

PENDEKATAN GEOSPASIAL UNTUK MENILAI AKSESIBILITAS PUSAT KESEHATAN MASYARAKAT (PUSKESMAS) BERBASIS JARINGAN TRANSPORTASI PUBLIK DI KOTA PEKANBARU

Eggy Arya Giofandi¹, Amira Novalinda², Dhanu Sekarjati³, Anugrah Pratama¹, Cipta Estri Sekarrini⁴

¹Program Pascasarjana Perencanaan Wilayah, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Bogor, Indonesia

²Program Pascasarjana Matematika, FMIPA, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

³Amcolabora Institute, Depok, Indonesia

⁴Program Doktor Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

E-mail: ¹aryaeggy15@gmail.com muh.anugrah@apps.ipb.ac.id, ²miranovalia@gmail.com,

³dhanusekar77@gmail.com, ⁴ciptaputri123123@gmail.com

Abstract –Health services are one of the most important facilities and help improve the quality of life and social welfare of modern society. Recent advances in the field of health geography have greatly enhanced our understanding of the role that geography of health care distribution plays in the maintenance of population health. This study presents a two-stage methodology for evaluating the location of existing health facilities in Pekanbaru City and estimating the area of buildings that are not covered by health facilities. The results obtained during the study resulted in the finding that several facilities were close together so that the measurement results overlapped to form a wedge, while the estimated built-up land that was not covered by health facilities was 3,259 hectares. This condition is expected to be able to develop health facilities that will be useful in settlements on the outskirts of the city, this hopefully can be one of the initial conditions to determine the development of health locations in the next planning.

Keywords: health facilities, network analysis, Pekanbaru City

Abstrak –Pelayanan kesehatan merupakan salah satu fasilitas terpenting dan membantu meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan sosial masyarakat modern. Kemajuan terbaru di bidang geografi kesehatan telah sangat meningkatkan pemahaman kita tentang peran yang dimainkan oleh geografi pemerataan pelayanan kesehatan dalam pemeliharaan kesehatan penduduk. Studi ini menyajikan metodologi dua tahap untuk mengevaluasi lokasi fasilitas kesehatan yang ada di Kota Pekanbaru dan mengestimasi luasan bangunan yang tidak terjangkau fasilitas kesehatan. Hasil yang diperoleh selama penelitian menghasilkan temuan beberapa fasilitas terletak pada lokasi yang berdekatan sehingga hasil pengukuran mengalami tumpang tindih membentuk irisan, sedangkan untuk estimasi lahan terbangun yang tidak terjangkau fasilitas kesehatan 3.259 hektar. Kondisi ini diharapkan dapat dilakukan pengembangan fasilitas kesehatan yang akan berguna pada permukiman dibagian pinggiran kota, hal ini semoga dapat menjadi salah satu kondisi awal untuk menentukan pengembangan lokasi kesehatan di perencanaan selanjutnya.

Kata Kunci: fasilitas kesehatan, analisis jaringan, Kota Pekanbaru.

PENDAHULUAN

Kesehatan adalah faktor terpenting yang berkontribusi terhadap pembangunan negara, dan akses kesehatan yang tersedia pusat perawatan terutama berkontribusi terhadap pembangunan [1][2]. Dalam modernisasi dunia, sistem kesehatan suatu negara menunjukkan kinerjanya dari negara tersebut [3]. Keadaan ini terutama lebih disesalkan di negara berpenghasilan rendah dan menengah, karena lebih dari satu miliar masyarakat miskin hampir tidak memiliki akses dasar ke pusat kesehatan [4]. Aksesibilitas memiliki efek langsung pada beban penyakit yang mempengaruhi banyak negara berkembang telah mengelompokkan faktor-faktor ini menjadi tiga kategori; ketersediaan, keterjangkauan, dan geografi [5].

