi dan selesai masa inkubasinya tidak dapat menulari orang lain karena gejalanya sudah dideteksi dan sudah dikarantina, sehingga seseorang hanya dapat menulari orang lain di masa inkubasinya. Maka apabila seseorang bernama A menulari orang lain bernama B pada hari ke-i setelah A terinfeksi, probabilitas nilai i dapat dihitung seperti pada tabel di bawah ini. Nilai pada baris ke-i kolom ke-j menyatakan kemungkinan A yang memiliki masa inkubasi j hari menulari B pada hari ke-i setelah A terinfeksi. Penjumlahan angka setiap kolom ialah 0.125, serta penjumlahan tiap baris disimpan di kolom terkanan sebagai nilai probabilitas akhir untuk setiap nilai i yang ada.

Tabel B.1 Perhitungan kemungkinan seseorang menular pada hari-i

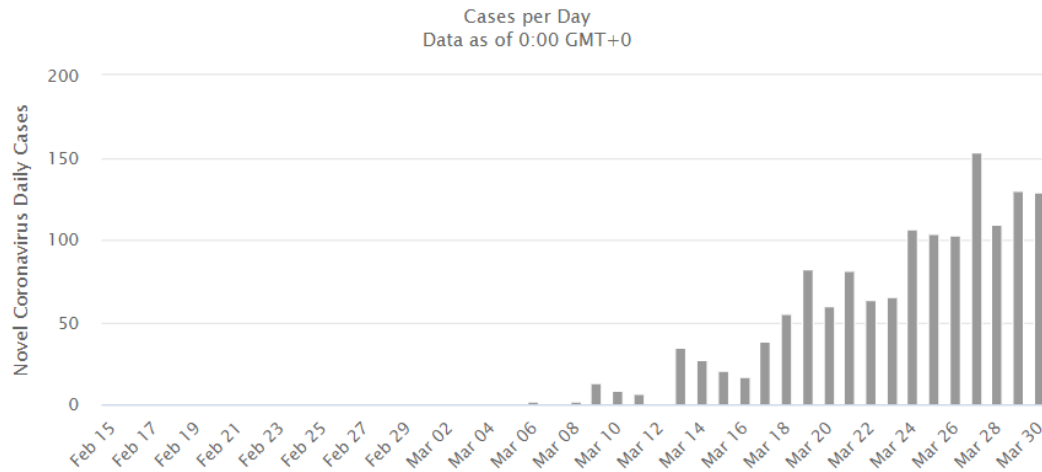
Hari	Jumlah hari inkubasi								Probability
	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.128
2	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.128
3	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.128
4	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.128
5	0.025	0.021	0.018	0.016	0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.128
6		0.021	0.018	0.016	0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.103
7			0.018	0.016	0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.082
8				0.016	0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.064
9					0.014	0.00125	0.011	0.0105	0.048
10						0.00125	0.011	0.0105	0.034
11							0.011	0.0105	0.0215
12								0.0105	0.0105

Kemudian dapat dihitung rata-rata hari dengan bobot yang sudah dihitung dari hasil kanan tabel dengan formula

$$Mean\ Day = \sum_{i=0}^{12} \text{Probability}[i] * i = 4.7585$$

Sehingga dapat diperoleh bahwa secara statistika, jika seseorang menulari orang lain, kemungkinan terbesarnya ialah penularan tersebut terjadi pada hari ke-5 setelah orang yang menular terinfeksi. Sekarang untuk menghitung **infRate**, diperlukan data pertumbuhan kasus COVID-19 di Indonesia di beberapa hari terakhir, yang disimpan dalam array **growthDay[0..10]** dimana **growthDay[i]** menyatakan penambahan kasus COVID-19 i hari sebelum hari ini. Array ini dapat diperbarui dengan mengaplikasikan fungsi **push()** yang

memasukkan nilai baru dalam array yang menggeser masing masing nilai array 1 hari ke belakang dalam program sehingga menyebabkan program yang dibuat ini tetap terupdate.



Gambar B.1 Kasus baru di Indonesia per harinya

Sumber: <https://www.worldometers.info/coronavirus/country/indonesia/>

Berdasarkan gambar di atas diperoleh nilai awal array yakni **growthDay**=[129, 130, 109, 153, 103, 104, 107, 65, 64, 81, 60]. Untuk menambah keakuratan, rasio banyak orang yang ditulari seorang tidak semata mata **growthDay[i]/ growthDay[i+5]** (karena 5 merupakan jumlah hari setelah infeksi paling optimal yang telah didapat dari penghitungan sebelumnya), melainkan menggunakan 5 nilai yakni:

$$\frac{\sum_{i=0}^5 \text{growthDay}[i]}{\sum_{i=5}^{10} \text{growthDay}[i]}$$

Kemudian dengan membaginya dengan rata-rata banyaknya orang yang melakukan interaksi dengan seorang Indonesia pada umumnya, akan didapat nilai **infRate**. Dari hasil survey terhadap 100 orang mengenai “Berapa rata-rata orang yang ditemui orang Indonesia tiap harinya selama social distancing?” diperoleh rata-rata 25 orang jika dibulatkan. Angka ini dapat berubah seiring berkembangnya waktu. Perubahan ini dapat direalisasikan dengan menyimpan nilai awal 25 pada **meetRate** dan jumlah pensurvey yang awalnya 100 pada **user**. Setiap kali diperoleh input baru berupa **userMeet**, maka nilai **user** berubah menjadi **user+1**, serta nilai **meetRate** berubah menjadi:

$$\text{meetRate} = \frac{\text{userMeet} + \text{meetRate} * (\text{user} - 1)}{\text{user}}$$

Maka diperoleh nilai **infRate** yang sepenuhnya mewakili nilai kemungkinan seseorang positif terinfeksi COVID-19 menuliri orang yang berinteraksi dengannya dalam 1 hari:

$$\text{infRate} = \frac{\sum_{i=0}^5 \text{growthDay}[i]}{\text{meetRate} \sum_{i=5}^{10} \text{growthDay}[i]}$$

Yang pada awal mula program, **infRate** bernilai $\frac{129+130+109+153+103+104}{25(104+107+65+64+81+60)} = 0.06054$

C.Menentukan Probability Inkubasi

Dengan pertimbangan dari beberapa sumber, dapat dirumuskan faktor-faktor yang mempengaruhi angka kemungkinan seseorang terinfeksi COVID-19 adalah dibagi menjadi 2 yakni faktor internal dan eksternal. Faktor internal ialah hal-hal yang mempengaruhi sistem kekebalan tubuh terhadap infeksi, sedangkan faktor eksternal ialah hal-hal yang mempengaruhi penularan COVID-19 kepada seseorang. Oleh karena itu, dirumuskan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut.

