

EVALUASI PENYEBARAN VIRUS COVID-19 DENGAN METODE FUZZY

¹Nur Aini H,²Mewdia Yanki,³Lola Vlentine,⁴Rensi Novrianti,⁵Wulan Aprillisa
Fakultas Ilmu Komputer/Sistem Informasi, Universitas Prabumulih
ainihutagalung8@gmail.com,

Abstract

Covid-19 is a virus that is transmitted from animals to humans and then transmitted to other humans. COVID-19 is transmitted through droplets or droplets that come out when someone who is infected coughs, sneezes or talks (WHO 2020). The most common symptoms of COVID-19 are a dry cough, sore throat and fever. The spread of Covid-19 was very fast at that time, so it is necessary to analyze the level of spread of this case. Therefore, research is needed with various methods, one of which is the fuzzy logic method as discussed in this paper. The results obtained for the spread of Covid-19 in the Province of SUMSEL have been simulated using Matlab using 3 categories namely low, medium and high categories with each problem. In the low category, people who use masks and hang out are high, so the spread of Covid-19 is still relatively small. In the medium category the level of awareness of health protocols is still not maintained so that the spread of the virus can increase. Whereas in the high category, people do not comply with health protocols so that the spread of the corona virus occurs very rapidly.

Abstrak

Covid-19 merupakan virus yang menular dari hewan kewanusiaan kemudian ditularkan lagi kewanusiaan lain. COVID-19 menular melalui droplets atau percikan yang keluar saat seseorang yang terinfeksi batuk, bersin atau berbicara (WHO 2020). Gejala COVID-19 yang paling umum adalah batuk kering, sakit tenggorokan, dan demam. Penyebaran Covid-19 sangat pesat pada masanya, sehingga diperlukan analisa tingkat penyebarannya kasus tersebut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dengan bermacam metode, salah satunya dengan metode fuzzy logic seperti yang dibahas dalam makalah ini. Hasil ayng diperoleh penyebaran Covid-19 di Provinsi SUMSEL yang telah disimulasikan menggunakan Matlab menggunakan 3 kategori yaitu kategori rendah, sedang dan tinggi dengan masing-masing permasalahannya. Pada kategori rendah masyarakat yang menggunakan masker dan hangout tergolong tinggi sehingga penyebaran Covid-19 masih tergolong sedikit. Pada kategori sedang tingkat kesadaran akan protokol kesehatan masih kurang terjaga sehingga dapat penyebaran virus meningkat. Sedangkan pada kategori tinggi, masyarakat tidak mematuhi protokol kesehatan sehingga sampai penyebaran virus corona terjadi sangat pesat.

Pendahuluan

CoronaVirus (juga disebut COVID-19) adalah keluarga besar virus penyebab penyakit pada hewan dan manusia. Pada manusia, beberapa coronavirus diketahui menyebabkan infeksi pernafasan mulai dari flu biasa, hingga penyakit yang lebih parah seperti Middle East Respiratory Syndrome (MERS) dan Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). COVID-19 menular melalui droplets atau percikan yang keluar saat seseorang yang terinfeksi batuk, bersin atau berbicara (WHO 2020). Gejala COVID-19 yang paling umum adalah batuk

Article History

Received: 20 Mei 2023
Reviewed: 29 Mei 2023
Published: 8 Juni 2023

Key Words

Covid-19, Fuzzy Logiz,
Sumatera Selatan

Sejarah Artikel

Received: 20 Mei 2023
Reviewed: 29 Mei 2023
Published: 8 Juni 2023

Kata Kunci

Covid-19, Fuzzy Logic,
Sumatera Selatan

kering, sakit tenggorokan, dan demam (Ahsan et al., 2020). Kemudian gejala dapat berkembang menjadi pneumonia berat dengan komplikasi kritis, termasuk syok septik, edema paru, sindrom gangguan pernapasan akut, dan kegagalan multi-organ. Namun sayangnya, karakteristik klinis saja tidak dapat menentukan diagnosis COVID-19, terutama pada pasien dengan gejala awal (Shaban et al., 2021).

Penularan COVID-19 yang sangat cepat berdampak sangat luas bagi seluruh masyarakat dari negara diseluruh dunia. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) jugamenyatakan COVID-19 sebagai Pandemi global pada Maret 2020. Terkonfirmasi kasus COVID-19 masih ada hingga sekarang, meskipun telah terdapat vaksin atau pengobatan, berbagai intervensi kesehatan masyarakat (non-farmasi) telah digunakan untuk mengendalikan persebaran COVID-19 (Ariandra, 2021). Di Indonesia kasus COVID-19 muncul pertama kali pada bulan Maret 2020. Sejak saat itu persebaran COVID-19 makin meluas hingga sekarang. Saat ini jumlah angka positif COVID-19 di Indonesia yang terkonfirmasi ada sekitar 6. 808. 308 kasus, 6. 634.681 kasus yang sembuh dan 161. 780 kasus yang meninggal dunia (Kemenkes RI, 2023).