Transportasi dan kesehatan masyarakat saling berhubungan, sebagai transportasi sistem dapat secara langsung mempengaruhi aksesibilitas ke layanan perawatan kesehatan[6]. Istilah akses yang berkaitan dengan perawatan kesehatan, bersifat multi-dimensi dan melampaui jarak yang harus ditempuh pasien untuk mengakses perawatan mengidentifikasi lima dimensi ini untuk diakses: ketersediaan, aksesibilitas, akomodasi, keterjangkauan, dan penerimaan, dua dari yang, ketersediaan dan aksesibilitas, berada dalam ranah spasial [7][8].

Dalam terminologi teoritis grafik jaringan transportasi dapat disebut sebagai grafik bernilai, atau sebagai

Korespondensi

Eggy Arya Giofandi | aryaeggy15@gmail.com

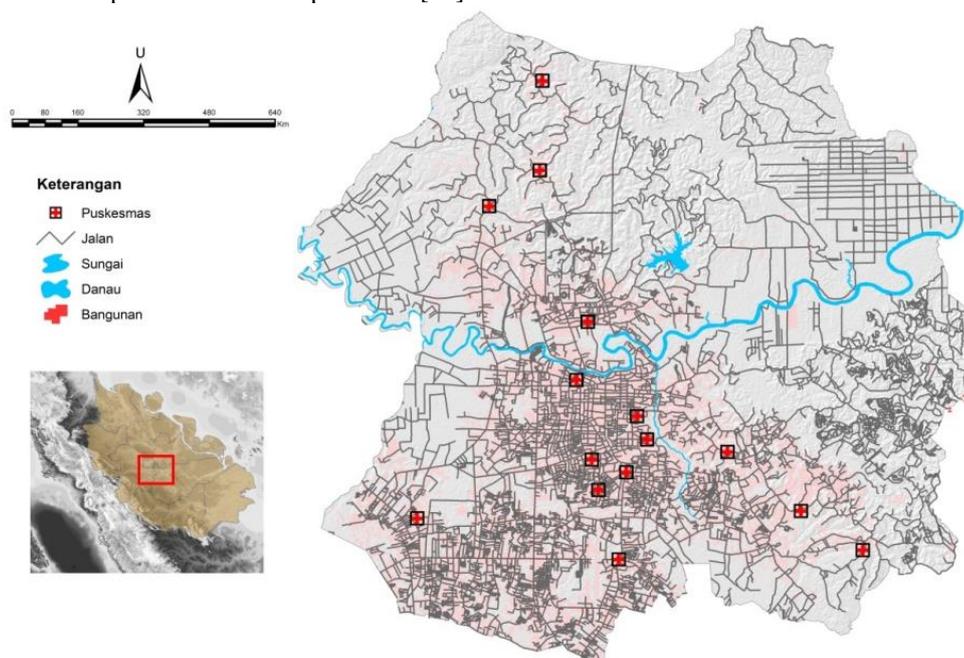
alternatif jaringan [9]. Tautan terarah disebut sebagai busur, sementara tautan tidak terarah sebagai tepi. Istilah berguna lainnya dengan beberapa interpretasi intuitif adalah jalur, yang merupakan urutan node berbeda yang terhubung dalam satu arah dengan tautan; sebuah siklus, yang merupakan jalur yang terhubung dengan dirinya sendiri di ujungnya [10], dan sebatang pohon, yang adalah jaringan di mana setiap node dikunjungi sekali dan hanya sekali [11]. Hubungan antara node dan busur, disebut sebagai topologi jaringan, dapat ditentukan oleh matriks insiden simpul-busur: tabel variabel biner atau terner yang menyatakan ada atau tidak adanya hubungan antara elemen jaringan [12]. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jangkauan pelayanan fasilitas pusat kesehatan masyarakat di Kota Pekanbaru.

METODOLOGI PENELITIAN

Wilayah penelitian memiliki luas 402.32 Km² termasuk salah satu kota yang terletak di pulau sumatra. Kota Pekanbaru terletak pada wilayah yang beriklim tropis dengan rata-rata suhu permukaan mencapai 34°C [13].