Pertanyaan internal:

1. Berapa umur anda?
(Umur akan dikelompokkan berdasarkan digit pertamanya dengan menganggap angka yang dimasukkan 2 digit)
2. Apa jenis kelamin anda?
 - Laki-laki
 - Perempuan
 - Lainnya
3. Berapa banyak penyakit yang anda miliki dari 5 penyakit di bawah ini? (boleh 0)
 - Hipertensi / darah tinggi
 - Penyakit jantung
 - Penyakit pernapasan
 - Diabetes
 - Kanker

Masukkan nomor penyakit anda satu per satu!

4. Berapa tinggi badan anda? (Dalam m)
5. Berapa berat badan anda? (Dalam kg)

Pertanyaan eksternal:

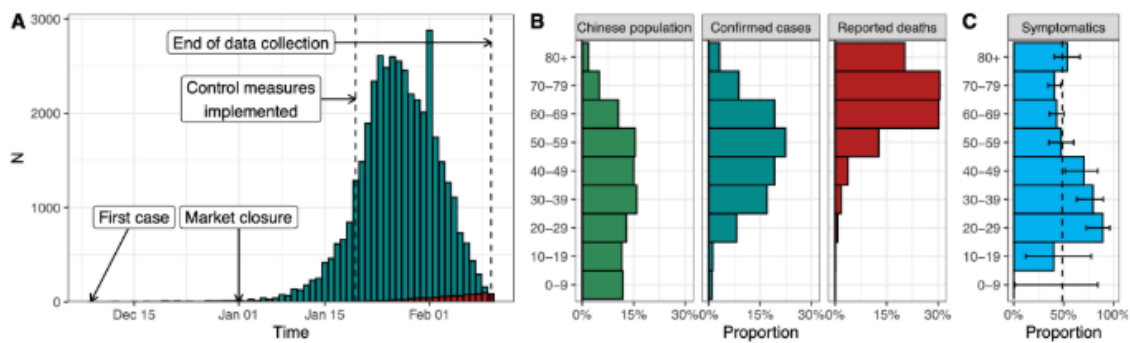
1. Di Provinsi mana anda tinggal sekarang?
2. Berapa hari dalam seminggu pekerjaan anda mengharuskan keluar rumah untuk bersosialisasi?
3. Dalam 1 hari bekerja diluar rumah, berapa orang yang ditemui secara fisik?
4. Selama 2 minggu sebulan hari ini, berapa kali anda beraktivitas di fasilitas umum?
5. Dari 2 minggu sebelum hari ini, berapa rata-rata orang yang anda temui per harinya (selain orang serumah, orang yang ditemui saat kerja, serta saat di tempat umum)?
6. Berapa banyak interaksi anda dengan orang yang ternyata positif terinfeksi COVID-19?

7. Berapa orang serumah dengan anda?

Berdasarkan input pengguna pada pengisian 10 pertanyaan tersebut, program akan memberikan output kemungkinan pengguna telah terinfeksi COVID-19 selama x-hari, yakni nilai dari variabel **infProb[x]** dengan x berkisar dalam selang 0-14. Output akan memberikan 15 nilai tersebut dalam bentuk grafik dan tabel. Berikut penjelasan formula/komputasi yang digunakan dalam menentukan angka masing-masing faktor yang digunakan untuk menentukan probabilitas akhir.

1. Faktor Internal

Kita akan menggunakan data tabel dan grafik yang didapat dari berbagai sumber di bawah ini untuk dapat merumuskan pengaruh masing-masing faktor terhadap kemungkinan seseorang terinfeksi COVID-19. Data yang digunakan diantaranya.



Grafik C.1.1 Data pasien COVID-19 dari China sampai tanggal 11 Februari 2020 dikelompokkan berdasarkan kelompok umur

Sumber: <https://statmodeling.stat.columbia.edu/2020/03/07/coronavirus-age-specific-fatality-ratio-estimated-using-stan/>

Tabel C.1.1: Pasien, kematian, tingkat kematian, serta waktu teramati untuk setiap kasus COVID-19 di China hingga 11 Februari 2020

