

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 16 Juli 2023

Disetujui : 1 Januari 2025

GEOGRAFI

GEOCODING DALAM MENGIDENTIFIKASI POLA SEBARAN SEKOLAH DASAR (SD) TERHADAP KESESUAIAN PEMANFAATAN RUANG DAN RISIKO BENCANA DI KOTA TERNATE**Dewi Gafuraningtyas**

Magister Geografi, FMIPA, Universitas Indonesia

(✉) *dewigafura@gmail.com**ABSTRAK**

Visualisasi data spasial penting untuk menganalisis berbagai jenis data. Penelitian ini menggunakan geocoding untuk mengubah data non-spasial menjadi spasial menggunakan alamat lokasi. Penelitian ini berfokus pada sebaran Sekolah Dasar (SD) di Ternate, dengan tujuan untuk mengevaluasi akurasi, memvisualisasikan, dan menganalisisnya dengan data pendukung lainnya. Metode penelitian diawali dengan pembuatan script geocode di website Google Script untuk mendapatkan lokasi spasial sebaran SD. Data tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik overlay pada ArcGIS 10.1 untuk menilai kesesuaian pemanfaatan ruang dan risiko bencana pada tiap titik SD. Hasil analisis menunjukkan bahwa geocoding menghasilkan pergeseran yang signifikan dari hasil analisis citra pada Google Mymaps, karena data alamat di website Kemendikbud tidak lengkap. Meskipun demikian, hasil analisis kesesuaian pemanfaatan ruang menunjukkan bahwa mayoritas sebaran SD di Ternate berada dalam kawasan budidaya, tetapi ada beberapa yang berada di kawasan rawan bencana gunungapi dan tsunami. Kesimpulannya, kelengkapan alamat, pengejaan, dan fungsi script geocoding memiliki pengaruh signifikan terhadap hasilnya.

Kata Kunci: API; geocoding; pemanfaatan ruang; pola sebaran; risiko bencana.

ABSTRACT

Spatial data visualization is essential for analyzing different types of data. This study uses geocoding to convert non-spatial data into spatial using location addresses. This study focuses on the distribution of elementary schools (SD) in Ternate, aiming to evaluate the accuracy, visualize it, and analyze it with other supporting data. The research method begins with creating a geocode script on the Google Script website to get the spatial location of the SD distribution. The data was then analyzed using the overlay technique in ArcGIS 10.1 to assess the suitability of spatial use and disaster risk at each SD point. The analysis results show that geocoding produces a significant shift from the image analysis results on Google Mymaps because the address data on the Ministry of Education and Culture's website is incomplete. Nevertheless, the spatial use suitability analysis results show that most of the SD distribution in Ternate is in cultivation areas. However, some are in areas prone to volcanic and tsunami disasters. In conclusion, the completeness of the address, spelling, and function of the geocoding script significantly influence the results.

Keywords: API; geocoding; land use; distribution pattern; disaster risk.

PENDAHULUAN

Pola geografis berbagai fungsi unit dari waktu ke waktu bisa dilakukan dengan menganalisis distribusi spasial dari entitas yang di-geocode menggunakan *mean center* dan elips standar deviasi (Chow et al., 2021). Metode geocoding digunakan untuk menghubungkan alamat berbasis teks ke koordinat geografis xy (Burns et al., 2014). Kesalahan dalam proses geocoding dapat menyebabkan pergeseran yang jauh pada titik yang dihasilkan (Eckman & English, 2012). Selain menyebabkan kesalahan penetapan lokasi, kesalahan dalam geocoding menyebabkan kesalahan klasifikasi dari kesesuaian data (Nuckols JR et al., 2004; Lovasi et al., 2007). Salah satu isu lain saat menggunakan geocoding adalah ketidaksesuaian data dengan kondisi lapangan karena terkadang terjadi perubahan kodepos dan lainnya (Brimicombe et al., 2007)

(Haberman et al., 2021) melakukan penelitian dengan menganalisis data insiden kejahatan di Indianapolis menggunakan algoritme rentang ganda dan algoritme komposit dan memproses geocodingnya berulang kali untuk memastikan berkurangnya distorsi proyeksi data spasial yang dihasilkan. (Laumer et al., 2020) menggunakan geocoding dalam menginventarisir pohon dipinggiran jalan dengan menggunakan alamat jalan. Kelemahan dari metode ini adalah adanya kesalahan plot lokasi pohon sebanyak 26%. Keuntungan dari informasi yang dihasilkan dari menspasialkan data yakni dapat digunakan di berbagai layanan seperti navigasi, rekomendasi lokasi, dan iklan berbasis lokasi (Sabzali Yameqani & Alesheikh, 2019). Selain itu, menggunakan geocoding dapat menghemat biaya pengambilan data primer (Laumer et al., 2020).