Karena lokasinya sebagai ibukota provinsi mencakup 12 kabupaten/kota se Provinsi Riau. Daerah penelitian ini berpenduduk 983.356 jiwa pada tahun 2020 [14]. Data yang dipergunakan dalam penelitian ialah data lokasi fasilitas puskesmas, aksesibilitas seperti jalan, dan data bangunan Kota Pekanbaru tahun 2022, sedangkan untuk radius jangkauan berkisar 3 Km² yang telah ditetapkan dalam KEPMEN NO.534/KPTS/M/2001 [15].

Data puskesmas dan data aksesibilitas diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan skala 1:50.000. Letak garis lintang dan bujur puskesmas di kode geografis menggunakan nama puskesmas alamat diposisi sebenarnya. Sedangkan data bangunan diekstrak menggunakan data penginderaan jauh dengan resolusi spasial 10 x 10m² yang diperoleh dari citra Sentinel-2A. Informasi terkait persebaran fasilitas kesehatan masyarakat dan kondisi geografis lokasi penelitian dijelaskan dalam (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Network Analysis

Pemanfaatan metode konvensional yang sering diterapkan dalam mendefinisikan aksesibilitas spasial dengan melakukan tumpang tindih rasio populasi penduduk dengan pelayanan kesehatan yang dibatasi dalam batasan administrasi pemerintahan. Kelemahan asumsi ini menimbulkan kekhawatiran, dimana lemahnya akurasi dalam menerapkan skenario di dunia nyata [16]. Salah satu solusi dengan menggunakan tingkat resolusi data yang berbeda dapat memperkuat validitas asumsi tersebut [17].

Network atau jaringan biasa dianggap sebagai suatu akses arus, dimana banyak kenyataan di muka bumi pergerakan atau arus secara logis hanya dapat melalui jaringan tersebut. Analisis jaringan digunakan untuk

memecahkan persoalan penggunaan jaringan geografis. Salah satu contoh pencarian rute perjalanan yang efisien, pembuatan petunjuk perjalanan, *network analysis* tergolong salah satu jenis pemodelan spasial yang digunakan untuk menjawab beberapa pertanyaan mengenai jarak, ketepatan waktu, dan cakupan area [18]. Penelitian ini menggunakan area layanan dengan prinsip dasar algoritma *Dijkstra's* untuk mengetahui jangkauan servis layanan kesehatan masyarakat. Dimana *network analysis* berbasis layanan mampu mencakup semua jalan yang dapat diakses, sehingga membantu mengevaluasi aksesibilitas suatu fenomena geografis dalam lingkungan atau wilayah tersebut [19]. Persamaan yang digunakan ialah sebagai berikut.

$$A \cap B = \{A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_i\} \quad (1)$$

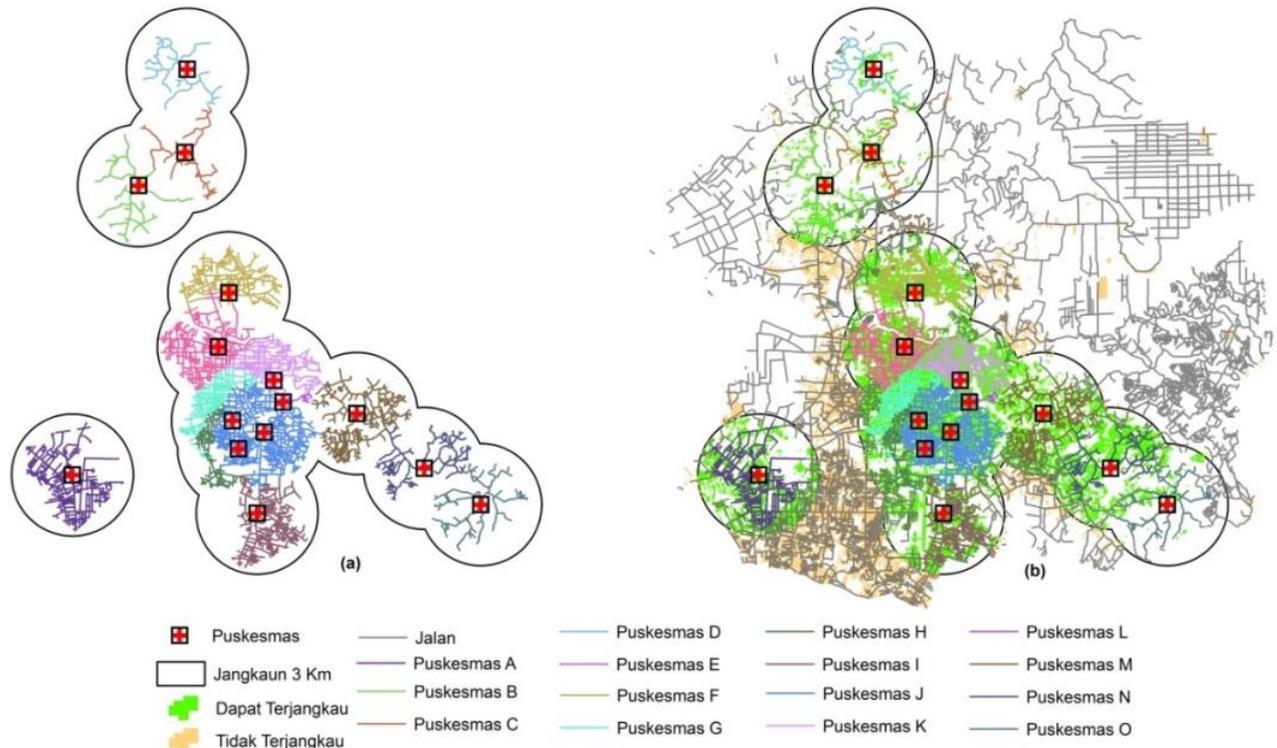
$$\{A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n\} \subset C, \quad (2)$$

