

Pendekatan Postulat Jarak Terdekat Rumah Sakit Rujukan Covid-19 di BARLINGMASCAKEB Indonesia Menggunakan *Haversine Formula*

R R Al Hakim*^{1,2}, A Muchsin*³, A Pangestu¹, A Jaenul¹

¹ Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta

² Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman

³ Perbandingan Mazhab, Fakultas Syariah, Institut Agama Islam Negeri Purwokerto

*E-mail: rosyidridlo@student.jgu.ac.id¹, achmadmuchsin76@gmail.com³

Abstrak. Pandemi Covid-19 yang kian hari semakin meningkat jumlahnya membuat banyak rumah sakit harus menyediakan fasilitas perawatan bagi pasien Covid-19. Provinsi Jawa Tengah di Indonesia termasuk daerah dengan kasus 151.302 orang terkonfirmasi positif Covid-19 per 24 Februari 2021. Wilayah BARLINGMASCAKEB berada di Provinsi Jawa Tengah. Artikel ini berusaha memberikan pendekatan postulat jarak terdekat rumah sakit rujukan Covid-19 di wilayah BARLINGMASCAKEB dengan *Haversine Formula*. Metode penelitian terdiri atas pengumpulan data, kalkulasi jarak terdekat dalam kilometer (nilai D), validasi nilai D dengan dibandingkan *Google Maps*, dan diakhiri penyusunan postulat. Penerapan *Haversine Formula* untuk menentukan jarak terdekat rumah sakit rujukan Covid-19 di wilayah Kabupaten Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen (BARLINGMASCAKEB) dapat diterapkan untuk 41 rumah sakit rujukan Covid-19 dan sebanyak 27 jarak terdekat berdasarkan perhitungan persamaan *Haversine Formula*, dengan menghasilkan pendekatan postulat kesatu $\{D \in \mathbb{R} \mid D \leq 5\}$ dan postulat kedua $\{D \in \mathbb{R} \mid 5 < D \leq 25\}$ di wilayah BARLINGMASCAKEB, Jawa Tengah, Indonesia.

Kata kunci: Barlingmascakeb; Covid-19; Haversine Formula; Jarak Terdekat; Rumah Sakit.

Abstract. The Covid-19 pandemic, which is increasing in number every day, has made many hospitals have to provide care facilities for Covid-19 patients. Central Java Province in Indonesia is one of the regions with 151,302 cases confirmed positive for Covid-19 as of 24 February 2021. The BARLINGMASCAKEB region is in Central Java Province. This paper will provide a postulate approach to the closest Covid-19 referral hospital in the BARLINGMASCAKEB region with *Haversine Formula*. The research method consists of collected data, calculated the closest distance (D value) in kilometers, validated the value of D compared to Google Maps, then compilation of postulates. The application of the *Haversine Formula* to determine the closest distance to the Covid-19 referral hospital in the districts of Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen (BARLINGMASCAKEB) can be applied to 41 Covid-19 referral hospitals and as many as 27 shortest distances based on the calculation of the *Haversine Formula* equation, with yields the first postulate approach $\{D \in \mathbb{R} \mid D \leq 5\}$ and the second postulate $\{D \in \mathbb{R} \mid 5 < D \leq 25\}$ in the BARLINGMASCAKEB region, Central Java, Indonesia.

Keywords: Barlingmascakeb; Covid-19; Haversine Formula; Hospital; Nearest Distance.

1. Pendahuluan

Pandemi Covid-19 yang kian hari semakin meningkat jumlahnya membuat banyak rumah sakit harus menyediakan fasilitas perawatan bagi pasien Covid-19 [1]. Tercatat per 24 Februari 2021 di Indonesia sudah mencapai angka 1.306.141 orang positif terkonfirmasi Covid-19 [2]. Angka tersebut terdiri atas 151.302 orang terkonfirmasi positif Covid-19 di Provinsi Jawa Tengah [3]. Keresidenan Banyumas termasuk wilayah keresidenan (*residency*) yang dahulu terdiri atas beberapa kabupaten atau kota madya (*regency* atau *municipality*) yang berada di Provinsi Jawa Tengah [4]. Saat ini, dikenal BARLINGMASCAKEB, merupakan wilayah besar yang terdiri atas daerah otonomi Kabupaten Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, dan Kebumen [5].