Baseline characteristics	Confirmed cases, N (%)	Deaths, N (%)	Case fatality rate, %	Observed time, PD	Mortality, per 10 PD
Overall	44,672	1,023	2.3	661,609	0.015
Age, years					
0–9	416 (0.9)	—	—	4,383	—
10–19	549 (1.2)	1 (0.1)	0.2	6,625	0.002
20–29	3,619 (8.1)	7 (0.7)	0.2	53,953	0.001
30–39	7,600 (17.0)	18 (1.8)	0.2	114,550	0.002
40–49	8,571 (19.2)	38 (3.7)	0.4	128,448	0.003
50–59	10,008 (22.4)	130 (12.7)	1.3	151,059	0.009
60–69	8,583 (19.2)	309 (30.2)	3.6	128,088	0.024
70–79	3,918 (8.8)	312 (30.5)	8.0	55,832	0.056
≥80	1,408 (3.2)	208 (20.3)	14.8	18,671	0.111
Sex					
Male	22,981 (51.4)	653 (63.8)	2.8	342,063	0.019
Female	21,691 (48.6)	370 (36.2)	1.7	319,546	0.012
Occupation					
Service industry	3,449 (7.7)	23 (2.2)	0.7	54,484	0.004
Farmer/laborer	9,811 (22.0)	139 (13.6)	1.4	137,992	0.010
Health worker	1,716 (3.8)	5 (0.5)	0.3	28,069	0.002
Retiree	9,193 (20.6)	472 (46.1)	5.1	137,118	0.034
Other/none	20,503 (45.9)	384 (37.5)	1.9	303,946	0.013
Province					
Hubei	33,367 (74.7)	979 (95.7)	2.9	496,523	0.020
Other	11,305 (25.3)	44 (4.3)	0.4	165,086	0.003
Wuhan-related exposure*					
Yes	31,974 (85.8)	853 (92.8)	2.7	486,612	0.018
No	5,295 (14.2)	66 (7.2)	1.2	71,201	0.009
Missing	7,403	104	2.8	103,796	0.010
Comorbid condition [†]					
Hypertension	2,683 (12.8)	161 (39.7)	6.0	42,603	0.038
Diabetes	1,102 (5.3)	80 (19.7)	7.3	17,940	0.045
Cardiovascular disease	873 (4.2)	92 (22.7)	10.5	13,533	0.068
Chronic respiratory disease	511 (2.4)	32 (7.9)	6.3	8,083	0.040
Cancer (any)	107 (0.5)	6 (1.5)	5.6	1,690	0.036
None	15,536 (74.0)	133 (32.8)	0.9	242,948	0.005
Missing	23,690 (53.0)	617 (60.3)	2.6	331,843	0.019
Case severity [§]					
Mild	36,160 (80.9)	—	—	—	—
Severe	6,168 (13.8)	—	—	—	—
Critical	2,087 (4.7)	1,023 (100)	49.0	31,456	0.325
Missing	257 (0.6)	—	—	—	—
Period (by date of onset)					
Before Dec 31, 2019	104 (0.2)	15 (1.5)	14.4	5,142	0.029
Jan 1–10, 2020	653 (1.5)	102 (10.0)	15.6	21,687	0.047
Jan 11–20, 2020	5,417 (12.1)	310 (30.3)	5.7	130,972	0.024
Jan 21–31, 2020	26,468 (59.2)	494 (48.3)	1.9	416,009	0.012
After Feb 1, 2020	12,030 (26.9)	102 (10.0)	0.8	87,799	0.012

Abbreviation: PD, person-days. —, not applicable.

Sumber: <http://weekly.chinacdc.cn/en/article/id/e53946e2-c6c4-41e9-9a9b-fea8db1a8f51>

Berhubungan dengan ini, diperoleh juga tabel yang menunjukkan asosiasi umur, jenis kelamin, dan penyakit bawaan dengan tingkat kematian pasien COVID-19.

Tabel C.1.2 Tingkat kematian pasien COVID-19 berdasarkan kelompok umur

	confirmed cases	all cases
80+ years old	21.9%	14.8%
70-79 years old		8.0%
60-69 years old		3.6%
50-59 years old		1.3%
40-49 years old		0.4%
30-39 years old		0.2%
20-29 years old		0.2%
10-19 years old		0.2%
0-9 years old		no fatalities

	confirmed cases	all cases
Male	4.7%	2.8%
Female	2.8%	1.7%

	confirmed cases	all cases
Cardiovascular disease	13.2%	10.5%
Diabetes	9.2%	7.3%
Chronic respiratory disease	8.0%	6.3%
Hypertension	8.4%	6.0%
Cancer	7.6%	5.6%
no pre-existing conditions		0.9%

Sumber: <http://weekly.chinacdc.cn/en/article/id/e53946e2-c6c4-41e9-9a9b-fea8db1a8f51>
dan <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>

a. Kelompok umur

Tujuan utama adalah menentukan faktor pengali **ageFactor** yang merupakan pengali pada kemungkinan terinfeksi berdasarkan digit pertama umur seseorang jika dianggap 2 digit. Jika **ageFactor**<1, probabilitas kelompok umur ini terinfeksi cukup sedikit, sementara jika **ageFactor**>1, probabilitas kelompok umur ini terinfeksi cukup besar. Rumus untuk faktor umur ditentukan sebagai berikut:

$$\text{ageFactor}[i] = \frac{\frac{\text{pasien berumur } 10i \text{ sampai } 10i + 9}{\text{populasi berumur } 10i \text{ sampai } 10i + 9}}{\frac{\text{pasien keseluruhan}}{\text{populasi keseluruhan}}}$$

Maka dapat diperoleh hasil penghitungan dengan data dari tabel C.1.1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{ageFactor}[0] &= \frac{416}{44672} \frac{100}{11} = 0.085 \\ \text{ageFactor}[1] &= \frac{549}{44672} \frac{100}{11} = 0.112 \\ \text{ageFactor}[2] &= \frac{3619}{44672} \frac{100}{13} = 0.623 \\ \text{ageFactor}[3] &= \frac{7600}{44672} \frac{100}{17} = 1.001 \\ \text{ageFactor}[4] &= \frac{8571}{44672} \frac{100}{15} = 1.279 \\ \text{ageFactor}[5] &= \frac{10008}{44672} \frac{100}{16} = 1.400 \\ \text{ageFactor}[6] &= \frac{8583}{44672} \frac{100}{10} = 1.921\end{aligned}$$

$$\text{ageFactor}[7] = \frac{3918}{44672} \frac{100}{5} = 1.754$$

$$\text{ageFactor}[8] = \frac{1408}{44672} \frac{100}{2} = 1.576$$

Dengan **ageFactor[8]** mewakili kelompok umur lebih dari atau sama dengan 80 tahun. Dengan ini kemungkinan infeksi pengguna akan dikalikan dengan nilai **ageFactor[min(userAge,80)//10]**, dengan **userAge** adalah umur yang diinput pengguna.

