

Prediksi Kerentanan Personal Terhadap Covid 19 dengan Menggunakan Pendekatan Graf

Nuril Lutvi Azizah^{1)*}, Uce Indahyanti²⁾, Cindy Cahyaning Astuti³⁾

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Sidoarjo– Jln Mojopahit No.666B, Sidoarjo, 61271, Indonesia

*Penulis Korespondensi : email: nurillutviazizah@umsida.ac.id

Diterima : 23 Desember 2020 , Direvisi : 01 Februari 2021, Disetujui : 25 Februari 2021

Abstract

The Covid 19 pandemic happened in around the world include in Indonesia. It has impacts in many fields. This research developed to solve the Covid 19 problem. This research requires complex variables based on the varying data in the field. Based on surveys and data, it found that there are 65% of personals know the status of their area in danger zone or safe zone for Covid 19. However, there are still many personals ignore the zone status that has been informed previously by the relevant government. The purpose of this study is to determine personal vulnerability to Covid-19 based on zones or regions. Moreover, prediction of vulnerability based on personal distance, the number of personal confirm Covid-19 around the areas, and other variables such as immunity, and the accuracy of GPS applications. The methods is carried out by creating a vulnerabelity prediction model through GPS tracking based on the position or residence, then create to graph model in shortest path. Initial predictions are given a minimum distance between the personal and individuals confirms is one meter. The result of this research is percentage of personal vulnerability on the number of confirmed Covid 19 detections based on zones or regions. The prediction includes three models such as susceptible, quite susceptible, and safe. Personal susceptible in the percentage around 90%-100%, quite susceptible in the percentage 75%-90%, and consideres safe in less that 75%.

Keywords: prediction, vulnerability, graph

Abstrak

Pandemi Covid-19 yang sedang mewabah di Indonesia dan seluruh dunia, berdampak pada banyaknya penelitian yang dikembangkan terkait dengan penyelesaian masalah Covid-19. Penelitian terkait Covid-19 ini membutuhkan variable yang kompleks dikarenakan data yang diperlukan bervariasi disesuaikan dengan data riil di lapangan. Berdasarkan survey dan data yang diperoleh, didapatkan sebanyak 65% personal yang mengabaikan akan status zona yang telah diinfokan sebelumnya oleh pemerintah terkait. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kerentanan personal terhadap covid 19 berdasarkan zona atau wilayah. Prediksi kerentanan didasarkan atas jarak personal, jumlah personal konfirm di sekitar wilayah, variable lainnya seperti imunitas tubuh dan ketelitian aplikasi GPS. Tahapan metode dilakukan dengan membuat model prediksi kerentanan melalui tracking GPS berdasarkan posisi tempat tinggal kemudian digambarkan dalam bentuk graf melalui path terpendek. Inisiasi awal diberikan jarak minimal antara personal dan individu konfirm sebesar satu meter. Hasil dari penelitian ini adalah prosentase kerentanan personal tertular Covid 19 berdasarkan zona atau wilayah. Hasil dari prediksi ini diinisiasi kedalam 3 model berupa rentan, cukup rentan, dan aman. Personal dikatakan rentan apabila prosentase dihasilakn sekitar 90%-100%, cukup rentan apabila didapatkan hasil antara 75%-90%, dan kurang dari 75% personal dianggap masih aman.