Penggunaan *Haversine Formula* dalam penentuan nilai jarak paling dekat antara dua lokasi tertentu sering dilakukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya [1]. Beberapa implementasi dengan *Haversine Formula* untuk keperluan selama pandemi Covid-19 antara lain menentukan rute terpendek rumah sakit rujukan Covid-19 di Keresidenan Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia oleh Al Hakim, dkk. [1]. Selain itu juga diterapkan dalam pengembangan sistem informasi geografis pada rumah sakit rujukan yang ada di Kota Semarang oleh Husada, dkk. [6]. Penerapan *Haversine Formula* juga diterapkan untuk menentukan jarak terpendek rumah sakit dan puskesmas yang berada di Provinsi Gorontalo oleh Farid & Yunus [7].

Jawa Tengah yang termasuk provinsi dengan kasus Covid-19 tinggi menjadikan pemerintah menambah rumah sakit rujukan Covid-19, total menjadi 58 rumah sakit per 24 Februari 2021 [8]. Dengan menerapkan *Haversine Formula* untuk menentukan jarak terdekat antar-rumah sakit, diharapkan dapat bermanfaat dalam penanganan pasien Covid-19 di BARLINGMASCAKEB. Penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan *Haversine Formula* melalui pendekatan postulat jarak terdekat untuk rute terpendek rumah sakit rujukan Covid-19 yang berada di wilayah BARLINGMASCAKEB, Jawa Tengah, Indonesia.

2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang menjadi acuan penelitian ini antara lain *Haversine Formula*, implementasi *Haversine Formula* untuk pandemi Covid-19 di Indonesia.

2.1. *Haversine Formula*

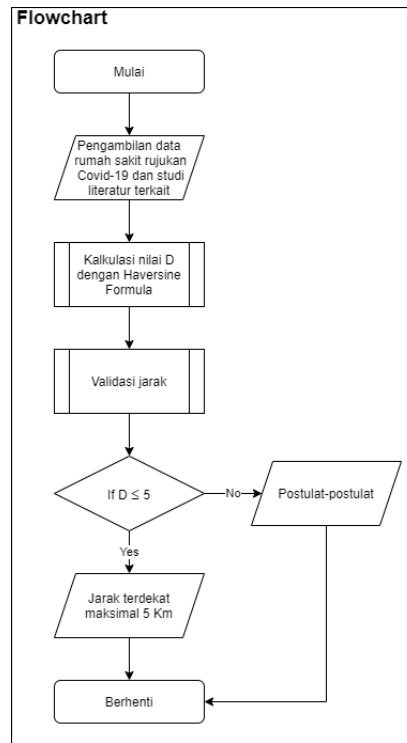
Haversine Formula merupakan sebuah algoritma yang diterapkan secara matematis untuk digunakan dalam navigasi dengan memberikan perhitungan jarak lingkaran besar antar dua titik di permukaan bumi yang didasarkan pada garis bujur dan garis lintang bumi. *Haversine Formula* dapat pula secara matematis dijelaskan untuk mengatasi masalah jarak yang mempertimbangkan kelengkungan bumi [7]. Perhitungan jarak antara dua titik lokasi dihitung menggunakan rumus Haversine. Bahkan, rumus Haversine ini dapat diintegrasikan dengan fitur *location-based service* yang ada pada *smartphone* [9].

2.2. Implementasi *Haversine Formula* untuk Pandemi Covid-19

Penelitian selama pandemi Covid-19 dengan menerapkan Algoritma *Haversine Formula* dilakukan oleh Husada, dkk. [6] yang menerapkan *Haversine Formula* untuk membangun sistem informasi geografis jarak terdekat rumah sakit rujukan Covid-19 di Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia. Ahmed [10] mendesain rangka kerja berbasis sistem seluler untuk mengatur penyebaran Covid-19. Al Hakim, dkk. [1] menggunakan tiga pendekatan postulat jarak terdekat untuk mengukur rumah sakit rujukan Covid-19 yang berada di Keresidenan Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia. Tiga postulat tersebut berupa postulat pertama $\{D \in \mathbb{R} \mid 5 < D \leq 10\}$ untuk nilai jarak rumah sakit (D) antara 5 hingga 10 kilometer; postulat kedua $\{D \in \mathbb{R} \mid 10 < D \leq 25\}$ untuk nilai jarak rumah sakit (D) antara 10 hingga 25 kilometer; dan postulat ketiga $\{D \in \mathbb{R} \mid D > 25\}$ untuk nilai jarak rumah sakit (D) lebih dari 25 kilometer jaraknya.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini mengacu pada penelitian Al Hakim, dkk. [1] yang diawali dengan (1) pengumpulan data; (2) kalkulasi jarak terdekat dalam kilometer (nilai D); (3) validasi nilai D dengan membandingkan *Google Maps*; (4) penyusunan postulat. Diagram alir penelitian dijelaskan gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir (flowchart) penelitian.