b. Jenis kelamin

Tujuan utama adalah menentukan faktor pengali **sexFactor** yang merupakan pengali pada kemungkinan terinfeksi berdasarkan jenis kelamin pengguna. Jika **sexFactor**<1, probabilitas jenis kelamin ini terinfeksi relatif sedikit, sementara jika **sexFactor**>1, probabilitas kelompok umur ini terinfeksi relatif besar. Menurut Wikipedia, perbandingan laki laki dengan wanita di China ialah 1.06 sehingga diperoleh warga china terdiri dari 51.46% laki-laki dan 48.54% perempuan. Dari Tabel C.1.1, diperoleh juga pasien COVID-19 sampai 11 Februari 2020 juga terdiri dari 51.44% laki-laki dan 48.56% perempuan. Maka dari itu dapat ditetapkan:

$$\text{Faktor laki - laki} = \text{sexFactor}[1] = \frac{51.44}{51.46} = 0.999$$

$$\text{Faktor perempuan} = \text{sexFactor}[2] = \frac{48.56}{48.54} = 1.001$$

Dengan ini kemungkinan infeksi pengguna akan dikalikan dengan nilai **sexFactor[userSex]**, dengan **userSex** adalah jenis yang diinput pengguna, 1 jika laki-laki, 2 jika perempuan.

c. Penyakit bawaan

Menurut tabel C.11, faktor pengali infeksi dari penyakit bawaan adalah sebagai berikut:

Tabel C.1.3 Faktor pegali penyakit bawaan

Penyakit Bawaan	Faktor pengali	Variabel
Hipertensi	1.71	disFactor[0]
Diabetes	2.09	disFactor[1]
Penyakit Jantung	3.00	disFactor[2]
Pernapasan Kronis	1.80	disFactor[3]
Kanker	1.60	disFactor[4]

Pengguna akan memasukkan berapa banyak penyakit yang termasuk dalam tabel yang diderita pengguna (boleh 0) ke dalam variabel **userDis**. Kemudian akan memasukkan nomor penyakitnya satu per satu ke dalam variabel **disease** yang nilainya:

0. Hipertensi
1. Diabetes
2. Penyakit jantung
3. Pernapasan kronis
4. Kanker

Kemudian setiap pemasukan penyakit oleh pengguna akan dikalikan ke variabel **disTotal** yang awalnya bernilai 1

d. Body Mass Indeks

Program akan mendapatkan input tinggi (dalam m) dan berat pengguna (dalam kg) dan berturut-turut disimpan di variabel **userHeight** dan **userMass** dan akan menghitung body Mass Indeks pengguna dengan rumus:

$$\text{userBMI} = \frac{\text{userMass}}{(\text{userHeight})^2}$$

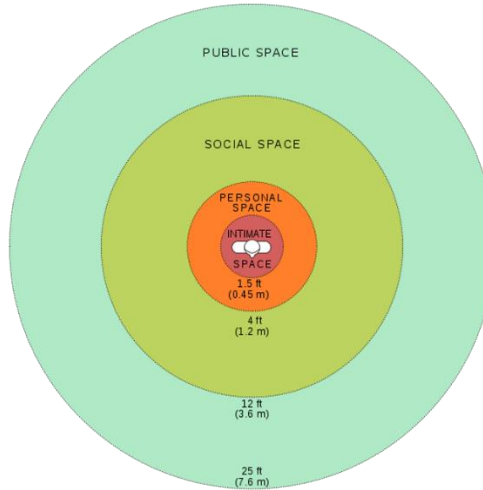
Menurut jurnal “Body mass index and the risk of infection - from underweight to obesity” yang ditulis oleh J. Dobner dan S. Kaser dari Clinical Microbiology and Infection (CMI) yang diakses di www.clinicalmicrobiologyandinfection.com, seseorang dengan $\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ (sudah tergolong obesitas) memiliki resiko 50% lebih untuk terkena infeksi, sedangkan seseorang dengan $\text{BMI} \leq 18 \text{ kg/m}^2$ memiliki resiko 37% lebih untuk terkena infeksi. Untuk memperoleh pendekatan terbaik mengenai faktor pengali infeksi berdasarkan BMI, dipilih fungsi kuadrat yang paling sesuai. Nilai minimum **f** ialah 1, maka $f(x) = 1 + a(x - b)^2$. Dengan menyesuaikan nilai **f(18)=1.37** dan **f(30)=1.5** serta bahwa nilai minimum f tercapai saat f berada diantara 18 dan 30, akan didapat nilai **a=0.012** dan **b=23.55** sehingga

$$\text{BMIfactor} = 1 + 0.012 * (\text{userBMI} - 23.55)^2$$

Semua nilai faktor ini tentunya akan digabung dalam variabel **userFactor** yang merupakan hasil kali dari keempat faktor internal yang ada. Untuk orang normal, tentunya nilai dari faktor ini ialah 1.

2. Faktor Eksternal

Dari banyak hasil penelitian mengenai metode penularan COVID-19, media penularan yang paling umum ialah media cairan tubuh (keringat, air liur/ludah, air mata, dll) dari seseorang yang terinfeksi yang masuk ke dalam tubuh seseorang yang sehat lewat lubang hidung, telinga, mata, pori-pori tubuh, dan lainnya. Oleh karena itu, penularan dapat terjadi dari interaksi sosial secara umum dengan orang lain yang masuk ke social space seseorang seperti terlihat pada gambar C.2.1, atau beraktivitas di tempat umum cukup lama untuk dapat dinyatakan beresiko menyentuh/tersentuh cairan tubuh seorang yang berpotensi carrier.