Berbagai penelitian tentang pola sebaran telah banyak dilakukan sebelumnya dengan geocoding namun belum banyak yang mengaitkannya dengan faktor selain pola persebaran. Penelitian ini akan menganalisis lokasi koordinat sebaran SD di Ternate karena semakin meningkatnya kepadatan penduduk. Hingga tahun 2021, jumlah penduduk Ternate mencapai 205.001 dengan luas area daratannya 162,17 Km² yang

berarti kepadatan penduduknya mencapai 1.264 jiwa/km² (BPS, 2021). Berdasarkan sensus penduduk, pertahunnya terjadi peningkatan populasi penduduk sebesar 3.351 orang/tahun atau 2,005% (Syiko et al., 2013).

Meningkatnya jumlah penduduk, tentunya akan berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah yang infrastruktur dan fasilitas yang dibutuhkan, salah satunya fasilitas pendidikan. Pendidikan dimulai dari pendidikan dasar yang di Indonesia berbentuk Sekolah Dasar (SD) dan Madrasah Ibtidaiyah (MI) atau bentuk lain yang sederajat (BPS, 2021). Sebaran SD perlu dianalisis dengan beberapa faktor untuk mengkaji keamanan lokasinya.

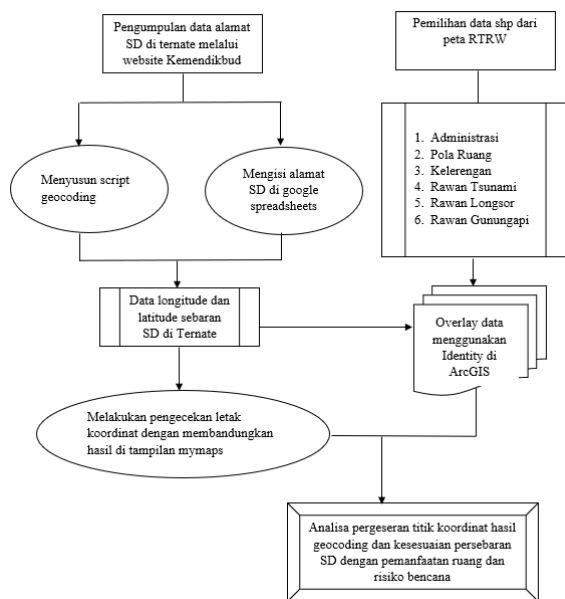
Ternate yang berada di Gunung Gamalama memiliki risiko bencana gunungapi. Bahaya yang ditimbulkan oleh Gamalama tetap ada dan absolut dengan statusnya sebagai gunungapi aktif dan besaran letusan yang akan terjadi tidak bisa diperkirakan (Hidayat et al., 2022). Ternate yang areanya tidak terlalu luas dikelilingi langsung oleh laut sehingga potensi bencana lain yang mungkin dapat muncul adalah bencana Tsunami. Sebagian besar tsunami yang terjadi disebabkan oleh gempa bawah laut dan juga dihasilkan oleh proses terkait letusan gunung berapi (seperti runtuhnya sisi gunungapi, aliran piroklastik, kaldera runtuh, dan sebagainya) (Dominey-Howes & Goff, 2013). Kerugian dan dampak sosial lainnya sangat tinggi dari bencana, selain milyaran rupiah kerugian material, tidak sedikit nyawa yang hilang sebagai dampaknya.

Visualiasi web sebaran SD digunakan dengan Google API *mymaps* untuk mengidentifikasi koordinat lokasi dengan citra google terbaru dan mengetahui data koordinat yang bergeser cukup jauh gambar di citra. *Application programming interfaces* (API) mengekspos layanan atau data yang disediakan oleh aplikasi perangkat lunak melalui seperangkat sumber daya yang telah ditentukan, seperti metode, objek, atau URI (Stylos et al., 2009; Meng et al., 2018). Visualisasi dengan menggunakan GIS digunakan untuk melakukan overlay pada data SD dan data pendukung lainnya. GIS dirancang untuk

menyimpan, mengambil, memanipulasi, menganalisis, dan plot data geografis (Church, 2002; Villacreses et al., 2022).