Diagnosis klinis COVID-19 terutama didasarkan pada evaluasi tanda dan gejala dan dikonfirmasi dengan tes amplifikasi asam nukleat (NAAT), misalnya RT-PCR (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction) dari swab nasofaring atau orofaring. Metode berbasis PCR sederhana, sangat sensitif, dan sangat spesifik, sehingga secara rutin dan andal mampu mendeteksi infeksi virus corona pada pasien (Agustina dan Fajrunni'mah., 2020). Tes ini, banyak digunakan untuk memperkuat jumlah minimum asam deoksiribonukleat (DNA), dimulai dengan konversi asam ribonukleat (RNA) virus corona menjadi DNA komplementer dengan transkripsi terbalik (Mugirahayu et al., 2021). Selanjutnya, PCR dilakukan, dan amplifikasi DNA yang dihasilkan dikenai deteksi spesifik melalui metode analitik yang berbeda. RT-PCR adalah metode standar emas untuk mendeteksi sebagian besar virus corona, termasuk SARS-CoV-2 (Damo et al., 2021). Namun metode-metode tersebut masih memiliki beberapa kelemahan, seperti membutuhkan peralatan khusus yang mahal dan analisis serta teknis yang sangat terlatih. Selain itu, PCR membutuhkan hingga 4-8 jam untuk memproses sampel dan tambahan 1-3 hari untuk melaporkan hasil dan juga memiliki hasil tes negatif akan tetapi tidak meniadakan kemungkinan infeksi COVID-19 (Shaban et al., 2021).

Deteksi COVID-19 yang cepat dan akurat semakin penting untuk mencegah sumber infeksi serta membantu pasien mencegah perkembangan penyakit. Teknik Soft Computing (SC), seperti; logika fuzzy, jaringan saraf, dan genetik telah terbukti sebagai alat potensial dalam deteksi penyakit. Teknik tersebut dapat mendukung pengambilan keputusan, memberikan isolasi segera dan perawatan pasien yang tepat. Logika fuzzy adalah sejenis pola dasar komputerisasi yang memberikan model matematika penalaran manusia untuk menangani berbagai jenis ketidakpastian . Logika fuzzy digunakan untuk menghitung nilai kecocokan antara gejala dan jenis penyakit, metode profile matching digunakan sebagai inferensi dengan menghitung nilai Core Factor dan Secondary factor serta perangkingan (Yulmaini 2018).

Berdasarkan ulasan yang telah dijelaskan mengenai tingginya penyebaran infeksi kasus COVID-19 yang meningkat secara eksponensial, Dimana menurut teori ini setiap orang yang terinfeksi dapat menginfeksi > 2 orang dan masing-masing dapat menginfeksi lebih lanjut >2 dan seterusnya. Oleh karena itu, untuk mengetahui peningkatan proses penularan virus corona digunakanlah Fuzzy Logic untuk menganalisa penyebaran COVID-19.

Metode Penelitian

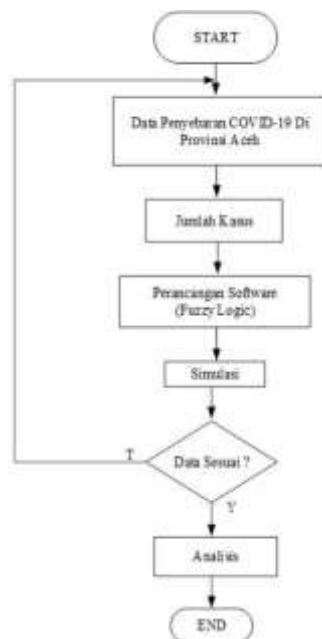
A. Fuzzy

Secara umum, fuzzy logic merupakan sebuah metode berhitung dengan variabel kata-kata (linguistic variable), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Meskipun kata-kata yang digunakan dalam fuzzy tidak setepat bilangan, namun kata yang digunakan lebih dekat dengan intuisi manusia, seperti kata merasakan, kira-kira, lebih kurang, dan sebagainya (Sujarwata, 2018). Beberapa alasan penggunaan logika fuzzy, yaitu:

- Konsep logika fuzzy yang mudah dimengerti karena menggunakan konsep matematis yang sangat sederhana dan mudah dimengerti.
- Logika fuzzy lebih fleksibel.
- Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang sangat akurat.
- Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi non-linear yang kompleks.
- Logika fuzzy dapat membangun serta mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa proses pelatihan.
- Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik lain.
- Logika fuzzy didasari pada bahasa alami (Rahmawati *et al.*, 2021)