Gambar C.2.1 Space bubble seseorang pada umumnya

Tujuan utama ialah mencari banyak orang di luar rumah yang berinteraksi dengan pengguna setiap harinya dalam kurun waktu 2 minggu, bahkan orang yang telah positif terinfeksi, yang juga berinteraksi dengan pengguna. Jumlah ini tentu berbanding lurus dengan kemungkinan pengguna terinfeksi, namun sebenarnya tidak linear. Logikanya, jika seseorang bertemu 2 orang yang terinfeksi, missal A dan B, maka kemungkinan seseorang ini terinfeksi tidak sama dengan jumlah kemungkinan tertular dari A dan kemungkinan tertular dari B, karena terdapat kasus A dan B keduanya menulari yang diperhitungkan 2 kali. Melainkan yang benar ialah bahwa kemungkinan seseorang ini tidak tertular yang nilainya sama dengan hasil kali kemungkinan tertular dari A dan dari B. Namun apabila kemungkinan tertular dari A dan B ini cukup kecil (bisa jadi karena A atau B tidak terkonfirmasi positif terinfeksi), maka kasus yang terhitung 2 kali dapat diabaikan karena nilainya akan sangat kecil. Sementara untuk A dan B positif terinfeksi, program akan menggunakan metode kedua yang lebih tepat.

Program akan menyimpan banyak orang luar yang ditemui pengguna pada hari ke- i setelah 2 minggu yang lalu dalam array **meetDay[i]** dengan i berkisar dari 0-13, serta orang positif terinfeksi yang ditemui pada hari ke- i setelah 2 minggu lalu dalam array **posDay[i]**. Dengan 2 array ini program dapat menentukan kemungkinan pengguna terinfeksi tiap harinya dalam kurun waktu 2 minggu yang disimpan pada **infProb[0...13]**. Kemudian total kemungkinan terinfeksi setelah I hari dari 2 minggu lalu disimpan dalam array **sumInf[0..13]** dengan formula:

$$\text{sumInf}[i] = 1 - \prod_{j=0}^i (1 - \text{probDay}[j])$$

Dimana hasil yang akan dikeluarkan program ialah **sumInf[13]** dengan kata lain probabilitas pengguna terinfeksi hingga hari ini. Berikut akan dibahas pengaruh masing-masing faktor eksternal.

a. Provinsi tempat tinggal

Provinsi tempat tinggal mempengaruhi kemungkinan orang asing telah terinfeksi COVID-19 yakni sesuai dengan banyaknya kasus COVID-19 pada provinsi terkait dengan jumlah penduduk provinsi tersebut. Berikut data banyaknya kasus COVID-19, prediksi terinfeksi, jumlah penduduk, dan kemungkinan terinfeksi tiap provinsi yang tercatat per 31 Maret 2020:

Tabel C.2.1 Kemungkinan sembarang orang terinfeksi tiap provinsi

Provinsi	Kasus	Penduduk (juta)	Variabel
Indonesia (total)	1377	285.02	probProv[0]
DKI Jakarta	698	10.58	probProv[1]
Jawa Barat	180	49.56	probProv[2]
Banten	128	12.90	probProv[3]
Jawa Timur	91	39.95	probProv[4]
Jawa Tengah	81	34.74	probProv[5]
Sulawesi Selatan	50	8.89	probProv[6]
Bali	19	4.41	probProv[7]
Yogyakarta	18	3.92	probProv[8]
Kalimantan Timur	17	3.66	probProv[9]
Sumatera Utara	13	14.80	probProv[10]
Kalimantan Barat	9	5.10	probProv[11]
Papua	9	3.40	probProv[12]
Sumatera Barat	8	5.55	probProv[13]
Lampung	8	8.53	probProv[14]
Kalimantan Tengah	7	26.8	probProv[15]
Kepulauan Riau	6	2.31	probProv[16]
Aceh	5	5.39	probProv[17]
Kalimantan Selatan	5	4.27	probProv[18]
Riau	3	6.95	probProv[19]
Sulawesi Tengah	3	3.09	probProv[20]
Sulawesi Tenggara	3	2.70	probProv[21]
Jambi	2	3.60	probProv[22]
Sumatera Selatan	2	8.60	probProv[23]
Nusa Tenggara Barat	2	5.22	probProv[24]
Kalimantan Utara	2	0.70	probProv[25]
Sulawesi Utara	2	2.51	probProv[26]
Papua Barat	2	0.99	probProv[27]
Bangka Belitung	1	1.47	probProv[28]
Sulawesi Barat	1	1.38	probProv[29]
Maluku	1	1.79	probProv[30]
Maluku Utara	1	1.26	probProv[31]

Sumber: <https://tirto.id/update-corona-30-maret-2020-data-di-indonesia-31-provinsi-dunia-eJJx> dan <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/01/02/inilah-proyeksi-jumlah-penduduk-indonesia-2020>

Kemudian ditentukan prediksi terinfeksi yakni banyaknya kasus ditambah banyaknya orang yang masih dalam masa inkubasi. Nilai ini dapat diperoleh dengan memprediksi banyak orang lain yang tertular tentunya. Dilanjutkan dengan menentukan kemungkinan seorang acak dari suatu provinsi terinfeksi COVID-19. Formula yang dipakai ialah

$$\text{PrediksiTerinfeksi}[i] = \text{Kasus}[i] \left(\text{infRate} * \text{meetRate} * \frac{5 + 12}{2} \right)$$

$$\text{probProv}[i] = \frac{\text{PrediksiTerinfeksi}[i]}{\text{Penduduk(juta)}[i]}$$

Karena 8.5 merupakan jumlah hari rata-rata seseorang yang terinfeksi COVID-19 masih melakukan aktivitas biasa yang dapat menularkan orang sebelum menjadi kasus positif. Maka dapat disimpulkan bahwa kemungkinan orang acak pada provinsi pengguna terinfeksi COVID-19 adalah sebesar **probProv[userProv]**.

b. Banyak hari kerja diluar rumah per minggu dan banyak orang yang ditemui secara fisik tiap hari kerja