$$R \cap B = \{BR_1, BR_2, BR_3, BR_4, \dots, BR_n\} \quad (3)$$

Dimana A menjadi wilayah yang dianalisis, jaringan jalan R , hambatan B , dan basis titik U . Persamaan ini bertujuan untuk menentukan daerah pelayanan titik dasar U , dan hambatan B membagi area A yang menghasilkan sub bagian A_i [20]. Penerapan analisis berbasis jaringan mampu menghitung luas layanan pusat kesehatan masyarakat dengan mempertimbangan jaringan jalan yang terdapat di Kota Pekanbaru.

Identifikasi pergerakan dan mobilitas masyarakat, barang, logistik, dan pola migrasi penyakit ialah tantangan spasial dalam masalah melakukan visualisasi hasil pengamatan [21]. Ruang dan waktu berbentuk dua dimensi dipertimbangkan sebagai objek yang dapat bergerak, dimana teknologi sistem informasi geografis membantu proses model spasial. Model ini tidak hanya terkait antara transportasi, tetapi juga menyediakan jangkauan lingkungan yang dapat dianalisis untuk menyelesaikan suatu permasalahan kesehatan dengan mengintegrasikan berbagai sumber data (data spasial dan tabular). Hasil dari (a) jangkauan puskesmas, dan (b) jangkauan terhadap lahan terbangun ialah sebagai berikut.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. a) Jangkauan Puskesmas, (b) Jangkauan Terhadap Lahan Terbangun Kota Pekanbaru

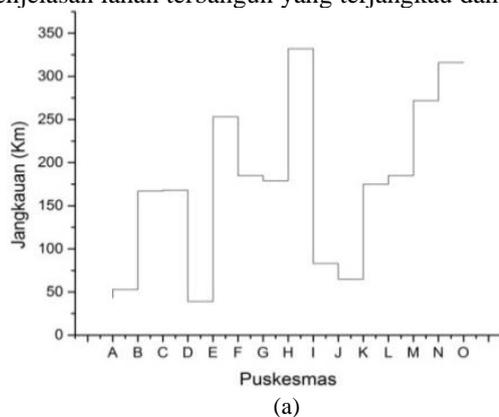
Informasi yang dapat dihasilkan dari penggunaan metode *network analysis* menghasilkan peta jangkauan pusat kesehatan dengan radius 3 km² menghasilkan berbagai variasi keberadaan jangkauan pusat kesehatan. Area permukiman atau lahan terbangun umumnya berada mengikuti ketersediaan aksesibilitas seperti akses jalan, akses ini tidak selalu berjalan mulus terhadap fasilitas-fasilitas umum yang seharusnya disediakan oleh pemerintah [22]. Ditemukan bahwa Di Kota Pekanbaru, ada 15 puskesmas yang tersebar diantara 983.356 penduduk. Fasilitas kesehatan terbatas pada beberapa daerah. Area layanan jauh dari fasilitas kesehatan. Hanya di beberapa daerah, fasilitas kesehatan berada di akses warga. Penduduk lainnya akan menghadapi situasi yang menantang untuk mengakses fasilitas kesehatan.