Kata Kunci: prediksi, kerentanan, graf

1.PENDAHULUAN

Tren kasus virus Corona di Indonesia masih menunjukkan peningkatan setiap harinya. Indonesia sendiri masuk kedalam 10 besar negara Asia dengan kasus Corona tertinggi [1]. Kasus positif Covid 19 yang dialami tiap pasien menunjukkan gejala yang berbeda-beda, mulai dari kasus tanpa gejala, kasus ringan, kasus sedang, bahkan kasus berat dan kritis. Tidak semua pasien yang terinfeksi positif Covid-19 harus dirawat di rumah sakit, tergantung dari tingkat keparahan kasus yang dialami penderita [2]. Pada penelitian sebelumnya, banyak aplikasi berbasis mobile dan web yang telah dihasilkan guna memberikan informasi keberadaan pasien terinfeksi positif Covid 19 di lingkungan sekitar berdasarkan peta lokasi pasien baik melalui bluetooth maupun GPS pada gawai yang dimiliki [3]. Berdasarkan survey dan data yang diperoleh, pengguna belum merasa puas dengan aplikasi yang telah dikembangkan untuk tracking pasien Covid 19, karena masih berupa informasi dan jumlah pasien yang *confirm* [3]. Urgensi penelitian ini adalah untuk memodelkan prediksi kerentanan personal tertular virus Covid 19 dengan bantuan *tracking* GPS. *Tracking* pasien terinfeksi Covid 19 menggunakan GPS mempunyai kelemahan akan prediksi jaraknya, oleh karenanya diperlukan suatu model matematika agar ketelitian *tracking* dapat dioptimalkan. Tahapan metode yang akan dilakukan dimulai dari tracking pasien terinfeksi Covid 19 berdasarkan posisi tempat tinggal, kemudian diprediksi melalui model matematika. Dalam pemodelan prediksi kerentanan tertular Covid 19, terdapat banyak variable yang menentukan rentan atau tidaknya personal terhadap penularan Covid 19, hal ini tergantung dari jarak personal dengan pasien, keakuratan GPS [4], model pendekatan, serta variable lainnya yang berpengaruh seperti immunitas tubuh. Prediksi kerentanan ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengontrol kesehatan melalui prediksi yang telah dihasilkan pada rekam aplikasi.

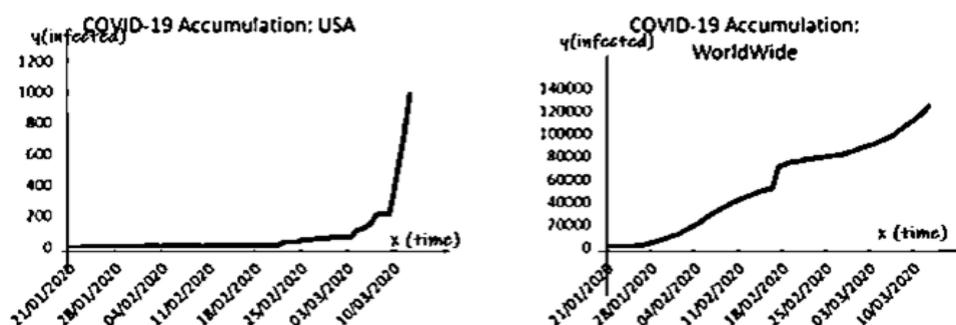
Prediksi berkaitan dengan waktu, dalam hal ini data *time series* atau deret waktu berperan penting. Salah satu contoh data *time series* yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi adalah suatu data yang disajikan secara berurutan [5]. Penelitian lain terkait Covid-19 yang bertujuan untuk meramalkan kasus yang terkonfirmasi Covid-19 dan kasus yang telah berhasil sembuh dengan menggunakan prediksi time series dan model TP-SMN-AR [6]. Hasil yang diperoleh pada penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat memberikan peramalan dalam mengkonfirmasi personal yang positif dan personal yang sembuh dari kasus Covid-19. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa tren Covid-19 berhenti pada Juni 2020, dengan menggunakan data prevalensi Covid-19 dari 21 Februari hingga 15 April 2020 dengan menggunakan model Auto-Regresive Integrated Moving Average (ARIMA) [7]. Hasil analisis

----- Vol 9(1), Maret 2021, Halaman 47 - 56 -----

yang diperoleh dari penelitian-penelitian terdahulu menjelaskan bahwa tren pandemi Covid-19 memberikan gambaran mengenai gambaran tahap suatu epidemiologi suatu wilayah berdasarkan tren prevalensi Covid-19 di Itali, Spanyol, dan Prancis. Dengan adanya penelitian suatu wilayah dapat mengambil tindakan pencegahan dan perumusan kebijakan untuk epidemi ini di negara lain.