Angka yang diisi pengguna pada pertanyaan “Berapa hari dalam seminggu pekerjaanmu mengharuskan keluar rumah untuk bersosialisasi?” ini akan disimpan dalam variabel **workDay**. Angka yang diisi pengguna pada pertanyaan “Dalam 1 hari bekerja diluar rumah, berapa orang yang ditemui secara fisik?” ini akan disimpan dalam variabel **workMeet**. Ditambah nilai dari **workday**, program akan menambahkan sebanyak **workMeet** orang lain yang ditemui pengguna dalam sejumlah **workDay** hari berbeda yang program pilih dari 14 hari yang ada berdasarkan konstanta $\frac{14}{2 * \text{workDay} + 1}$

c. Banyak aktivitas di tempat umum selama 2 minggu lalu

Angka yang diisi pengguna pada pertanyaan “Selama 2 minggu sebelum hari ini, berapa kali anda beraktivitas di fasilitas umum?” ini akan disimpan dalam variabel **pubDay**. Program akan menambahkan sebanyak 25 orang lain yang ditemui pengguna dalam sejumlah **pubDay** hari berbeda yang program pilih dari 14 hari yang ada berdasarkan konstanta $\frac{14}{\text{pubDay} + 1}$. Angka 25 ini ialah perkiraan terbaik berdasarkan sumber <https://www.wired.com/story/elegant-mathematics-social-distancing/>

d. Banyak orang lain yang ditemui lainnya per harinya

Angka yang diisi pengguna pada pertanyaan “Dari 2 minggu sebelum hari ini, berapa rata-rata orang yang kamu temui per harinya (selain orang serumah, orang yang ditemui saat kerja, serta saat di tempat umum)?” ini akan disimpan dalam variabel **userElse**, dan nilai ini akan ditambahkan ke masing masing anggota dari array **meetDay[0...13]**

e. Banyak orang tinggal satu rumah

Angka yang diisi pengguna pada pertanyaan “Berapa orang serumah dengan anda?” akan disimpan dalam variabel **userHome**. Dengan asumsi bahwa orang yang

tinggal serumah dengan pengguna memiliki aspek eksternal yang mirip dengan pengguna, perhatikan bahwa anggota serumah dapat menginfeksi pengguna begitu pula sebaliknya. Maka jumlah orang di rumah dapat memperbesar kemungkinan terinfeksi dan menginfeksi diawali dari 1 anggota saja yang terinfeksi. Maka dengan anggapan bahwa kemungkinan orang serumah terinfeksi pada hari ke-i disamakan dengan **infProb[i]**, dapat ditentukan bahwa: kemungkinan tertular dari orang serumah pada hari ke i sama dengan kemungkinan. Berikut beberapa penghitungan yang digunakan.

1. Probabilitas k-orang serumah terinfeksi COVID-19 pada hari ke-i:

$$x[k] = \binom{\text{userHome}}{k} (1 - \text{sumInf}[i - 1])^{\text{userHome}-k} \text{sumInf}[i - 1]^k$$

2. Probabilitas pengguna tertular dari k-orang serumah yang positif terinfeksi:

$$y[k] = 1 - (1 - \text{infRate} * \text{userFactor})^k$$

3. Maka dapat disimpulkan bahwa:

$$\text{infProb}[i] \text{ (baru)} = \text{infProb}[i] \text{ (lama)} + \sum_{k=0}^{\text{userHome}} x[k] * y[k]$$

f. Interaksi dengan orang yang positif terinfeksi

Beda hal ini dengan poin sebelumnya ialah kasus ini tidak perlu dikalikan dengan kemungkinan seseorang terinfeksi COVID-19, karena ini sudah positif terinfeksi. Sehingga jumlah interaksi ini, disimpan dalam variabel **userPos**, hanya perlu didistribusikan dalam kurun waktu 2 minggu menggunakan konstanta $\frac{14}{\text{userPos}+1}$ dalam array **posDay[0..13]**. Kemudian nilai **infProb[i]** akan diperbesar dengan menggunakan formula

$$\text{infProb}[i] = 1 - (1 - \text{infProb}[i]) * (1 - \text{infRate} * \text{userFactor})^{\text{posDay}[i]}$$

Ini dikarenakan kemungkinan tertular dari orang yang positif terinfeksi sudah cukup besar sehingga digunakan metode kedua yakni menghitung probabilitas tidak tertular dengan mengalikan probabilitas masing-masing orang positif terinfeksi ini tidak menular.

Selanjutnya program akan memperbarui nilai **meetRate** dengan nilai **userMeet** baru yang bernilai jumlah semua orang yang ditemui dalam faktor eksternal dibagi dengan 14 (2 minggu).

D. Menentukan Kecocokan Gejala

Gejala (symptom) dari virus COVID-19 akan muncul segera setelah masa inkubasi virus berakhir, yakni berarti 5-12 hari setelah kontak pertama seseorang dengan virus korona. Inilah alasan yang menyebabkan virus lebih merepotkan daripada bakteri karena tidak ada cara pasti untuk mengidentifikasi seseorang membawa virus yang masih dalam inkubasi atau tidak, karena gejala baru muncul setelah virus keluar dari tahap inkubasinya. Berikut tabel yang menunjukkan persentase pasien COVID-19 yang mengaku merasakan gejala yang disebutkan:

Tabel D.1 Persentase pasien COVID-19 yang merasakan gejala tertentu

Signs and symptoms at admission (Chen et al study) ^[4]		COMMON SYMPTOMS AT ONSET OF ILLNESS (Huang et al study) ^[3]	
Fever	83%	Fever	98%
Cough	82%	Cough	76%
Shortness of breath	31%	Myalgia (muscle pain) or Fatigue	44%
Muscle ache	11%	LESS COMMON SYMPTOMS:	
Confusion	9%	Sputum production (coughing up material)	28%
Headache	8%	Headache	8%
Sore throat	5%	Haemoptysis (coughing up blood)	5%
Rhinorrhoea (runny nose)	4%	Diarrhea	3%
Chest pain	2%		
Diarrhea	2%		
Nausea and vomiting	1%		
More than one sign or symptom	90%		
Fever, cough, and shortness of breath	15%		