B. Flowchart

Berikut ini tahap-tahap penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart

C. Software

Pada perancangan software, simulasi yang dibuat menggunakan program MATLAB dengan fuzzy logic yang dikhususkan untuk menganalisa penyebaran COVID-19 di Provinsi Sumatera Selatan. Berikut ini langkah-langkah untuk membuat fuzzy logic adalah:

- 1) Pada command window MATLAB, lalu ketikkan -fuzzy
- 2) Maka akan segera muncul fuzzy logic designer.
- 3) Ganti nama editor FIS dengan data COVID-19 SUMSEL

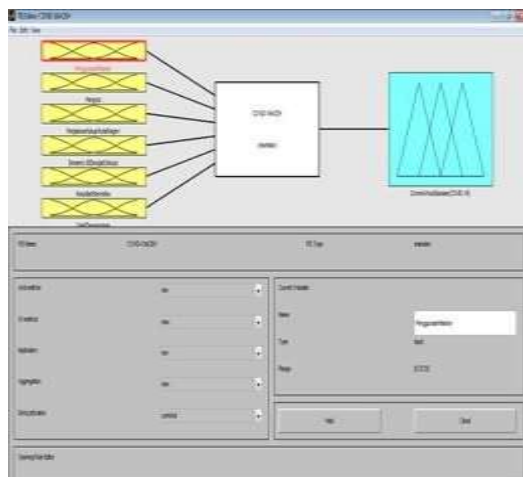
Pilih menu File, kemudian Add to workspace as, dan Isikan nama COVID-19 SUMSEL, sehingga berubah menjadi FIS editor: COVID-19 SUMSEL. Selengkapannya terdapat tiga menu: File, Edit dan View. Pada menu File menyediakan beberapa pilihan seperti membuka dan menyimpan data dari/ke file atau workspace, keluar dari editor FIS, dan membuka editor FIS yang baru. Pada menu Edit menyediakan pilihan yaitu menambah/mengurangi masukan dan keluaran sistem fuzzy. Sedangkan pada menu View digunakan untuk berpindah dari editor FIS ke editor lainnya, atau sebaliknya. Kemudian terdapat 6 blok, yaitu blok masukan (ditandai dengan nama input1), blok aturan dan blok keluaran (ditandai dengan nama output1). Dapat juga diubah blok masukan atau blok keluaran dengan menggunakan perintah yang disediakan pada menu Edit, nama blok-blok itu bisa diganti dengan prosedur yaitu dengan mengubah nama blok input seperti berikut ini:

- 1) Klik sekali pada blok yang akan diganti (misalkan blok input Jarak), tunggu sampai keluar tanda kotak merah.
- 2) Ganti nama input1 pada kotak putih di sebelah kanan- bawah dengan nama yang diinginkan (misalnya e), kemudian tekan enter
- 3) Lakukan langkah 1 dan 2 untuk mengganti nama blok keluaran.

Di bawah blok aturan ada tulisan mamdani. Ini merupakan model inferensi yang menjadi *default* Fuzzy Logic Toolbox, model lain nya adalah inferensi *Sugeno*. Model inferensi yang akan digunakan ditentukan pada saat membuka editor FIS yang baru. Biasanya yang banyak digunakan adalah model Inferensi Mamdani. Kemudian ditampilkan sebelah bawah-kiri ada menu-menu yang memberikan pilihan metode-metode yang bisa digunakan pada operator AND, OR, proses Implikasi, proses Agregasi dan proses Defuzzifikasi. Pada tampilan bagian paling bawah ada tulisan yang menunjukka proses yang sedang berlangsung time series (dari waktu ke waktu)

- 4) Berikut ini cara melakukan prosedur pemakaian editor FIS untuk membangun sistem fuzzy :
 - Masukkan 6 Input. Untuk menambah masukan tambahkan (add) input pada menu edit.
 - Ganti nama tersebut dengan:
 - Inpu1 = Penggunaan Masker
 - Input2 = Hangout
 - Input3 = Perjalanan Keluar Kota/Negeri
 - Input4 = Demam ($>38^{\circ}\text{C}$)
 - Input5 = Kesulitan Bernafas
 - Input6 = Sakit Tenggorokan

- 5) Kemudian ubah pada output1 dengan Corona Virus Disease (COVID-19).



Berikut ini adalah tampilan perubahan nama input dan output.