Pencegahan virus Covid-19 dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya adalah mencuci tangan dengan sabun atau handsanitizer, memakai masker, menjaga jarak sosial, dan tidak berkerumun [1]. Seiring dengan semakin meningkatnya virus Covid-19 yang mewabah di Indonesia, membuat kegiatan yang dilakukan diluar rumah semakin berkurang. Hal ini meningkatkan aktifitas dilakukan dengan menggunakan gadget [8]. Informasi mengenai Covid-19 dan kondisi di suatu wilayah dapat diperoleh menggunakan gadget dan media elektronik lainnya. Semakin meningkatnya akses gadget, beberapa aplikasi dikembangkan dalam mendukung informasi mengenai Covid-19, diantaranya adalah mobile tracking untuk mengetahui kondisi suatu wilayah termasuk dalam zona merah, jingga atau hijau. Tracking memberikan informasi suatu wilayah, akan tetapi belum memberikan informasi kepada personal tentang seberapa bahaya di lingkungan tempat tinggal. Pada penelitian ini penggambaran epidemi pada personal yang terinfeksi Covid-19 dilakukan dengan menggunakan *weighted graph* atau lebih dikenal dengan nama graf berbobot [9]. *Weighted graph* merupakan graf dengan sisi yang diboboti oleh angka atau bilangan, dimana angka-angka tersebut merupakan bobot, atau jarak dari satu simpul atau titik ke simpul yang lain.. Jika graf $G = (V, E)$ terdiri atas simpul v_1, v_2, \dots, v_p dan sisi e_1, e_2, \dots, e_q , maka $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_p\}$, dan $E(G) = \{e_1, e_2, \dots, e_q\}$ [10]. Metode yang dipakai merupakan penggabungan antara graf berbobot, shortest path, data time series dengan fungsi eksponensial.

Dalam laporan yang dirilis oleh Scientist.com [11], jurnalis David Adam menyebutkan bahwa para ilmuwan berjuang untuk memprediksi perilaku penyebaran Covid 19 yang tertera pada Gambar 1. Tren ini sebagai landasan dilakukannya penelitian yang berkaitan.



Gambar 1. Jumlah pasien yang terinfeksi di beberapa negara [12]

2.METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan rancangan model matematika mengenai prediksi kerentanan personal terhadap virus Covid-19 berdasarkan wilayah, atau tempat tinggal didasar atas koneksi GPS, ketelitian pengukuran, waktu, dan jarak. Penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasikan antara prediksi berdasarkan penggambaran jarak melalui metode graf dengan data time series pada model eksponensial. Adapun alur penelitian secara umum yang dilakukan pada penelitian ini antara lain :

1. Tahap identifikasi dan Perumusan Permasalahan

a. Studi Pendahuluan dan Literatur

Studi pendahuluan ini meliputi studi literatur sebagai tahap pembanding dalam pengamatan dan penelitian yang akan dilaksanakan. Studi literatur ini meliputi studi pada aplikasi yang dituju sebagai bagian dari riset yaitu aplikasi *mobile tracking* pasien Covid 19 dengan menggunakan teknologi GPS

b. Mengidentifikasi masalah dan tujuan

Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi permasalahan yang terjadi sehingga nantinya dapat diselesaikan melalui proses penelitian. Secara umum, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi kerentanan personal tertular Covid menggunakan mobile tracking yang telah umum digunakan.

c. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data yaitu data sekunder. Pengumpulan data sekunder pasien yang positif terinfeksi Covid 19 diperoleh dari web Kementerian Kesehatan serta dari Kementerian Komunikasi dan Informasi pada aplikasi atau gugus tugas Covid-19 di wilayah Sidoarjo dan sekitarnya.

d. Observasi

Kegiatan ini dilakukan untuk mensinkronkan data primer yang telah diperoleh dengan data sekunder dengan melakukan observasi langsung ke lapangan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh adalah valid.

2. Pengamatan dan Perancangan Model

Model dirancang dengan inisiasi awal, dimana jarak minimal antara seseorang dengan personal yang terkonfirmasi virus Covid-19 adalah 1 m. Pemrograman dilakukan dengan penerapan algoritma Dijkstra pada path terpendek [13]. Data time series berhubungan dengan waktu dimana r, α, β, γ dan K menunjukkan inisiasi pertumbuhan rata-rata

(orang/hari), efek asimtotik, dan daya angkut. Jika $\alpha = 1$, persamaan menjadi suatu persamaan differensial, yang penyelesaiannya diberikan pada persamaan berikut [14] :

$$y(t) = \frac{K}{\left(1 + \alpha \exp(-r(t - t_m))\right)^{1/\alpha}} \quad (1)$$

Dengan menggunakan persamaan differensial [15] :

$$\frac{dI}{dt} = \beta I \frac{S}{N} - \gamma I \quad (2)$$

$$\frac{dS}{dt} = -\beta I \frac{S}{N} \quad (3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (4)$$

3. Bagian Inti yang akan dikerjakan

Aplikasi tracking didasarkan pada GPS pada gawai masing-masing, sehingga ketelitian deteksi GPS akan berbeda disesuaikan dengan merk dan jenis gawai yang dimiliki. Selain itu, model prediksi kerentanan didapatkan dari variabel lain terkait dengan imunitas, jarak, dan jumlah personal yang terkonfirmasi di sekitar.