Sumber: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30211-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30211-7/fulltext)

Tabel D.2 Persentase gejala yang dirasakan pasien COVID-19 diambil secara acak dari beberapa rumah sakit yang memiliki kapasitas menangani pasien kritis

	No. (%)			P Value ^a
	Total (N = 138)	ICU (n = 36)	Non-ICU (n = 102)	
Signs and symptoms				
Fever	136 (98.6)	36 (100)	100 (98.0)	>.99
Fatigue	96 (69.6)	29 (80.6)	67 (65.7)	.10
Dry cough	82 (59.4)	21 (58.3)	61 (59.8)	.88
Anorexia	55 (39.9)	24 (66.7)	31 (30.4)	<.001
Myalgia	48 (34.8)	12 (33.3)	36 (35.3)	.83
Dyspnea	43 (31.2)	23 (63.9)	20 (19.6)	<.001
Expectoration	37 (26.8)	8 (22.2)	29 (28.4)	.35
Pharyngalgia	24 (17.4)	12 (33.3)	12 (11.8)	.003
Diarrhea	14 (10.1)	6 (16.7)	8 (7.8)	.20
Nausea	14 (10.1)	4 (11.1)	10 (9.8)	>.99
Dizziness	13 (9.4)	8 (22.2)	5 (4.9)	.007
Headache	9 (6.5)	3 (8.3)	6 (5.9)	.70
Vomiting	5 (3.6)	3 (8.3)	2 (2.0)	.13
Abdominal pain	3 (2.2)	3 (8.3)	0 (0)	.02
Onset of symptom to, median (IQR), d				
Hospital admission	7.0 (4.0-8.0)	8.0 (4.5-10.0)	6.0 (3.0-7.0)	.009
Dyspnea	5.0 (1.0-10.0)	6.5 (3.0-10.8)	2.5 (0.0-7.3)	.02
ARDS	8.0 (6.0-12.0)	8.0 (6.0-12.0)	8.0 (6.3-11.3)	.97

Sumber:

<https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2761044?guestAccessKey=f61bd430-07d8-4b86-a749-bec05bfff65>

Dari tabel di atas, dapat ditentukan variabel bobot untuk masing-masing gejala COVID-19 sedemikian sehingga nilai yang diperoleh dapat dilihat sebagai angka yang menentukan tingkat kesesuaian gejala tersebut sebagai identitas dari COVID-19. Variabel bobot dari suatu gejala akan bernilai semakin besar sebanding dengan banyak pasien terinfeksi COVID-19 yang mengalami gejala ini, sementara berbanding terbalik dengan jumlah penyakit lain di masa ini yang juga berasosiasi dengan gejala tersebut. Nilai bobot ini disajikan dalam tabel berikut:

Tabel D.3 Variabel bobot tiap gejala

Gejala	Bobot	Variabel
Demam	93.2	weight[0]
Lemas / kelelahan	69.6	weight[1]
Batuk kering dan sakit tenggorokan	81.6	weight[2]
Napsu makan turun	39.9	weight[3]
Nyeri otot	29.9	weight[4]
Napas pendek	32.1	weight[5]
Bersin	29.4	weight[6]
Diare / sakit perut	16.3	weight[7]
Mual / muntah	14.2	weight[8]
Pusing / sakit kepala	20.5	weight[9]
Total	426.7	sumWeight

Kemudian, berdasarkan berbagai sumber yakni:

<https://tirto.id/gejala-corona-covid-19-dari-hari-ke-hari-sesuai-hasil-riset-di-cina-eHPJ>, dan <https://www.businessinsider.sg/coronavirus-covid19-day-by-day-symptoms-patients-2020-2?r=US&IR=T>, Dapat dirumuskan bahwa gejala yang dirasakan pasien COVID-19 setelah masa inkubasi ialah:

- Hari 1: Pasien mengalami demam. Beberapa di antara mereka juga mengalami kelelahan, nyeri otot, dan batuk kering. Sementara, sebagian kecil lainnya mengalami diare atau mual satu atau dua hari sebelumnya.
- Hari 5: Pasien bisa mengalami kesulitan bernapas, terutama jika mereka lansia atau memiliki gangguan kesehatan sebelumnya.
- Hari 7: Pada hari ke tujuh ini, gejala di atas muncul dan rata-rata pasien belum dirawat di rumah sakit
- Hari 8: Pada titik ini, pasien dengan kasus yang parah (15 persen) mengalami sindrom gangguan pernapasan akut (ARDS), atau ketika cairan menumpuk di paru-paru. Kejadian ini sering berakibat fatal.
- Hari 10: Jika pasien memiliki gejala yang memburuk, ini adalah waktu ketika penyakit Covid-19 membuat pasien harus dirawat di ICU. Pasien-pasien yang mengalami

kondisi ini lebih mungkin memiliki sakit perut memburuk dan kehilangan nafsu makan ketimbang mereka yang termasuk kasus ringan. Pada fase ini, tingkat kematian ditemukan hanya sekitar 2 persen.

- Hari 17: Rata-rata, pasien yang pulih bisa keluar dari rumah sakit setelah 14-18 hari perawatan.

Sekarang tentunya menghitung probabilitas seseorang sudah memasuki hari beberapa setelah virus COVID-19 keluar dari inkubasi dapat dimodelkan menggunakan informasi bobot tiap gejala yang sudah dirumuskan, urutan kemunculan gejala dari Hari 1 sampai Hari 10, serta tentunya gejala yang dirasakan orang tersebut saat ini dalam skala 0 sampai 4 (5 skala). Penjelasan dari skala suatu gejala ialah:

0. Organ terkait gejala tersebut berfungsi normal sepenuhnya
1. Terasa gangguan terhadap organ terkait gejala dalam melakukan fungsi seharusnya
2. Terasa sejumlah gangguan pada organ terkait dan mulai membentuk tanda-tanda yang cocok dengan gejala tersebut
3. Gejala sudah dapat dipastikan timbul dan mengganggu aktivitas sehari-hari bahkan terasa sakit atau ketidaknyamanan
4. Sakit yang ditimbulkan dari suatu gejala menyebabkan sejumlah aktivitas manusia normal sudah tidak dapat dikerjakan seperti biasa

Setelah skala didefinisikan, dibuat pula pedoman skala gejala yang dialami pasien setelah masa inkubasi COVID-19 berdasarkan informasi gejala umum pasien pada hari ke-1, 5, 7, 8, dan 10 di atas.