Gambar 2. Default fuzzy logic toolbox

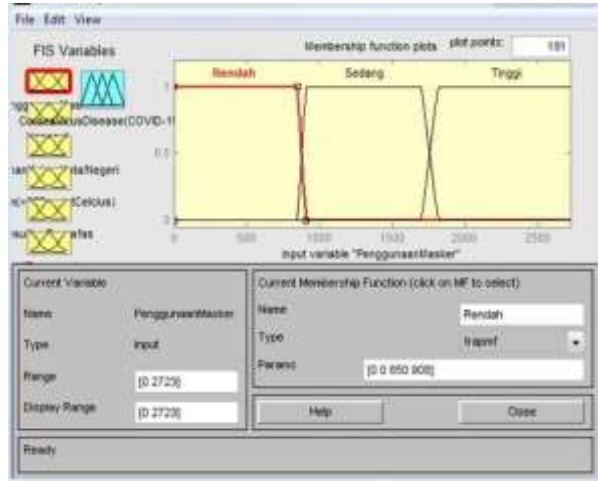
- 6) Selanjutnya untuk menyimpan data, klik file lalu pilih To file dan data akan tersimpan pada folder yang dipilih.
- 7) Kemudian untuk mengubah output1 dengan Corona Virus Disease (COVID-19). Berikut adalah tampilan perubahan nama input dan output. Berikut adalah Tabel I interface rule penyebarann COVID-19 Provinsi SUMSEL

Parameter	Rendah	Sedang	Tinggi
Penggunaan Masker	< 908	908 – 1816	> 1816
Hangout	< 908	908 - 1816	> 1816
Perjalanan Keluar Kota/Negeri	< 908	908 - 1816	> 1816
Demam (>38 ⁰ C)	< 128	128 - 256	> 256
Kesulitan Bernafas	< 128	128 - 256	> 256
Sakit Tenggorokan	< 128	128 - 256	> 256
Positif COVID-19	< 1078	1078 - 2156	> 2156

Keterangan:

- ODP (Orang Dalam Pantauan) = 2723 kasus
 - PDP (Pasien Dalam Pantauan) = 383 kasus
 - Terkonfirmasi positif COVID-19 = 3235 kasus
- 8) Memudian klik 2 kali pada tiap-tiap input dan atur rangesesuai pada gambar 3:
- Klik *membership function input* penggunaan masker
 - Isi range = (0 2723)
 - Klik mf1 lalu ganti dengan nama “Rendah”, lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (0 0850 908)
 - Klik mf2 lalu ganti dengan nama “Sedang”, lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (850 908 1700 1816)

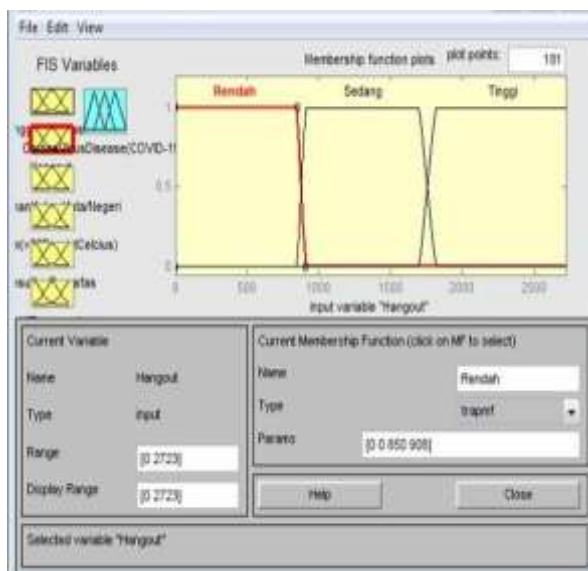
- Klik mf3 lalu ganti dengan nama “Tinggi”, lalu memilih *type trapmf* dan Isi



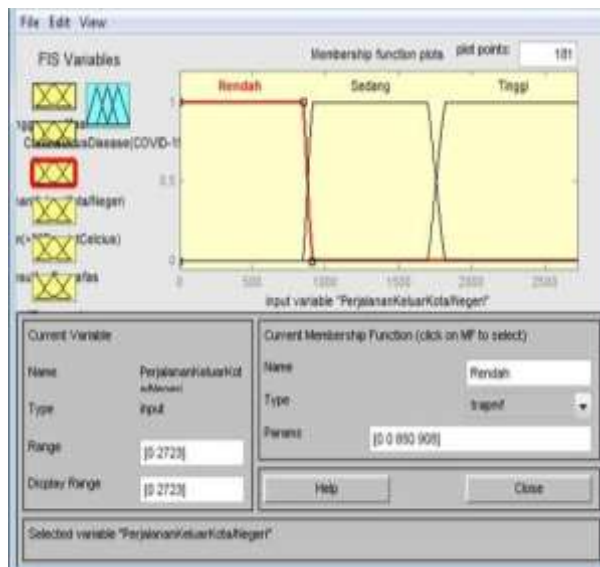
params dengan (1700 1816 2723 2723)