Gambar 2 dibagian (a) menginformasikan jangkauan puskesmas terhadap aksesibilitas jalan dalam

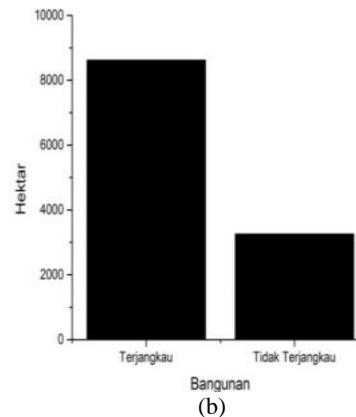
menjangkau daerah permukiman masyarakat dalam memenuhi kebutuhan kesehatan. Lokasi pusat-pusat fasilitas kesehatan umumnya terletak berdasarkan pembagian kecamatan, setiap kecamatan biasanya memiliki satu puskesmas. Kondisi ini menjadi tidak stabil apabila kapasitas bangunan dan jangkauan bangunan tidak dapat mencakup seluruh permukiman yang terdapat dalam satu kecamatan. Kelemahan pemilihan fasilitas kesehatan yang tidak berjaruan menghasilkan ketimpangan pasien dan ketimpangan fasilitas pendukung pelayanan kesehatan sehingga masyarakat akan memilih pelayanan ke puskesmas yang memiliki fasilitas lengkap [23].

Selain itu, jangkauan pusat kesehatan dan hambatan untuk akses akan mempengaruhi perkembangan penduduk. Dimana dampak dari aksesibilitas pusat kesehatan masyarakat mampu mempengaruhi karakteristik layanan kesehatan, bahkan sistem

transportasi yang akan digunakan individu untuk menuju ke pusat layanan kesehatan [24]. Apabila layanan kesehatan yang tersedia disekitar masyarakat memiliki ketidaktersediaan alat penanganan dan diperlukan rujukan menuju layanan kesehatan yang lebih memadai akan memakan waktu yang lebih lama dan juga dipengaruhi ketika bertepatan saat jam aktivitas padat, menimbulkan waktu perjalanan yang lebih panjang [25]. Sedangkan informasi yang dapat dilihat pada gambar 2 bagian (b) menginformasikan kombinasi radius jangkauan secara multi nodal dengan jangkauan jalan secara maksimum 3 km, dalam keterangan hasil tersebut memuat penjelasan lahan terbangun yang terjangkau dan



tidak terjangkau pelayanan fasilitas kesehatan. Kondisi ini menimbulkan ketimpangan atau disparitas terhadap kawasan lahan terbangun yang tidak dapat terjangkau membuat harus melakukan perjalanan lebih jauh untuk menuju fasilitas kesehatan terdekat [26]. Jika dilihat luas bangunan permukiman, untuk nilai bangunan yang dapat dijangkau sekitar 8.625 hektar dan bangunan yang tidak dapat terjangkau mencapai 3.259 hektar. Nilai luas ini termasuk angka yang besar dan diperlukan pembangunan dikawasan tersebut dalam mengurangi banyaknya permukiman yang jauh dari jangkauan fasilitas kesehatan.