Untuk membangun dan memperluas beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola persebaran SD yang belum memiliki data spasial dengan melakukan geocoding dan dilanjutkan dengan visualisasi web, serta menganalisis hasil *overlay* data sebaran dengan kesesuaian pemanfaatan ruang dan risiko bencana.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Metode Pengolahan dan Analisis

Area studi

Area studi dibatasi pada kecamatan yang berada di Pulau Ternate, yakni Ternate Tengah, Ternate Utara, Ternate Selatan, Ternate Barat, dan Ternate Pulau. Pada dasarnya Ternate terdiri dari 8 (delapan) kecamatan dengan 4 (empat) pulau besar yang terpisah. Pembatasan area studi didasari oleh keberadaan kecamatan di Pulau Ternate yang berada di Gunung Gamalama sehingga Kecamatan Pulau Hiri, Kecamatan Pulau Moti, dan Kecamatan Batang Dua tidak masuk kedalam kajian penelitian ini. Pengecualian kecamatan diluar Pulau Ternate

dilakukan dengan mengacu pada perbedaan karakteristik lereng dan kondisi lingkungan.

Data

Sebaran pendidikan dasar perlu dieksplorasi dalam kaitannya dengan kesesuaian pemanfaatan ruang untuk menjamin keamanannya. Data dalam penelitian ini yang utama adalah data non spasial nama dan alamat pendidikan dasar yang berada di wilayah Kota Ternate. Data pendidikan dasar bersumber dari website resmi Kementerian Pendidikan dan Budaya (<https://referensi.data.kemdikbud.go.id/>).

Pendidikan dasar yang dimasukan pada kriteria adalah Sekolah Dasar dan Madrasah Ibtidaiyah (selanjutnya disamakan penyebutan menjadi SD) dengan status sekolahnya negeri ataupun swasta. Data spasial yang digunakan diantaranya batas administrasi, pola ruang, kelerengan, kerawanan terhadap longsor, kerawanan terhadap tsunami, dan Kawasan Rawan Bencana (KRB) yang bersumber dari Peta RTRW Kota Ternate Tahun 2012-2032.

Pengolahan Data

Alat pengolahan data awal untuk mengubah data non spasial nama dan alamat SD yang berada di wilayah Kota Ternate dilakukan dengan cara melakukan geocoding. Pembuatan geocode dilakukan secara online melalui website google <https://script.google.com/> dan hasil codingnya digunakan di google spreadsheet yang sudah diisi tabel data alamat.

Berikut ini (Tabel 1) adalah hasil dari penggunaan geocode yang sudah dibuat, setelah memasukkan rumus “=ubahgeocode()” maka akan muncul koordinat lokasi dari input alamat. Penggunaannya *online* karena diolah menggunakan google spreadsheets dan terkoneksi dengan script yang sudah dibuat di <https://script.google.com/>.

Tabel 1. Hasil Penggunaan Geocode

| Alamat | Lokasi |
|---|------------------------|
| Jl Kakatua No. 155, Kalumpang, Ternate Tengah, Kota Ternate | =ubahgeocode(B1) |
| Jl. Manggis, Makassar Timur, Ternate Tengah | 0.7963081, 127.3858156 |
| Jl. Kaka Tua No. 155, Kalumpang, Ternate Tengah | 0.7889547, 127.3825982 |
| Jl. Hasan Busoiri, Gamalama, Ternate Tengah | 0.7892986, 127.3880922 |
| Jl. Busoiri, Gamalama, Ternate Tengah | 0.7892986, 127.3880922 |
| Jl. Bosoiri, Gamalama, Ternate Tengah | 0.788068, 127.377156 |
| Jl. Salim Fabanyo, Tanah Raja, Ternate Tengah | 0.7856791, 127.3867597 |
| Jl. A. Mononutu, Stadion, Ternate Tengah | 0.7867027, 127.3857978 |

Sumber: Penelitian, 2022

Visualisasi pertama yang dilakukan yakni dengan menggunakan *mymaps* google. Visualisasi dengan web ini memungkinkan pengguna/publik untuk mengakses data secara real-time dan mendapatkan informasi terbaru dari peta dasar yang disediakan oleh Google. Import data yang digunakan yakni file data sebaran SD hasil geocoding dalam format CSV. Kemudian dilakukan pengecekan data dengan mencocokkan letak koordinat melalui gambar gedung di citra google.