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data rumah sakit bersumber dari laman resmi Satgas Covid-19 Jawa Tengah [3], laman berita Kompas [8], dan laman resmi Satgas Covid-19 Republik Indonesia [2]. Data rumah sakit kemudian diberikan kode rumah sakit untuk memudahkan jalannya penelitian. Masing-masing rumah sakit dicatat titik koordinat *latitude* dan *longitude*-nya.

3.2. Kalkulasi Jarak Terdekat dalam Kilometer

Perhitungan jarak terdekat untuk mendapatkan nilai D pada persamaan Haversine (persamaan 1). Mengingat kondisi darurat Covid-19 maka jarak maksimal yang diharapkan adalah 5 kilometer dari satu rumah sakit, ke rumah sakit lain [1], [11]. Untuk mengubah koordinat menjadi jarak dapat menggunakan rumus Haversine [12]. Secara matematis, persamaan *Haversine Formula* dijelaskan pada persamaan 1.

$$D = \text{acos}(\sin(\text{lat } 1) \times \sin(\text{lat } 2) + \cos(\text{lat } 1) \times \cos(\text{lat } 2) \times \cos(\text{long } 2 - \text{long } 1)) \times R \quad (1)$$

dengan [1] : D = nilai jarak antara dua rumah sakit (kilometer); lat 1 = radian *latitude* rumah sakit pertama; lat 2 = radian *latitude* rumah sakit kedua; long 1 = radian *longitude* rumah sakit pertama; long 2 = radian *longitude* rumah sakit kedua; dan R = jari-jari bumi atau 6371 kilometer. Perhitungan persamaan (1) menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2019, sehingga akan didapatkan nilai D.

3.3. Validasi Nilai D dengan Membandingkan Google Maps

Hasil kalkulasi nilai D berdasarkan persamaan 1 kemudian akan dibandingkan dengan perhitungan jarak pada *Google Maps*. Jarak yang didapatkan dari *Google Maps* dalam kilometer akan dibandingkan dengan nilai D hasil perhitungan.

3.4. Penyusunan Postulat

Jarak terdekat rumah sakit yang telah dihitung, masing-masing akan diseleksi jarak terdekat berdasarkan kilomernya. Jarak antar rumah sakit yang diambil diharapkan tidak lebih dari 5 kilometer. Apabila jarak melebihi 5 kilometer maka akan ditentukan *range* jarak maksimalnya sehingga mobilitas dalam keperluan medis untuk penanganan Covid-19 dapat tercapai dengan baik. Postulat yang disusun akan berdasarkan hasil seleksi *range* nilai D minimal 5 kilometer dan kelipatannya untuk maksimal.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Rumah Sakit

Data rumah sakit wilayah BARLINGMASCAKEB, Jawa Tengah, Indonesia dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. Data rumah sakit rujukan Covid-19 di wilayah BARLINGMASCAKEB.