Gambar 3. (a) Grafik Luas Jangkauan Antar Puskesmas, (b) Grafik Luas Ketersediaan Puskesmas Terhadap Lahan Terbangun

Kesenjangan kesehatan berasal dari beberapa faktor mulai dari faktor internal hingga faktor eksternal, maupun ketersediaan ruang yang dapat mempengaruhi antar kelompok sosial ekonomi masyarakat [27]. Seperti fasilitas kesehatan yang kurang memadai, fragmentasi tenaga medis, kurangnya integrasi antar tenaga medis dapat menjadi suatu hambatan, dan mampu menimbulkan peningkatan kesenjangan kesehatan [28]. Akses menuju tenaga medis adalah salah satu pendorong kesenjangan tersebut terjadi dan dapat menjadi permasalahan utama untuk memenuhi kebutuhan kesehatan individu.

Informasi yang ditampilkan pada gambar 3 menjelaskan grafik jangkauan antar puskesmas dan respon jangkauan tersebut terhadap lahan terbangun di Kota Pekanbaru. Jika dilihat terhadap jangkauan bagian (a) menghasilkan puskesmas H dan puskesmas O memiliki jangkauan paling jauh dari 15 puskesmas yang tersedia. Jangkauan ini terlepas dari kedekatan puskesmas sekitar sehingga wilayah kerja puskesmas H dan O lebih jauh, untuk keterangan bagian (b) menemukan bahwa luas lahan terbangun yang terkategori tidak terjangkau menghasilkan nilai yang cukup besar dan perlu dilakukan pengembangan fasilitas kesehatan untuk memenuhi kebutuhan pelayanan masyarakat.

Setelah melewati era pandemi dapat beberapa tahun terakhir membuat terjadinya reformasi perawatan kesehatan dengan berbagai fasilitas yang lengkap. Pemerintah tingkat skala regional mulai melakukan investasi disektor fasilitas kesehatan, termasuk membangun rumah sakit baru dan memberikan dukungan untuk pengembangan fasilitas. Perencanaan

berbasis lokasi sangat penting bagi pembuat kebijakan dan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis GIS seperti analisis *service area* diharapkan memberikan informasi penting dalam upaya ini. Selanjutnya, diperlukan peningkatan fasilitas kesehatan baik itu unit fasilitas kesehatan tertinggi hingga unit terkecil yang terdistribusi secara spasial sehingga penanganan dapat tersedia ditengah-tengah masyarakat. Analisis spasial dengan skala geografis yang berbeda mulai dari dokumentasi yang berguna untuk program pencegahan [29]. Namun penelitian ini tidak memiliki akses data resolusi yang tinggi untuk area pengamatan dan menggunakan akses data tidak berbayar. Meskipun penggunaan data permukiman yang pendekatannya tidak sensitif, hasilnya masih dapat dipergunakan untuk perencanaan di masa depan. Selain itu keterbatasan tambahan terkait dengan jaringan jalan terbaru tidak termuat dan diperlukan pembaharuan data jaringan jalan. Keberadaan lokasi yang valid untuk fasilitas kesehatan masih terbatas dengan batasan administrasi sehingga diperlukan pengumpulan data terbaru terkait keberadaan fasilitas kesehatan.

KESIMPULAN

Teknologi informasi geospasial dalam penilaian aksesibilitas fasilitas kesehatan menggambarkan beberapa wilayah yang mengalami disparitas pelayanan. Kondisi dapat menjadi salah satu pertimbangan kepada pembuat kebijakan dan perencana kesehatan. Namun, itu perlu memiliki informasi mengenai ruang, kesenjangan ruang, dan aspek fasilitas kesehatan di tingkat yang lebih detail. Keterbatasan penelitian ini tidak melibatkan