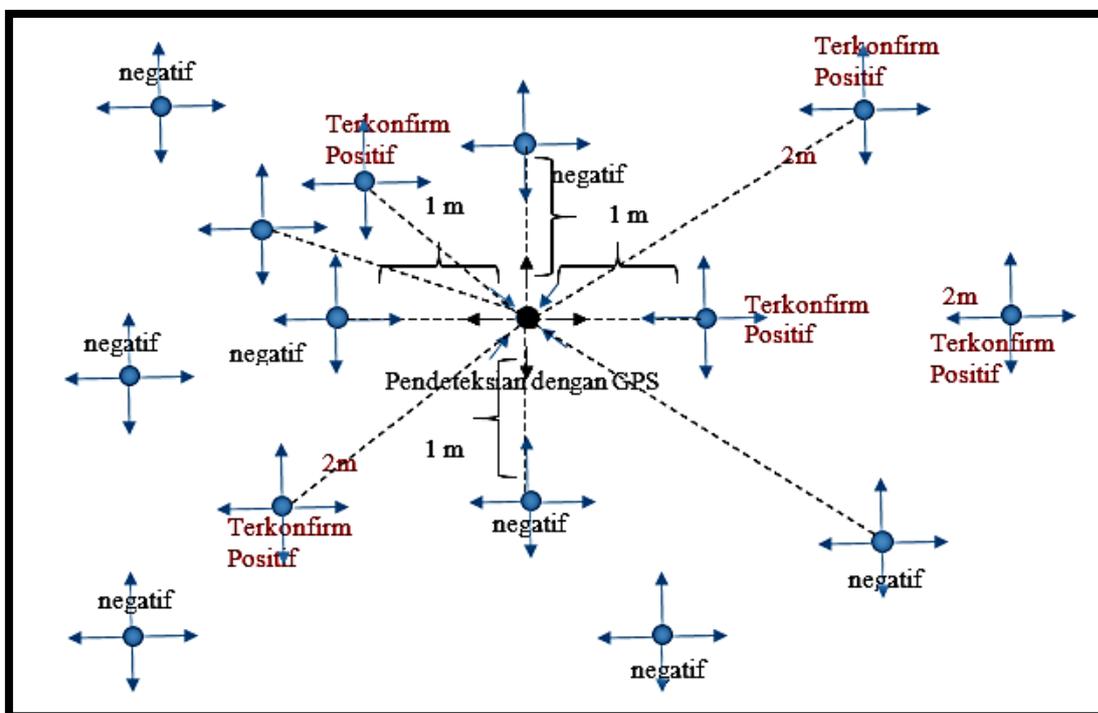
4. Capaian dan Hasil Akhir

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

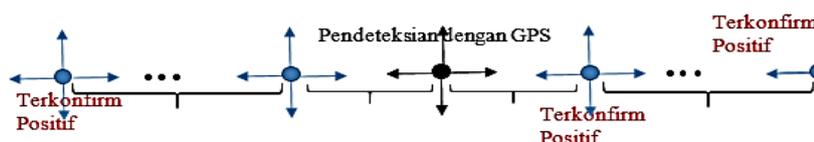
Perolehan data sekunder didapatkan bahwa angka kejadian di Sidoarjo tersebar di 18 kecamatan di Kabupaten Sidoarjo yaitu sebanyak 8693 positif, 7962 sembuh, 553 meninggal dunia, dan 5705 *suspect* [3]. Dari data yang diperoleh, pasien yang terinfeksi Covid 19 tanpa gejala masih mempunyai jumlah yang besar apabila dilakukan pendeteksian dengan menggunakan GPS *tracking* atau pendeteksian dengan menggunakan GPS. Kelebihan GPS tracking dapat mendeteksi jarak *router* yang jauhnya sampai puluhan kilometer, akan tetapi kelemahannya adalah akurasi rendah apabila mendeteksi jarak yang pendek kurang dari 10m. Apabila kurang dari sepuluh maka akan ada variabel delta yang mempengaruhi agar prediksi bisa tetap akurat. Model penyebaran pasien terkonfirmasi Covid 19 dapat digambarkan dengan model graf pada Gambar 2, apabila digambarkan secara parsial pada wilayah tertentu.