No.	Nama Rumah Sakit (RS)	Latitude	Longitude	Wilayah	Kode RS
1	RS Emanuel	-7,464933	109,430518	Kabupaten Banjarnegara	H1
2	RS PKU Muhammadiyah	-7,454812	109,455768		H2
3	RS Islam Banjarnegara	-7,401695	109,615858		H3
4	RSUD Hj. Anna Lasmanah	-7,392913	109,692829		H4
5	RSUD Panti Nugroho	-7,403314	109,358859	Kabupaten Purbalingga	H5
6	RSU Harapan Ibu	-7,400100	109,350217		H6
7	RS Nirmala	-7,399147	109,346093		H7
8	RSU Siaga Medika Purbalingga	-7,384091	109,345263		H8
9	RSUD Dr. R Goeteng	-7,378623	109,361576		H9
10	RSUD Margono Soekarjo	-7,436219	109,267759		H10
11	RSU Wiradadi Husada	-7,459130	109,271768		H11
12	RSU Dadi Keluarga	-7,448221	109,252862		H12
13	RSU Ananda	-7,418292	109,223996		H13
14	RSU St Elisabeth	-7,416512	109,239746	H14	
15	RST Wijayakusuma	-7,415095	109,245580	Kabupaten Banyumas	H15
16	RSU Bunda	-7,429044	109,253511		H16
17	RSIA Sinar Kasih	-7,425614	109,261806		H17
18	RS Islam Purwokerto	-7,418645	109,212644		H18
19	RS Hermina	-7,420500	109,202588		H19
20	RSU Siaga Medika Banyumas	-7,525721	109,293689		H20
21	RSUD Banyumas	-7,529866	109,292435		H21
22	RSU Medika Lestari Kemranjen	-7,592499	109,274923	H22	
23	RSUD Ajibarang	-7,412823	109,079249	H23	
24	RSUD Cilacap	-7,717320	109,015311	Kabupaten Cilacap	H24
25	RSU Santa Maria	-7,736185	109,009725		H25
26	RSI Fatimah	-7,692121	109,024922		H26
27	RSU Pertamina Cilacap	-7,702142	109,045247		H27

No.	Nama Rumah Sakit (RS)	Latitude	Longitude	Wilayah	Kode RS
28	RSUD Majenang	-7,295868	108,759728		H28
29	RSU Duta Mulya	-7,296019	108,767990		H29
30	RSU Raffa Majenang	-7,300575	108,756113		H30
31	RS Aghisna Sidareja	-7,485000	108,799940		H31
32	RS Aghisna Medika Kroya	-7,636935	109,248928		H32
33	RS Purbowangi	-7,609734	109,486625		H33
34	RS PKU Muhammadiyah Gombong	-7,608810	109,502398		H34
35	RS Palang Biru Gombong	-7,609547	109,531984		H35
36	RSUD Dr. Soedirman	-7,700758	109,664727		H36
37	RS PKU Muhammadiyah Sruweng	-7,662731	109,609213	Kabupaten Kebumen	H37
38	RS Permata Medika	-7,675790	109,667621		H38
39	RSUD Prembun	-7,722067	109,794929		H39
40	RS PKU Muhammadiyah Petanahan	-7,754841	109,593065		H40
41	RSU Purwogondo	-7,684387	109,507561		H41

4.2. Perhitungan Nilai D

Perhitungan jarak terdekat berdasarkan persamaan (1) *Haversine Formula* (nilai D) beserta validasi dengan membandingkan *Google Maps* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kalkulasi Nilai D

No.	Kode RS	Radian Latitude	Radian Longitude	Nilai D (jarak dalam kilometer)	Wilayah	Jarak <i>Google Maps</i> (kilometer)
1	H1	-0,1302216	1,9089546	3,001	Kabupaten Banjarnegara	3,300
2	H2	-0,1300451	1,9093951			
3	H3	-0,1291185	1,9121877	8,539		
4	H4	-0,1289653	1,9135305			
5	H5	-0,1291467	1,9077045	1,017	Kabupaten Purbalingga	1,200
6	H6	-0,1290906	1,9075538			
7	H7	-0,1290740	1,9074818	1,675		
8	H8	-0,1288114	1,9074674	1,898	Kabupaten Banyumas	2,000
9	H8	-0,1288114	1,9074674			
10	H9	-0,1287160	1,9077519			2,100
11	H10	-0,1297207	1,9061154	2,584	Kabupaten Banyumas	2,900
12	H11	-0,1301204	1,9061853			
13	H12	-0,1299301	1,9058555	4,603	Kabupaten Banyumas	5,800
14	H13	-0,1294080	1,9053519			
15	H13	-0,1294080	1,9053519	1,747		
16	H14	-0,1293769	1,9056267			