Tabel D.4 Pedoman skala gejala pasien yang timbul terhadap waktu

Gejala	Skala gejala pada hari ke-				
	1	5	7	8	10
Demam	2	3	4	4	4
Lemas / kelelahan	2	2	3	3	4
Batuk kering dan sakit tenggorokan	2	3	3	4	4
Napsu makan turun	0	1	2	2	3
Nyeri otot	2	2	2	3	3
Napas pendek / nyeri dada	1	2	3	4	4
Bersin	0	1	2	3	3
Diare / sakit perut	1	1	2	2	3
Mual / muntah	1	1	2	2	3
Pusing / sakit kepala	0	1	2	3	4

Setelah ditetapkan pedoman skala gejala pasien yang timbul terhadap waktu, tentunya dapat dibuat formula untuk menghitung tingkat kecocokan data skala tiap gejala yang diinput dengan gejala seharusnya tiap hari ke-1, 5, 7, 8, atau 10. Ditambah lagi, program dapat mengeluarkan perkiraan hari terbaik yang paling cocok dengan data yang diinputkan pengguna.

Semua angka pada tabel di atas akan disimpan dalam array 2 dimensi **symp[0..9][0..4]** dengan data terujung yakni gejala demam pada hari ke-1 yang bernilai 2 pada **symp[0][0]** data gejala pusing / sakit kepala pada hari ke-10 bernilai 4 pada **symp[9][4]**, dan begitu juga untuk semua data yang ada. Data yang diinputkan pengguna juga akan disimpan kepada array **userSymp[0..9]** secara berurutan, dari input skala gejala demam pada **userSymp[0]**, hingga input skala gejala pusing / sakit kepala pada **userSymp[9]**. Setelahnya, program akan memperkirakan kemungkinan pengguna telah pada hari beberapa dan menyimpannya dalam array **probDay[0..4]** dengan **probDay[0]** menyatakan kecocokan pengguna dengan gejala pasien COVID-19 pada hari ke-1, sampai **probDay[4]** menyatakan kecocokan pengguna dengan gejala pasien COVID-19 pada hari ke-10.

Tingkat kecocokan input pengguna dengan gejala COVID-19 akan dimasukkan dalam array 2 dimensi juga **P[0..9][0..4]** yang bernilai bilangan real 0 (sama sekali tidak cocok) sampai 1 (sama persis). Karena skala yang digunakan ialah 1 sampai 4, formula dari nilai kecocokan ialah

$$P[i][j] = 1 - \text{abs}(\text{userSymp}[i] - \text{symp}[i][j]) / \max(\text{symp}[i][j], 4 - \text{symp}[i][j])$$

karena ketidakcocokan berbanding lurus dengan selisih input dengan pedoman, dan dicari pembagi yang sesuai juga. Setelah itu, tingkat kecocokan dapat dirumuskan

$$\text{probDay}[i] = \frac{\sum_{j=0}^9 \text{weight}[j] * P[i][j]}{\text{sumWeight}}$$

Demikian tingkat kecocokan gejala pengguna dengan gejala pasien COVID-19 setiap harinya, yang dapat disajikan dalam bentuk diagram batang. Ditambah lagi program dapat menentukan perkiraan hari terbaik yang paling cocok dengan data yang diinputkan pengguna yakni **userDay** dengan terlebih dahulu mendefinisikan array **day[0]=1**, **day[1]=5**, **day[2]=7**, **day[3]=8**, dan **day[4]=10**.

$$\text{userDay} = \frac{\sum_{i=0}^4 \text{probDay}[i] * \text{day}[i]}{\sum_{i=0}^4 \text{probDay}[i]}$$

Program dapat juga menentukan tingkat keakurasian prediksi hari pengguna. Tentunya nilai akurasi ini semakin tinggi apabila semakin terlihat salah satu anggota array **probDay** yang jauh lebih tinggi dari yang lainnya. Nilai akurasi ini dapat ditentukan dengan menggunakan metode standar deviasi array **day[i]** dengan frakuensi **probDay[i]** yang sebanding dengan ketidakakuratan, beserta span nilai maksimum **userDay** dengan nilai ujung yakni 1 atau 10) Formula yang digunakan ialah:

$$\text{acc} = 1 - \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^4 \text{probDay}[i] * (\text{day}[i] - \text{userDay})^2}{\sum_{i=0}^4 \text{probDay}[i]}} \max(10 - \text{userDay}, \text{userDay} - 1)$$

Reference:

1. <https://tirto.id/ciri-ciri-terinfeksi-virus-corona-dan-cara-deteksi-gejala-covid-19-eJsH>

Cara cek COVID-19 via aplikasi Gojek:

- Buka aplikasi Gojek pada ponsel
- Pilih shuffle card yang bertulis APAKAH AKU SEHAT?
- Tunggu beberapa saat dan klik tombol chat
- Jawab pertanyaan yang diajukan
- Usai menjawab, akan akan kotak KESIMPULAN terkait risiko COVID-19.

Merupakan chatbot yang dapat diakses dari aplikasi GOJEK dan menjadi inspirasi saya beserta gambaran umum yang saya dapatkan dalam membuat konsep “COVID-19 Infected Probability and Symptom Level Application” ini

2. <https://aatishb.com/covidtrends/>



Merupakan website interaktif yang sangat mudah dimengerti mengenai data pertumbuhan kasus COVID-19 di setiap negara di dunia