Secara umum, penggambaran graf pada Gambar 2 menunjukkan bahwa jika pendeteksian dilakukan secara mobile dengan menggunakan GPS, dan terdeteksi bahwa disekitar kerumunan terdapat personal yang terkonfirmasi positif Covid-19, maka jarak yang sama, atau mendekati akan dihitung secara bersamaan. Misalnya pada jarak 1 meter terdapat beberapa personal yang

terkonfirmasi Covid-19, kemudian pada jarak 2 meter terdapat personal yang terkonfirmasi Covid-19 lagi, maka jarak yang berdekatan saja yang masuk kedalam model prediksi, sedangkan untuk jarak yang tidak berdekatan, maka tetap diambil jarak terpendek atau *shortest path*.



Gambar 2. Model Penyebaran Pasien Terkonfirmasi Covid 19 Melalui Penggambaran Graf



Gambar 3. Untuk $n = 1$

Gambar 3 menunjukkan bahwa untuk jarak yang sama, dan terdapat 1 personal yang positif Covid-19, maka diambil 1 atau beberapa dengan jarak terdekat, jarak yang lebih jauh meskipun terkonfirmasi Covid-19 maka akan diabaikan melalui sistem. Hal ini berkaitan dengan variabel δ yang mempengaruhi. Variabel delta merupakan variabel yang berkaitan dengan data time series berhubungan dengan waktu dimana r, α, β, γ dan K menunjukkan inisiasi pertumbuhan rata-rata (orang/hari), asymptotic efek, dan daya angkut. Untuk $n = 1$, dengan n adalah jumlah personal terkonfirmasi Covid-19 dan dengan penggabungan model diperoleh model prediksi untuk $n = 1$, sebagai berikut :

$$\delta = \alpha\beta\gamma K \left(\frac{(x_1[t] + x_2[t] + x_3[t] + \dots + x_n[t])}{(1 + \alpha \exp(-r(t - t_m))^{1/\alpha}) n} \right) \quad (5)$$

Hubungan dengan jarak $n = 1$ dan $n = 2$ dengan waktu bertahap dalam selang t , dihasilkan keterkaitan yang dituliskan pada Tabel 1. yang merupakan keterkaitan antara jumlah pasien confirm sebanyak 1-2 personal. Data pada tabel dibawah ini diperoleh dari memasukkan nilai inisiasi awal berupa jarak tertentu dari 1 meter-40 meter dan dengan rumus delta diperoleh bahwa delta mempunyai nilai seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Keterkaitan antara Jumlah Pasien *Confirm* dengan $n = 1$

Jarak (x)	Delta (δ)	Jarak (x_1)	Jarak (x_2)	Delta (δ)
1	0,5	10	10	0,6
2	0,5	10	20	0,9
3	0,5	20	20	1,2
4	0,5	20	30	1,5
5	0,5	30	30	1,8
		30	40	2,1

Secara teori dalam penularan virus Covid 19, pasien yang terkonfirmasi Covid 19 dan berjarak kurang dari 1 m akan lebih berpotensi menularkan ke personal, tentu saja semakin jauh jarak dengan personal, kemungkinan penularan akan semakin berkurang, tergantung dari social distancing yang diterapkan. Persoalannya, apabila berada di kerumunan dengan banyak orang, maka variabel dan prosentase penularan virus akan semakin besar. Berikut pada Tabel 2 merupakan keterkaitan antara jumlah pasien yang terkonfirmasi Covid 19 dengan jumlah 2.

Tabel 2. Keterkaitan antara Jumlah Pasien *Confirm* dengan $n = 3$

Jarak (x_1)	Jarak (x_2)	Jarak (x_3)	Delta (δ)
1	1	1	0,7
1	1	2	0,933333
1	2	2	1,166667
2	2	2	1,4
2	3	3	1,866667
3	3	3	2,1

Semakin banyak kerumunan, maka kemungkinan personal tertular akan semakin besar. Berikut pada Tabel 2 merupakan keterkaitan antara jumlah pasien yang terkonfirmasi Covid 19 dengan jumlah 2. Data ini diperoleh rumus delta pada (5), dengan inisiasi awal bahwa pasien yang terkonfirmasi di sekitar deteksi GPS sebanyak 3 personal dengan jarak yang berdekatan maksimal 1 meter sesuai pada perancangan model awal.