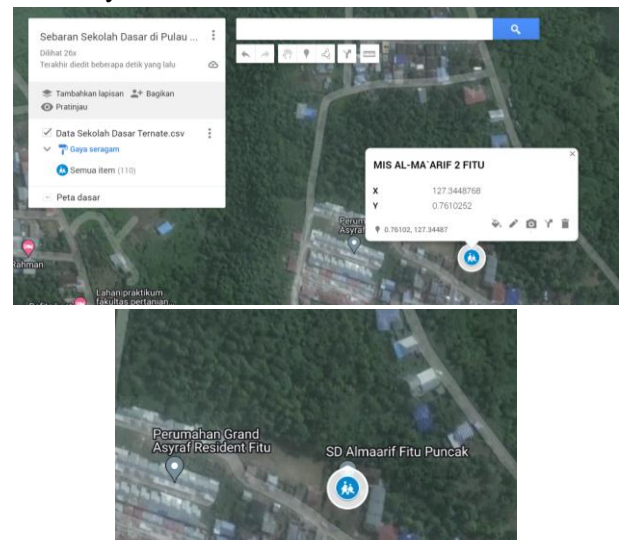
Untuk visualisasi kedua yakni melalui SIG dengan *tools* ArcGIS 10.1. Sains Informasi Geografi (SIG) digunakan untuk melakukan *overlay* pada beberapa data dari Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Ternate tahun 2012 yang masih berlaku. Data-data tersebut berbeda *shapefile* (.shp) sehingga dilakukan *overlay* untuk menjadikannya sebagai 1 (satu) file shp. Data x dan y diubah koordinatnya menjadi UTM 52N (wilayah Ternate) agar menjadi sama dengan data .shp dari RTRW dengan menggunakan fitur *project* pada menu *Projections and Transformations* dalam ArcToolbox.

Fitur *overlay* yang digunakan adalah *Identity*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan ruang pada tiap titik SD. *Identity* berfungsi untuk menghitung persimpangan geometris dari fitur input dan fitur identitas (yang akan diidentifikasi). Fitur input atau bagiannya yang tumpang tindih dengan fitur identitas akan mendapatkan atribut dari fitur identitas tersebut. Penggunaan *overlay* dilakukan beberapa kali untuk memasukkan keseluruhan data yang dibutuhkan pada atribut data titik SD.

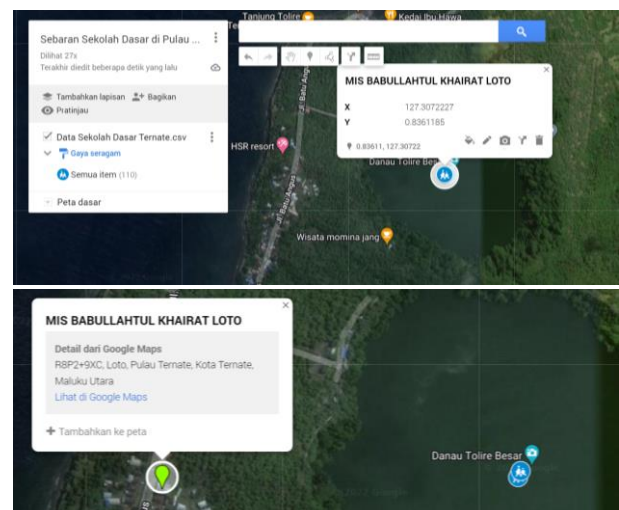
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari titik koordinat yang dihasilkan melalui geocoding, dilakukan analisa pergeseran koordinat dengan menggunakan visualisasi *mymaps*. Hasilnya menunjukkan ada beberapa titik koordinat yang mengalami pergeseran cukup jauh (Gambar 3). Pergeseran ini salah satu faktornya adalah pengisian data alamat yang tidak lengkap saat melakukan geocoding. Dengan alamat yang

tidak lengkap maka google tidak dapat meletakkan posisi koordinat yang sesuai. Gambar 2 menunjukkan titik koordinat yang sesuai antara hasil geocoding dengan data SD google. Hal ini dikarenakan data alamat pada MIS Al Ma'Arif 2 Fitu terisi dengan lengkap hingga RT/RW dan nomornya.