Gambar 3. Setting membership function input penggunaan masker

- Klik *membership function input hangout*
- Isi range = (0 2723)
- Klik mf1 lalu ganti dengan nama “Rendah” lalu memilih *type trapmf* dan Isi params dengan (0 0850 908)
- Klik mf2 lalu ganti dengan nama “Sedang” lalu memilih *type trapmf* dan Isi params dengan (850 908 1700 1816)
- Klik mf3 lalu ganti dengan nama “Tinggi” lalu memilih *type trapmf* dan Isi params dengan (1700 1816 2723 2723)

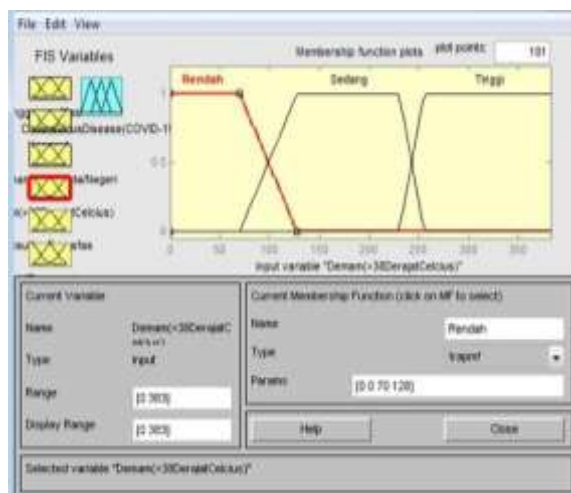


Gambar 4. Setting membership function hangout



Gambar 5. Setting membership function perjalanan luar kota/negeri

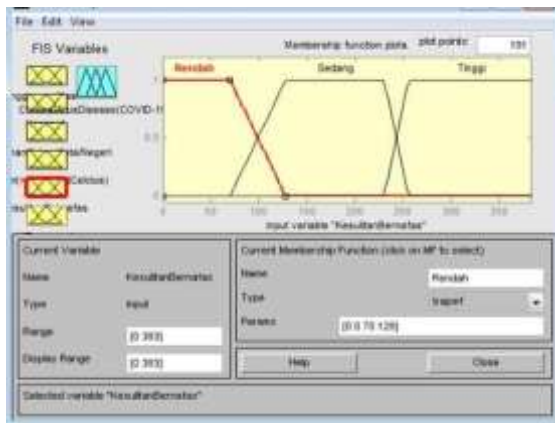
- Klik *membership function input* perjalanankeluar kota/negeri
- Isi range = (0 2723)
- Klik mf1 lalu ganti dengan nama “Rendah” lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (0 0 850 908)
- Klik mf2 lalu ganti dengan nama “Sedang” lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (850 908 1700 1816)
- Klik mf3 lalu ganti dengan nama “Tinggi” lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (1700 1816 2723 2723)



Gambar 6. Setting membership function demam (>38 derajat celcius)

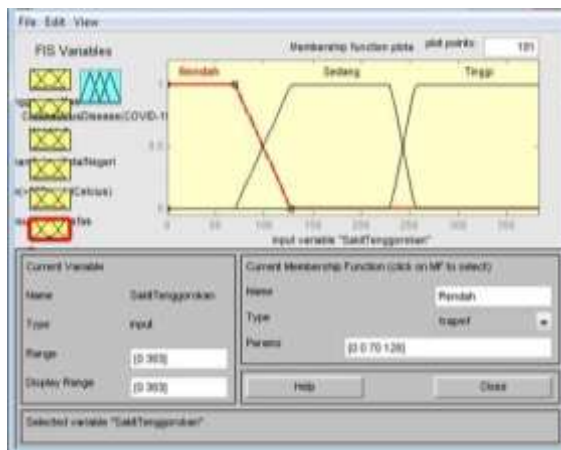
- Klik *membership function input* demam (>38⁰C)
- Isi range = (0 383)
- Klik mf1 lalu ganti dengan nama “Rendah” lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (0 0 70 128)
- Klik mf2 lalu ganti dengan nama “Sedang” lalu memilih *type* trapmf dan Isi

- params dengan (70 128 230 256)
- Klik mf3 lalu ganti dengan nama "Tinggi" lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (230 256 383 383)