No.	Kode RS	Radian Latitude	Radian Longitude	Nilai D (jarak dalam kilometer)	Wilayah	Jarak Google Maps (kilometer)
17	H14	-0,1293769	1,9056267	0,662		0,800
18	H15	-0,1293522	1,9057285			
19	H16	-0,1295955	1,9058668	0,990		1,200
20	H17	-0,1295357	1,9060115			
21	H18	-0,1294141	1,9051539	1,127		1,400
22	H19	-0,1294465	1,9049785			
23	H20	-0,1312820	1,9065677	0,481		0,400
24	H21	-0,1313543	1,9065458			
25	H21	-0,1313543	1,9065458	7,223		9,100
26	H22	-0,1324469	1,9062403			
27	H19	-0,1294465	1,9049785	13,620		14,700
28	H23	-0,1293126	1,9028269			
29	H24	-0,1346244	1,9017115	2,184		2,500
30	H25	-0,1349534	1,9016141			
31	H26	-0,1341848	1,9018792	2,501		3,300
32	H27	-0,1343596	1,9022338			
33	H28	-0,1272724	1,8972530	0,911	Kabupaten Cilacap	0,900
34	H29	-0,1272750	1,8973972			
35	H28	-0,1272724	1,8972530	0,657		0,850
36	H30	-0,1273545	1,8971900			
37	H29	-0,1272750	1,8973972	21,296		31,300
38	H31	-0,1305717	1,8979545			
39	H32	-0,1332221	1,9057869	13,308	Kabupaten Banyumas	14,700
40	H20	-0,1312820	1,9065677			
41	H33	-0,1327476	1,9099333	1,741		1,400
42	H34	-0,1327315	1,9102085			
43	H34	-0,1327315	1,9102085	3,260	Kabupaten Kebumen	3,300
44	H35	-0,1327442	1,9107246			
45	H36	-0,1343354	1,9130402	7,433		8,000
46	H37	-0,1336721	1,9120718			
47	H38	-0,1338999	1,9130907	2,793		4,300
48	H36	-0,1343354	1,9130402			
49	H39	-0,1347072	1,9153115	14,534	Kabupaten Kebumen	15,900
50	H36	-0,1343354	1,9130402			
51	H40	-0,1352789	1,9117901	9,921		13,700

No.	Kode RS	<i>Radian Latitude</i>	<i>Radian Longitude</i>	Nilai D (jarak dalam kilometer)	Wilayah	Jarak Google Maps (kilometer)
52	H36	-0,1343354	1,9130402			
53	H41	-0,1340499	1,9102986	17,405		22,600
54	H36	-0,1343354	1,9130402			

4.3. Penyusunan Postulat

Al Hakim, dkk. [1] menyebutkan terdapat tiga postulat untuk jarak terdekat rumah sakit rujukan Covid-19. Berdasarkan Tabel 2, kami mengembangkan postulat dengan data nilai D yang didapatkan, sehingga untuk wilayah BARLINGMASCAKEB terdiri atas postulat-postulat berikut.

- Postulat kesatu (1) berbunyi $\{D \in \mathbb{R} \mid D \leq 5\}$ adalah jarak terdekat nilai D antar-rumah sakit kurang dari sama dengan 5 kilometer untuk 18 jarak rumah sakit rujukan Covid-19 di wilayah BARLINGMASCAKEB, Jawa Tengah, Indonesia.
- Postulat kedua (2) berbunyi $\{D \in \mathbb{R} \mid 5 < D \leq 25\}$ adalah jarak terdekat nilai D antar-rumah sakit lebih dari 5 kilometer hingga sama dengan 25 kilometer untuk 9 jarak rumah sakit rujukan Covid-19 di wilayah BARLINGMASCAKEB, Jawa Tengah, Indonesia.
- Kedua postulat tersebut di atas (postulat 1 dan postulat 2) adalah pengembangan dari penelitian Al Hakim, dkk. [1] berdasarkan kondisi titik koordinat *latitude* dan *longitude* rumah sakit-rumah sakit rujukan Covid-19 yang berada di wilayah BARLINGMASCAKEB, Jawa Tengah, Indonesia.