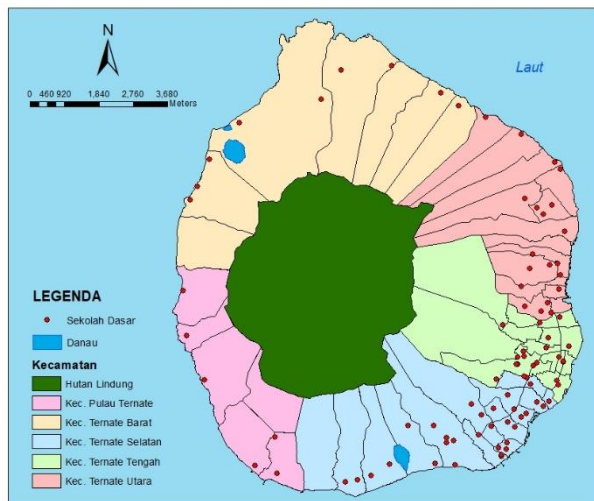
Gambar 2. Hasil visualisasi geocoding yang lokasinya tepat



Gambar 3. Hasil visualisasi geocoding yang lokasinya mengalami pergeseran

Analisis data selanjutnya dilakukan dengan menggunakan GIS dan mengidentifikasi masing-masing indikator data RTRW. Data alamat 110 SD yang sebelumnya hanya berupa data non spasial kini dapat dilihat pola sebarannya (Gambar 4). Penggabungan atribut pada file titik terhadap data

lain menghasilkan tabular data yang kemudian dapat digunakan untuk mengamati kondisi tiap SD. Pola persebaran SD hampir merata di setiap kelurahan (Gambar 4), Pasal 43 huruf b menyebutkan bahwa Pendidikan Sekolah Dasar (SD) dikembangkan pada tiap kelurahan. Hampir seluruh kelurahan di Kota Ternate sudah menyediakan fasilitas pendidikan berupa Sekolah Dasar.

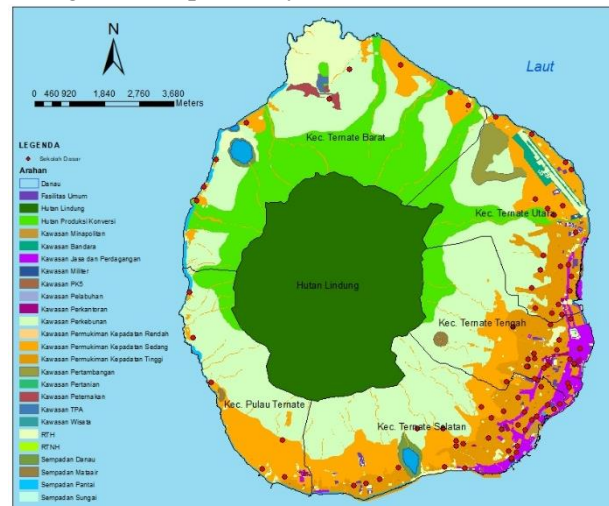


Gambar 4. Pola persebaran SD di Kota Ternate

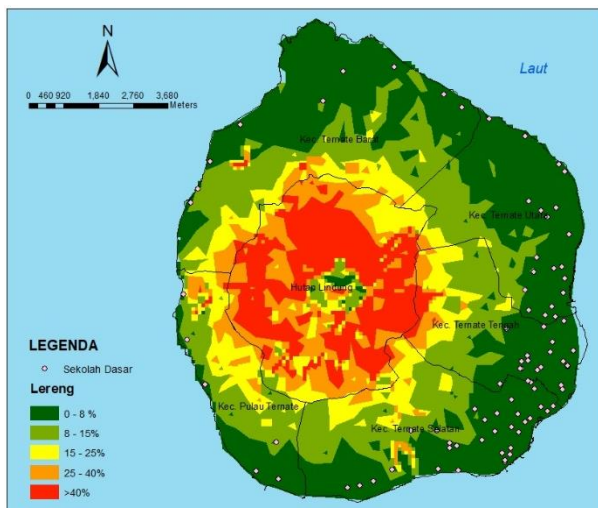
Persebaran SD mengelompok pada 3 (tiga) kecamatan yakni Ternate, Utara, Ternate Selatan, dan Ternate Tengah. Hal ini dikarenakan pusat Kota Ternate berada pada ketiga kecamatan tersebut. Sedangkan di Kecamatan Pulau Ternate dan Ternate Barat, jumlah SD hanya sedikit karena luas permukiman di kedua kecamatan tersebut tidak padat dan masyarakat Ternate menyebutnya “dibalik gunung” yang secara mental map masyarakat menganggap Kecamatan Pulau Ternate dan Ternate Barat sebagai daerah pedesaan sedangkan 3 (tiga) kecamatan lainnya sebagai perkotaan. Sesuai pada Pasal 29 ayat (2) Perda RTRW Kota Ternate bahwa kawasan peruntukan perumahan kepadatan tinggi, yaitu permukiman kepadatan maksimal > 60 unit perhektar terdapat di sebagian Kecamatan Ternate Utara, Ternate Tengah dan Kecamatan Ternate Selatan.