Gambar 7. *Setting membership function* kesulitan bernafas

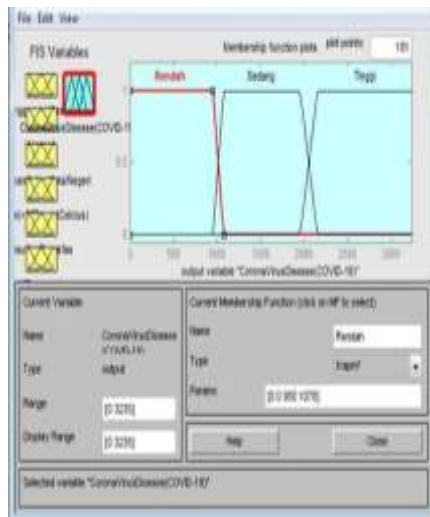
- Klik *membership function input* kesulitan bernafas
- Isi range = (0 383)
- Klik mf1 lalu ganti dengan nama "Rendah" lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (0 070 128)
- Klik mf2 lalu ganti dengan nama "Sedang" lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (70128 230 256)
- Klik mf3 lalu ganti dengan nama "Tinggi" lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (230 256 383 383)



Gambar 8. *setting membership function* sakittenggorokan

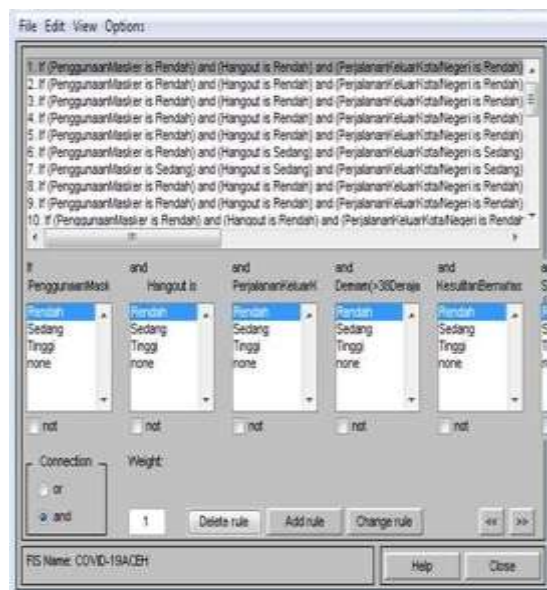
- Klik *membership function input* sakittenggorokan
- Isi range = (0 383)
- Klik mf1 lalu ganti dengan nama "Rendah" lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (0 070 128)
- Klik mf2 lalu ganti dengan nama "Sedang" lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (70128 230 256)

- Klik mf3 lalu ganti dengan nama “Tinggi” lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (230 256 383 383)



Gambar 9. Setting membership function output positif covid-19

- Klik *membership function output positif* COVID-19
 - Isi range = (0 3235)
 - Klik mf1 lalu ganti dengan nama “Rendah” lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (0 0 950 1078)
 - Klik mf2 lalu ganti dengan nama “Sedang” lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (950 1078 1950 2165)
 - Klik mf3 lalu ganti dengan nama “Tinggi” lalu memilih *type* trapmf dan Isi params dengan (1950 2156 3235 3235)
- 9) Pada FIS editor double klik pada kotak COVID-19 SUMSEL (mamdani) lalu. Pada rule editor, atur logika yang dibutuhkan



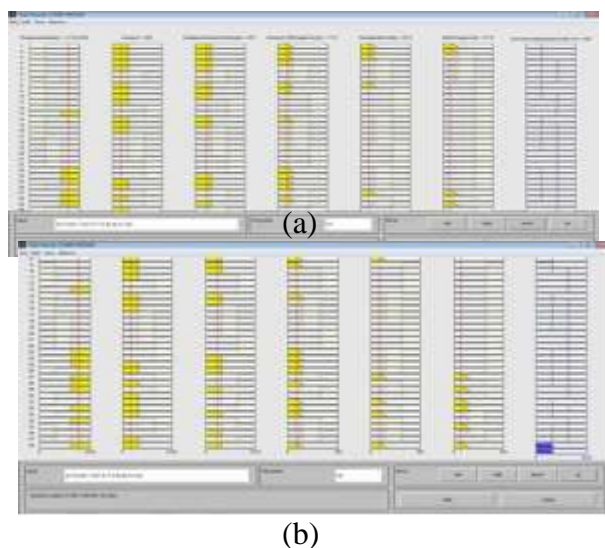
Gambar 10. Penyusunan logika pada rule editor

10)Selanjutnya klik view-rules, maka akan diperoleh hasilnya

Hasil Penelitian dan Pembahasan

A. Penyebaran COVID-19 Kategori Rendah

Dalam penelitian ini, penyebaran COVID-19 dapat dianalisis menggunakan metode fuzzy logic. Pengujian dilakukan dengan cara menginput data yang diperoleh dari website penyebaran COVID-19. Berikut adalah data pengujian yang telah diuji menggunakan metode fuzzy yaitu:



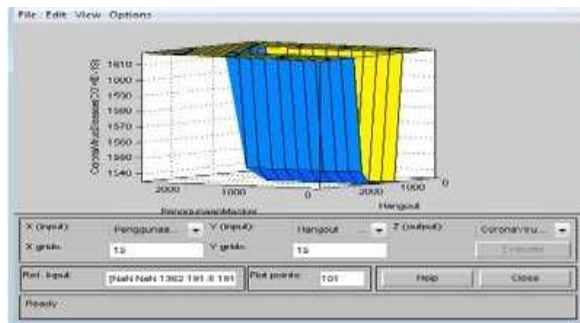
Gambar 11, (a) dan (b) Hasil pengujian penyebaran Covid-19 kategori rendah

NO	Parameter	Jumlah Kasus	Covid-19
1	Penggunaan Masker	2123	500 (Rendah)
2	Hangout	463	500 (Rendah)
3	Perjalanan Keluar Kota/Negeri	627	500 (Rendah)
4	Demam (>38 ⁰ C)	72	500 (Rendah)
5	Kesulitan Bernafas	65	500 (Rendah)
6	Sakit Tenggorokan	52	500 (Rendah)

Tabel II Hasil pengujian Covid-19 kategori rendah

Berdasarkan hasil pengujian penyebaran COVID-19 di Provinsi Sumatera Selatan dengan kategori rendah dapat dianalisa bahwa apabila penggunaan masker di Provinsi Sumatera selatan ditingkatkan, maka yang terinfeksi virus corona akan lebih sedikit, karena kebiasaan masyarakat Sumatera Selatan yang tidak mematuhi protokol kewaspadaan COVID-

19. Dari jumlah kasus diatas, kategori dari kasus tersebut dapat dilihat pada Tabel II. Berikut adalah surface viewer yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebagai berikut:



Gambar 12. Hasil pengujian berupa surface viewer

B. Analisa Penyebaran COVID-19 Kategori Sedang

Berikut adalah data pengujian yang telah diuji menggunakan metode fuzzy yaitu:



(a)



(b)

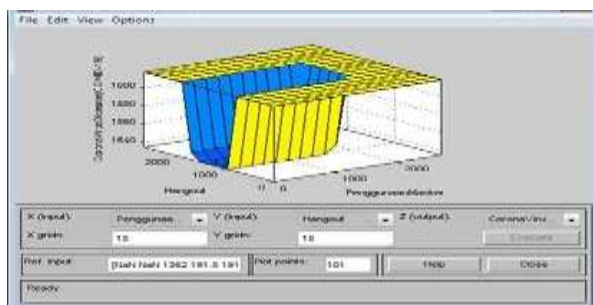
Gambar 13. (a) dan (b) Hasil pengujian penyebaran covid-19 kategori sedang

NO	Parameter	Jumlah Kasus	Covid-19
1	Penggunaan Masker	1363	1533 (Sedang)
2	Hangout	1103	1533 (Sedang)

3	Perjalanan Keluar Kota/Negeri	509	1533 (Sedang)
4	Demam (>38 ⁰ C)	192	1533 (Sedang)
5	Kesulitan Bernafas	62	1533 (Sedang)
6	Sakit Tenggorokan	192	1533 (Sedang)

TABEL III Hasil pengujian covid-19 kategori sedang

Penyebaran COVID-19 seperti pada Tabel III diatas, pemicu terinfeksi virus corona sangat dekat, karenaberdasarkan hasil pengujian yang telah diuji, penggunaan masker di Provinsi Sumatera Selatan dalam kategori sedang. Apabila parameter diatas terus dihindari, tingkat terjangkitnya virus corona akan lebih kecil. Berikut adalah surface viewer yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebagai berikut:



Gambar 14. Hasil pengujian berupa surface viewer

C. Analisa Penyebaran COVID-19 Kategori Tinggi

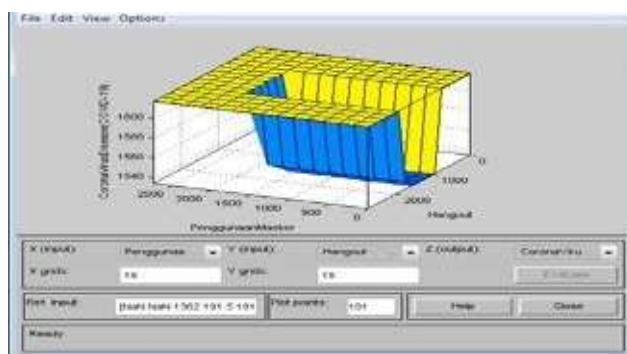
Berikut adalah data pengujian yang telah diuji menggunakan metode fuzzy yaitu:



Gambar 15. (a) dan (b) Hasil pengujian penyebaran covid-19 kategori tinggi

NO	Parameter	Jumlah Kasus	Covid-19
1	Penggunaan Masker	201	2653 (Tinggi)
2	Hangout	2363	2653 (Tinggi)
3	Perjalanan Keluar Kota/Negeri	1983	2653 (Tinggi)
4	Demam (>38 ⁰ C)	281	2653 (Tinggi)
5	Kesulitan Bernafas	128	2653 (Tinggi)
6	Sakit Tenggorokan	132	2653

Tabel IV hasil pengujian covid-19 kategori tinggi



Gambar 16. Hasil pengujian berupa surface viewer

Dari hasil pengujian yang telah diuji diatas dapat dianalisa bahwa kebiasaan masyarakat Sumatera Selatan yang tidak mematuhi protokol kesehatan dan juga tidak menggunakan masker dan sering nongkrong di cafe (Hangout). Tingkat terjangkitnya virus corona di Provinsi Sumatera Selatan saat ini terus meningkat akibat masyarakat sendiri yang tidak mematuhi aturan Pemerintah. Pengujian diatas terlihat sangat tidak efisien dan memicu COVID-19. Dari jumlah kasus diatas, kategori dari kasus tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa penyebaran COVID- 19 di Provinsi SUMSEL yang telah dilakukan dengan metode logika Fuzzy dapat disimpulkan bahwa Fuzzy Logic dapat digunakan untuk menganalisa penyebaran COVID-19, penyebaran COVID-19 di Provinsi SUMSEL akan mengalami penurunan kasus apabila penggunaan masker lebih ditingkatkan, hangout dikurangi dan masyarakat lebih mematuhi protokol kesehatan.

Daftar Pustaka

- Agustina, Anita Suswanti, and Rizana Fajrunni'mah. 2020. "Perbandingan Metode RT-PCR Dan Tes Rapid Antibodi Untuk Deteksi COVID-19." *Jurnal Kesehatan Manarang* 6(Khusus): 47.
- Ahsan, Fadhil, Nanda Yuli Rahmawati, and Fidyah Nanda Alditia. 2020. *Lawan Virus Corona: Studi Nutrisi Untuk Kekebalan Tubuh*. Jakarta Timur: Airlangga University Press.
- Ariandra, Aditia. 2021. "Covid-19: Epidemiologi, Virologi, Penularan, Gejala Klinis, Diagnosa, Tatalaksana, Faktor Resiko Dan Pencegahan." *jurnal Penelitian Perawat Profesional* 3(November): 653–60.
<http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP/article/download/83/65>.
- Damo, Natasya Y., John P. Porotu'o, Glady I. Rambert, and Fredine E. S. Rares. 2021. "Diagnostik Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Dengan Pemeriksaan Laboratorium Mikrobiologi Klinik." *Jurnal e-Biomedik* 9(1): 77–86.
- Kemendes RI. 2023. "Infeksi Emerging: Covid-19." *Kemendrian Kesehatan RI*. <https://infeksiemerging.kemkes.go.id/dashboard/covid-19> (June 7, 2023).
- Mugirahayu, Adella Septiana, Lilik Linawati, and Adi Setiawan. 2021. "Penentuan Status Kewaspadaan COVID-19 Pada Suatu Wilayah Menggunakan Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani." *Jurnal Sains dan Edukasi Sains* 4(1): 28–39.
- Rahmawati, Diana, Achmad Ubaidillah, and Heri Setiawan. 2021. *Sistem Kendali Logika Fuzzy*. Malang: Media Nusa Indonesia.
- Shaban, Warda M., Asmaa H. Rabie, Ahmed I. Saleh, and M. A. Abo-Elsoud. 2021. "Detecting COVID-19 Patients Based on Fuzzy Inference Engine and Deep Neural Network." *Applied Soft Computing* 99: 106906.
<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106906>.
- Sujarwata. 2018. *Buku Ajar Sistwm Fuzzy Dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Deepublish.
- WHO. 2020. "Coronavirus Related Questions and Answers." *World Health Organization*. <https://www.who.int/indonesia/news/novel-coronavirus/qa/qa-for-public> (June 5, 2023).
- Yulmaini. 2018. *Logika Fuzzy: Studi Kasus & Penyelesaian Menggunakan Microsoft Exel & Matlab*. Yogyakarta: ANDI.