kemacetan, waktu tempuh, dan keberadaan fasilitas lainnya seperti apotik, praktek bidan, hingga rumah sakit. Diharapkan untuk penelitian yang akan datang agar dapat melakukan perhitungan spasial menggunakan keberadaan fasilitas kesehatan dari unit terkecil hingga unit terbesar..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Palk, J. T. Okano, L. Dullie, and S. Blower, "Travel time to health-care facilities, mode of transportation, and HIV elimination in Malawi: a geospatial modelling analysis," *Lancet Glob. Heal.*, vol. 8, no. 12, pp. e1555–e1564, 2020, doi: 10.1016/S2214-109X(20)30351-X.
- [2] M. Tanou, T. Kishida, and Y. Kamiya, "The effects of geographical accessibility to health facilities on antenatal care and delivery services utilization in Benin: a cross-sectional study," *Reprod. Health*, vol. 18, no. 1, pp. 1–11, 2021, doi: 10.1186/s12978-021-01249-x.
- [3] G. Ashiagbor, R. Ofori-Asenso, E. K. Forkuo, and S. Agyei-Frimpong, "Measures of geographic accessibility to health care in the Ashanti Region of Ghana," *Sci. African*, vol. 9, p. e00453, 2020, doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00453.
- [4] S. Doi, H. Ide, S. Ogawa, K. Takabayashi, S. Fujita, and S. Koike, "Probabilistic model to analyze patient accessibility to medical facilities using geographic information systems," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 60, no. 1, pp. 1631–1639, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.08.273.
- [5] D. E. Del Conte, A. Locascio, J. Amoroso, and M. L. McNamara, "Modeling multimodal access to primary care in an urban environment," *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.*, vol. 13, p. 100550, 2022, doi: 10.1016/j.trip.2022.100550.
- [6] U. Huerta Munoz and C. Källestål, "Geographical accessibility and spatial coverage modeling of the primary health care network in the Western Province of Rwanda," *Int. J. Health Geogr.*, vol. 11, pp. 1–11, 2012, doi: 10.1186/1476-072X-11-40.
- [7] A. Ibrahim Ramzi and M. Abdl-Latif El-Bedawi, "Towards integration of remote sensing and GIS to manage primary health care centers," *Appl. Comput. Informatics*, vol. 15, no. 2, pp. 109–113, 2019, doi: 10.1016/j.aci.2017.12.001.
- [8] R. S. Rekha, S. Wajid, N. Radhakrishnan, and S. Mathew, "Accessibility Analysis of Health care facility using Geospatial Techniques," *Transp. Res. Procedia*, vol. 27, pp. 1163–1170, 2017, doi: 10.1016/j.trpro.2017.12.078.
- [9] H. E. Jenkins *et al.*, "Geographic accessibility to health facilities predicts uptake of community-based tuberculosis screening in an urban setting," *Int. J. Infect. Dis.*, vol. 120, pp. 125–131, 2022, doi: 10.1016/j.ijid.2022.04.031.
- [10] P. Kumar and D. Kumar, "Network Analysis using GIS Techniques: A Case of Chandigarh City," *Int. J. Sci. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 409–411, 2016, doi: 10.21275/v5i2.nov161143.
- [11] I. M. Harjanti and S. Aulianingtyas, "Identifikasi Jangkauan Pelayanan Fasilitas Publik di Kecamatan Jumo, Kabupaten Temanggung," *Bumiphala J. Pengembangan Drh.*, vol. 1, no. 1, pp. 36–44, 2020.
- [12] M. Luqman and S. U. Khan, "Geospatial application to assess the accessibility to the health facilities in Egypt," *Egypt. J. Remote Sens. Sp. Sci.*, vol. 24, no. 3, pp. 699–705, 2021, doi: 10.1016/j.ejrs.2021.02.005.
- [13] E. A. Giofandi and D. Sekarjati, "Persebaran Fenomena Suhu Tinggi melalui Kerapatan Vegetasi dan Pertumbuhan Bangunan serta Distribusi Suhu Permukaan," *J. Geogr. Media Inf. Pengemb. dan Profesi Kegeografian*, vol. 17, no. 2, pp. 56–62, 2020, doi: 10.15294/jg.v17i2.24486.
- [14] BPS, "Hasil Sensus Penduduk 2020 Kota Pekanbaru," 2021.
- [15] MPPW, *Pedoman Standar Pelayanan Minimal Pedoman Penentuan Standar Pelayanan Minimal Bidang Penataan Ruang, Perumahan Dan Permukiman Dan Pekerjaan Umum (Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah No 534/KPTS/M/2001)*, no. 534. 2001.
- [16] R. Ardiyanto, S. Supriatna, T. L. Indra, and M. D. M. Manesa, "Geospatial approach to accessibility of referral hospitals using geometric network analysts and spatial distribution models of covid-19 spread cases based on gis in bekasi city, west java," *Indones. J. Geogr.*, vol. 54, no. 2, 2022, doi: 10.22146/ijg.66099.
- [17] Y. Liu, H. Gu, and Y. Shi, "Spatial Accessibility Analysis of Medical Facilities Based on Public Transportation Networks," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 23, 2022, doi: 10.3390/ijerph192316224.
- [18] A. Geofana, "GIS Application for Health Facility Coverage Mapping in Temanggung Regency, Central Java Province," *J. Reg. Rural Dev. Plan.*, vol. 5, no. 3, pp. 160–173, 2021, doi: 10.29244/jp2wd.2021.5.3.160-173.
- [19] A. Shaltynov, J. Rocha, U. Jamedinova, and A. Myssayev, "Assessment of primary healthcare accessibility and inequality in north-eastern Kazakhstan," *Geospat. Health*, vol. 17, no. 1, pp. 55–65, 2022, doi: 10.4081/gh.2022.1046.
- [20] P. Flisek and E. Lewandowicz, "A methodology for generating service areas that accounts for linear barriers," *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 8, no. 9, 2019, doi: 10.3390/ijgi8090423.
- [21] X. Tang, Y. Deng, H. Yang, F. Tian, Y. Li, and J. Pan, "Spatial accessibility to emergency care in Sichuan province in China," *Geospat. Health*, vol. 15, no. 2, pp. 274–284, 2020, doi: 10.4081/GH.2020.891.