Pola ruang (Gambar 5) menunjukkan persebaran SD yang banyak mengelompok pada kawasan permukiman. 2 (dua) SD masuk kedalam arahan pola fasilitas umum. 25 SD berada di arahan

pola ruang kawasan jasa dan perdagangan yang mana arahan ini sebagian besar berada di kawasan pinggir jalan karena banyak SD yang letaknya didekat jalan utama untuk memudahkan akses bagi para siswa. Kawasan jasa dan perdagangan masih bisa dibangun rumah atau sarana pendidikan dan lainnya yang tidak merusak arahan fungsinya. Persebaran terbanyak yakni 75 SD di kawasan permukiman baik kepadatan tinggi maupun sedang. Dalam Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budi Daya (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M/2007) dijelaskan bahwa ketentuan kebutuhan sarana pendidikan pada jenjang Pendidikan Dasar di kawasan peruntukan permukiman diantaranya jangkauan radius pencapaian 1.000 meter dan dapat mendukung 1600 jiwa/sekolah dengan lokasinya yang berada ditengah kelompok masyarakat.

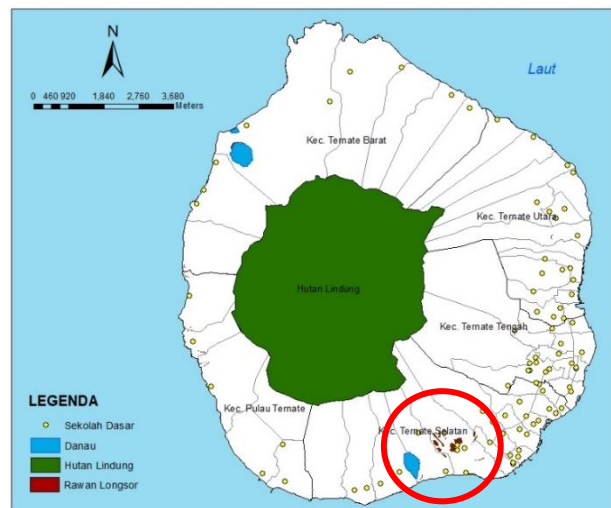


Gambar 5. Pola persebaran Sekolah Dasar pada pola ruang Kota Ternate

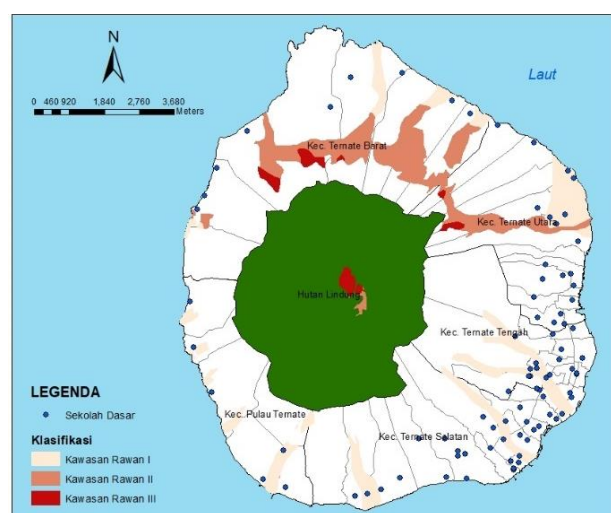
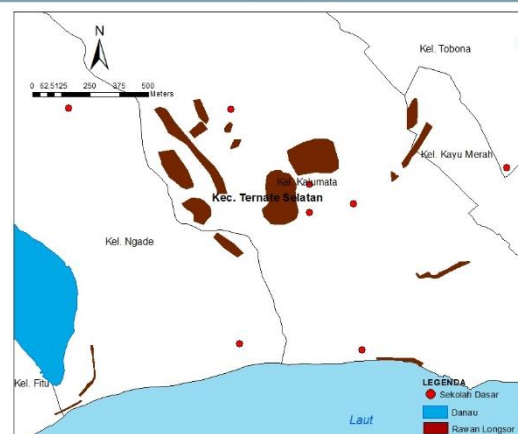