Tabel 3. Keterkaitan antara Jumlah Pasien *Confirm* dengan $n = 4$

Jarak (x_1)	Jarak (x_2)	Jarak (x_3)	Jarak (x_4)	Delta (δ)
1	1	1	1	0,8
1	1	2	2	1,2
2	2	3	3	2
2	2	2	2	1,6
3	3	3	3	2,4
3	3	4	4	2,8

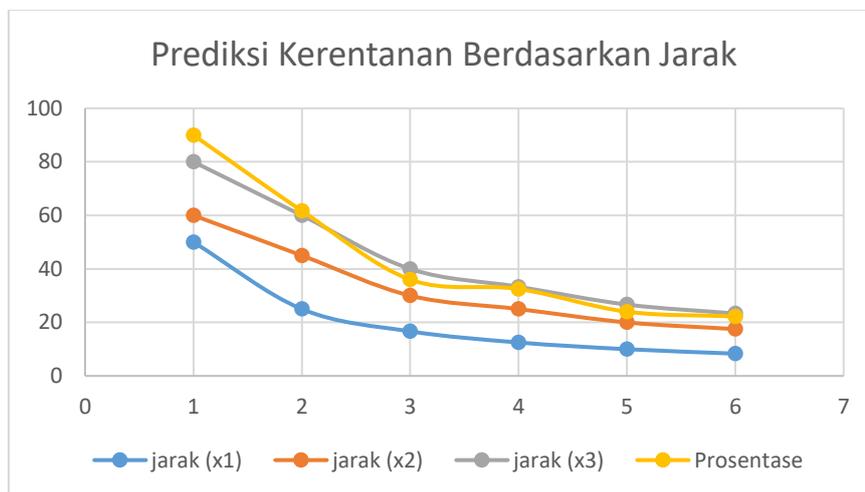
Berikut Model Prosentase kerentanan (Pk) dalam (100%) yang dapat dihitung dengan keterkaitan antara variabel δ , jarak, dan jumlah pasien confirm, sebagai berikut :

$$(Pk) = \frac{100n_{(k,n)}\delta \left(\sum_{k=1, n=1}^n \frac{1}{x_n(k)} \right) \left(\sum_{n=1, k=1}^n x_n(k) \right)}{n} \quad (6)$$

Dengan

$$x_n(k) = x_1[t] + x_2[t] + x_3[t] + \dots + x_n[t]$$

Gambar 4 berikut ini menunjukkan prediksi kerentanan apabila $n > 1$ dikaitkan dengan delta dan prosentase prediksi kerentanan personal. Grafik menunjukkan penurunan yang berarti bahwa semakin banyak yang terkonfirmasi Covid-19 bukan berarti kemungkinannya lebih tinggi, akan tetapi tergantung dari jarak antar personal.



Gambar 4. Grafik Prediksi Kerentanan Personal

Berikut pada Tabel 4 merupakan keterkaitan antara jumlah pasien yang terkonfirmasi Covid 19 dengan jumlah $n > 4$. Data ini diperoleh rumus delta pada (5), dengan inisiasi awal bahwa pasien yang terkonfirmasi di sekitar deteksi GPS sebanyak $n > 4$ personal dengan jarak yang bervariasi menurut perhitungan prosentasi rumus (6), semakin mendekati 100% maka kerentanan personal

----- Vol 9(1), Maret 2021, Halaman 47 - 56 -----

terinfeksi Covid 19 akan semakin besar, dan sebaliknya. Pada hasil penelitian ini karakteristik awal prosentase kerentanan mempunyai 3 acual dasar mulai dari rentan, cukup rentan, dan aman.

Tabel 4. Keterkaitan antara Jumlah Pasien *Confirm* dengan $n > 4$

Prosentase Kerentanan Personal (%)					Karakteristik
Jumlah Personal (n)					
$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$	
50	60	70	80	90	Cukup-Rentan
25	45	58,33333	60	61,71429	Aman-Cukup Rentan
16,66667	30	46,66667	40	36	Aman
12,5	25	35	33,33333	32,5	Aman
10	20	27,22222	26,66667	24	Aman
8,333333	17,5	23,33333	23,33333	22,23529	Aman