- [22] A. A. El Karim and M. M. Awawdeh, "Integrating GIS accessibility and location-allocation models with multicriteria decision analysis for evaluating quality of life in Buraidah city, KSA," *Sustain.*, vol. 12, no. 4, 2020, doi: 10.3390/su12041412.
- [23] E. A. Giofandi and I. Umar, "Analisis Pola Persebaran Kejadian Demam Berdarah di Kota Pekanbaru," *J. Kependud. dan Pembang. Lingkung.*, vol. 2, no. 2, pp. 49–55, 2021.
- [24] I. A. Jalil, A. R. A. Rasam, N. A. Adnan, N. M. Saraf, and A. N. Idris, "Geospatial network analysis for healthcare facilities accessibility in semi-urban areas," *Proc. - 2018 IEEE 14th Int. Colloq. Signal Process. its Appl. CSPA 2018*, no. July, pp. 255–260, 2018, doi: 10.1109/CSPA.2018.8368722.
- [25] F. E. S. Silalahi, F. Hidayat, R. S. Dewi, N. Purwono, and N. Oktaviani, "GIS-based approaches on the accessibility of referral hospital using network analysis and the spatial distribution model of the spreading case of COVID-19 in Jakarta, Indonesia," *BMC Health Serv. Res.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–20, 2020, doi: 10.1186/s12913-020-05896-x.
- [26] O. Kotavaara, A. Nivala, T. Lankila, T. Huotari, E. Delmelle, and H. Antikainen, "Geographical accessibility to primary health care in Finland – Grid-based multimodal assessment," *Appl. Geogr.*, vol. 136, no. February, p. 102583, 2021, doi: 10.1016/j.apgeog.2021.102583.
- [27] A. Murad and B. F. Khashoggi, "Using GIS for Disease Mapping and Clustering in Jeddah , Saudi Arabia," *Int. J. Geo-Information*, vol. 9, no. 328, pp. 1–22, 2020, doi: 10.3390/ijgi9050328.
- [28] J. Pan, H. Liu, X. Wang, H. Xie, and P. L. Delamater, "Assessing the spatial accessibility of hospital care in Sichuan Province, China," *Geospat. Health*, vol. 10, no. 2, pp. 261–270, 2015, doi: 10.4081/gh.2015.384.
- [29] T. Dai, K. Guo, J. Zhao, and W. Lu, "Impact of the presence of private hospitals on the spatial equality of healthcare accessibility in Beijing, China," *Geospat. Health*, vol. 17, no. 2, pp. 225–233, 2022, doi: 10.4081/gh.2022.1157.