Gambar 6. Pola persebaran Sekolah Dasar pada tingkat kemiringan lereng di Kota Ternate

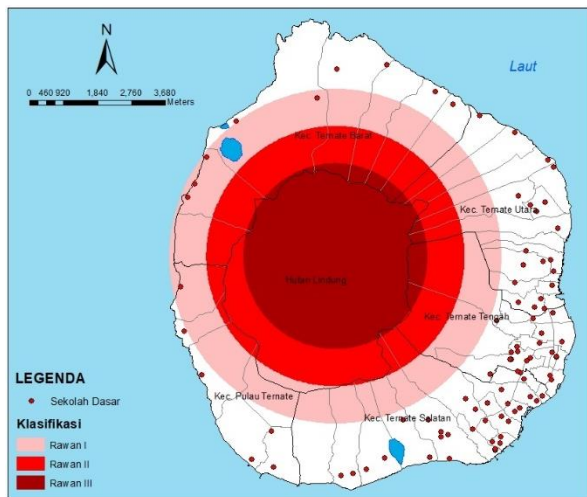
Seluruh SD lokasinya berada pada tingkat keterengnan <25% atau pada kelas lereng 1,2,3 (dapat dilihat pada Gambar 4). Secara umum keseluruhan lokasi tidak menyalahi peraturan pemanfaatan ruang. Hanya saja yang menjadi perhatian adalah adanya pembangunan SD pada kawasan perkebunan sejumlah 8 (delapan) sekolah, dengan tingkat keterengnan 15-25% yakni tingkat keterengnan agak curam. Risiko bencana yang bisa terjadi pada tingkat keterengnan ini adalah pergerakan tanah atau longsor. Dari hasil analisa yang dilakukan pada risiko longsor di Kota Ternate (Gambar 7) terdapat beberapa lokasi yang rawan bencana longsor yakni pada Kelurahan Ngade, Kalumata, dan Kayu Merah yang masuk dalam Kecamatan Ternate Selatan tetapi titik lokasi SD pada kelurahan tersebut tidak ada yang berada didalam kawasan rawan bencana longsor.



Gambar 7. Pola persebaran Sekolah Dasar terhadap kerawanan bencana longsor di Kota Ternate



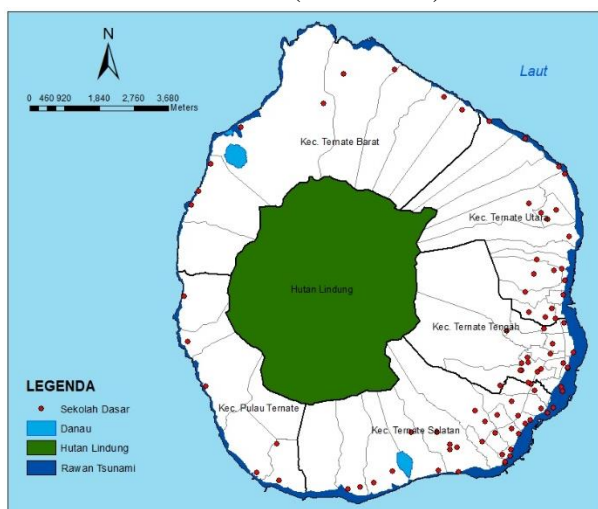
Gambar 8. Pola persebaran Sekolah Dasar terhadap Kawasan Rawan Bencana



Gambar 9. Pola persebaran Sekolah Dasar terhadap KRB Gunungapi

Terdapat 5 (lima) sekolah yang masuk kedalam ring KRB Gunungapi Rawan 1 yakni di Kecamatan Pulau Ternate dan Ternate Barat (Gambar 9). 20 SD termasuk kedalam Kawasan Rawan 1 yang ditandai sering terlanda awan panas, aliran lava, lontaran atau guguran batu saat terjadinya erupsi atau pasca erupsi (Gambar 8).

Selain kerawanan bencana dengan adanya gunungapi, Kota Ternate menghadapi bencana lain dengan kondisi lokasinya yang dikelilingi oleh laut yakni bencana Tsunami. Sebagian SD di Kota Ternate berada di daerah kelerengan 0-8% yakni di daerah yang dekat dengan pesisir pantai. 15 SD di 3 (tiga) kecamatan yakni Ternate Utara, Ternate Tengah, dan Ternate Barat masuk kedalam kawasan rawan tsunami (Gambar 10).