5. Kesimpulan

Penerapan *Haversine Formula* untuk menentukan jarak terdekat rumah sakit rujukan Covid-19 di wilayah Kabupaten Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen (BARLINGMASCAKEB) dapat diterapkan untuk 41 rumah sakit rujukan Covid-19 dan sebanyak 27 jarak terdekat berdasarkan perhitungan persamaan *Haversine Formula*, menghasilkan pendekatan postulat kesatu $\{D \in \mathbb{R} \mid D \leq 5\}$ dan postulat kedua $\{D \in \mathbb{R} \mid 5 < D \leq 25\}$ di wilayah BARLINGMASCAKEB, Jawa Tengah, Indonesia.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa Program Magister Teknik Elektro FTIK JGU.

7. Referensi

- [1] R. R. Al Hakim, M. Y. Billian, and A. Muchsin, "Pendekatan Postulat Jarak Terdekat Rumah Sakit Rujukan Covid-19 di Keresidenan Surakarta Indonesia Menggunakan Haversine Formula," *SEMASTER Semin. Nas. Teknol. Inf. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 103–111, 2020, doi: 10.31849/semester.v1i1.
- [2] Gugus Tugas Percepatan Penanganan COVID-19 RI, "Beranda | Gugus Tugas Percepatan Penanganan COVID-19," 2020. <https://covid19.go.id/> (accessed Jun. 26, 2020).
- [3] Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, "Rumah Sakit Rujukan COVID-19 Di Jawa TengahJateng Tanggap COVID-19," *Tanggap COVID-19 Provinsi Jawa Tengah*, 2020. <https://corona.jatengprov.go.id/rumah-sakit> (accessed Nov. 15, 2020).
- [4] S. Priyadi, "Banyumas 1571-1937," *Paramita Hist. Stud. J.*, vol. 28, no. 1, pp. 92–104, 2018, doi: 10.15294/paramita.v28i1.13925.
- [5] R. M. Sani, H. Sambodo, and B. Bambang, "The Effect of Human Capital, Labors, and Capital on Economic Growth in Barlingmascakeb," *Eko-Regional J. Pengemb. Ekon. Wil.*, vol. 13, no. 2, pp. 60–68, 2018, doi: 10.20884/1.erjpe.2018.13.2.1172.
- [6] C. Husada, K. D. Hartomo, and H. P. Chernovita, "Implementasi Haversine Formula untuk

- Pembuatan SIG Jarak Terdekat ke RS Rujukan COVID-19,” *J. RESTI*, vol. 4, no. 5, pp. 874–883, 2020.
- [7] Farid and Y. Yunus, “Analisa Algoritma Haversine Formula untuk Pencarian Lokasi Terdekat Rumah Sakit dan Puskesmas Provinsi Gorontalo,” *Ilk. J. Ilm.*, vol. 9, no. 3, pp. 353–355, 2017.
- [8] Kompas, “Bertambah, Ini Daftar 58 Rumah Sakit Rujukan Penanganan Virus Corona di Jawa Tengah Halaman all - Kompas.com,” 2020. <https://www.kompas.com/tren/read/2020/03/15/165652365/bertambah-ini-daftar-58-rumah-sakit-rujukan-penanganan-virus-corona-di-jawa?page=all> (accessed Feb. 24, 2021).
- [9] K. Saputra, N. Nazaruddin, D. H. Yunardi, and R. Andriyani, “Implementation of haversine formula on location based mobile application in syiah kuala university,” in *Proceedings: CYBERNETICSCOM 2019 - 2019 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence: Towards a Smart and Human-Centered Cyber World*, Aug. 2019, pp. 40–45, doi: 10.1109/CYBERNETICSCOM.2019.8875686.
- [10] A. M. Ahmed, “Designing a Framework to Control the Spread of Covid-19 by Utilizing Cellular System,” *Kurdistan J. Appl. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 146–153, Jun. 2020, doi: 10.24017/covid.16.
- [11] J. Bauer *et al.*, “Access to intensive care in 14 European countries: a spatial analysis of intensive care need and capacity in the light of COVID-19,” *Intensive Care Med.*, vol. 46, no. 11, pp. 2026–2034, 2020, doi: 10.1007/s00134-020-06229-6.
- [12] A. Suryana, F. Reynaldi, F. Pratama, G. Ginanjar, I. Indriansyah, and D. Hasman, “Implementation of haversine formula on the limitation of e-voting radius based on android,” in *Proceedings - 2018 4th International Conference on Computing, Engineering, and Design, ICCED 2018*, Apr. 2019, pp. 218–223, doi: 10.1109/ICCED.2018.00050.