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan prediksi kerentanan berupa model fungsi eksponensial. Model ini berdasarkan data jarak GPS dengan keakuratan yang berkurang jika jarak yang dideteksi kurang dari 10 km, sehingga diperlukan variable delta δ . Delta merupakan rekursif dari jarak terhadap jumlah pasien yang confirm Covid 19 berdasarkan *time series*. Hasil delta berbanding lurus dengan jarak, semakin besar jaraknya maka semakin besar pula nilai delta. Berdasarkan hasil perhitungan, diinisiasi bahwa prediksi kerentanan personal terjadi dalam inisiasi prediksi berupa rentan, cukup rentan, dan aman. Personal dikatakan rentan apabila prosentase yang dihasilkan sekitar 90%-100%, cukup rentan apabila hasil prosentase antara 75%-89%, dan kurang dari 75% personal dianggap masih aman. Hasil prediksi kerentanan ini dipengaruhi oleh banyak variable antara lain berupa jarak personal $x_n(k, t)$ dengan pasien terinfeksi Covid 19, ketelitian GPS (α), pergerakan (β), serta imunitas personal (γ). Penelitian ini terbatas pada penggunaan GPS dengan keterkaitan jarak, dan meminimalkan error variable yang terkait lainnya. Penelitian ini tidak menutup kemungkinan bahwa terdapat metode lain yang lebih akurat dalam memperoleh hasil prediksi terhadap kerentanan personal. Harapannya dengan adanya penelitian ini, personal dapat mengetahui seberapa rentan keadaannya di suatu wilayah terhadap Covid-19, sedemikian hingga dapat mengambil tindakan pencegahan dengan melakukan tes terkait Covid-19.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terimakasih kepada DRPM Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah membantu dalam pendanaan penelitian ini pada Hibah Internal Institusi pada skema Riset

Terapan Institusi. Terimakasih kepada jurusan Informatika UMSIDA beserta tim riset yang telah bekerjasama dalam penyelesaian riset ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Health.detik.com, “10 Negara Asia dengan Kasus Corona Tertinggi,” detik.com, Indonesia, 2020.
- [2] Kompas.com, “5 Klasifikasi Kasus Covid 19 Di Indonesia, tanpa Gejala, Ringan, sampai Kritis,” Kompas, Indonesia, 2020.
- [3] K. Kominfo, “PeduliLindungi,” Kementerian Kominfo, Indonesia, 2020.
- [4] N. D, “Perancangan dan Realisasi Sistem Transmisi Data GPS Menggunakan Teknologi SMS,” *Jurnal Teknik Elektro*, pp. 48-59, 2013.
- [5] A. G. C. P. a. R. A. K. R. Hrasko, “Time series prediction using restricted boltzmann machines and backpropagation,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 55, pp. 990-999, 2019.
- [6] M. R. M. D. W. a. K. P. M. Maleki, “Time series modelling to forecast the confirmed and recovered cases of COVID-19,” *Travel Med. Infect. Dis.*, no. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101742., 2020.
- [7] Z. Ceylan, “Estimation of COVID-19 prevalence in Italy, Spain, and France,” *Sci. Total Environ*, vol. 729, no. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138817., 2020.
- [8] <https://tekno.kompas.com/>, “Pandemi Bikin Orang Indonesia Makin Betah Berlama-lama Buka Aplikasi,” Kompas, Indonesia, 2020.
- [9] Gross, *Graph Theory and It's Application (Second Edition)*, New York, 2006.
- [10] Munir, *Algoritma dan Pemrograman Dalam Bahasa Pascal C, dan C++ Edisi ke-6*, Bandung: Penerbit Informatika, 2016.
- [11] Adam, “Modellers Struggle to Predict the Future of The Covid 19 Pandemic, ThScientist, March 12,” <https://www.the-scientist.com/news-opinion/modelers-struggle-to-predict-the-future-of-the-covid-19-pandemic-67261>, 2020.
- [12] M. R. a. O.-O. Roser, “Covid 19 Research and Statistic,” 2020.
- [13] R. Munir, *Algoritma dan Pemrograman Dalam Bahasa Pasacl C, dan C++ Edisi Ke-6*, Bandung: Penerbit Informatika, 2016.
- [14] N. Nuraini, “Modeling Simulation of Covid-19 in Indonesia Based on Early Endemic Data,” *Cummun. Biomath*, pp. 1-8, 2020.
- [15] G. N. E. A. Efthimios Kaxiras, “the First 100 Day: Modelling the Evolution of the Covid-19 pandemic,” *ELSEVIER*, 2020.