Gambar 10. Pola persebaran Sekolah Dasar pada kerawanan terhadap Tsunami di Kota Ternate

Diskusi

Pencarian data untuk penelitian ini menggunakan website asli Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan karena data lengkap sekolah dimiliki oleh Kemendikbud. Datanya diambil berdasarkan daftar yang ada di <https://referensi.data.kemdikbud.go.id/>.

Permasalahan yang dialami yakni kurang lengkapnya data yang disediakan. Data alamat sebagian besar hanya berisi nama jalan sedangkan di lokasi penelitian yakni Ternate, untuk satu jalan terdapat banyak bangunan sekolah. Hal ini menyebabkan banyaknya data yang tidak sesuai dengan posisinya saat dilakukan pengecekan dengan menggunakan citra pada *mymaps* yang sudah dibuat. Salah satu kelemahan dalam menggunakan geocoding adalah hasilnya yang terkadang mengalami pergeseran koordinat (Laumer et al., 2020), Meskipun hasilnya memuaskan dengan mengubah data menjadi spasial, apabila data masukan alamat tidak lengkap, serta pencantuman teks terdapat kesalahan ejaan, dapat mempengaruhi hasil geocoding (Burns et al., 2014).

Sumber data lain yang digunakan yakni *shapefile* dari Peta RTRW Kota Ternate 2012-2032. Data ini dijadikan sebagai indikator kesesuaian letak sebaran SD. Dikarenakan adanya perbedaan proyeksi antara data *shapefile* RTRW dan hasil geocoding maka dilakukan penyamaan proyeksi dengan merubah data sebaran SD yang semula adalah sistem geografis menjadi proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM) 52N (zona Ternate).

Visualisasi dengan menggunakan GIS maupun API memiliki keunggulan dan kelemahannya masing-masing. Pada GIS, pengolahan datanya dapat dilakukan tanpa koneksi ke internet sedangkan pada API google maps perlu koneksi internet karena datanya real-time. Keduanya dapat menggunakan base map yang bermacam-macam untuk menunjang analisa data.

Visualisasi data menggunakan API lebih cepat dibandingkan GIS karena aplikasinya lebih ringan akan tetapi untuk penggabungan data, GIS lebih mudah digunakan.

Berdasarkan hasil analisis data pola sebaran SD di Kota Ternate, keseluruhan SD di 5 (lima) kecamatan yang dikaji tidak berada pada kawasan lindung (seluruhnya berada pada kawasan budidaya) dan tingkat kelerengan dibawah 25% yang artinya diperbolehkan melakukan kegiatan budidaya. Akan tetapi, terdapat sebagian SD yang masuk kedalam kawasan rawan bencana gunungapi (KRB 1) dan rawan bencana tsunami. Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 41/PRT/M/2007 tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya, kesesuaian lahan untuk permukiman (termasuk sarana pendidikan didalamnya) diantaranya bertopografi datar sampai bergelombang (0-25%), tidak berada pada kawasan lindung dan penyangga, dan tidak berada pada daerah rawan bencana.

Pada kondisi ini, hal yang penting untuk diperhatikan adalah jalur evakuasi apabila sewaktu-waktu Gunung Gamalama mengalami erupsi dan saat gelombang air laut naik untuk meminimalisir adanya dampak bencana yang besar. Evakuasi pada Pulau Ternate membutuhkan jalur yang lebih sulit karena masyarakat harus berpindah ke pulau lain apabila terjadi letusan besar di Gunung Gamalama. Pada wilayah pesisir, dengan adanya risiko bencana tsunami maka diperlukan kontrol populasi dan penggunaan lahan. Tata ruang dengan memperhatikan lokasi rawan bencana pada kedepannya dapat menyelamatkan masyarakat dari besarnya dampak risiko yang mungkin terjadi. Kebijakan yang ketat dan kontrol pada penggunaan lahan menjadi kunci utama untuk mencegah munculnya faktor penarik pembangunan permukiman ke wilayah pesisir (Syamsidik et al., 2017).

KESIMPULAN

Penggunaan geocoding dalam menspialkan data memerlukan data alamat yang lengkap. Kekurangan pengisian data dan kesalahan pengejaan dapat mempengaruhi hasil

geocodingnya. Visualisasi data lebih mudah dan ringan menggunakan API google *mymaps* namun dalam melakukan overlay berbagai macam data dan analisisnya lebih mudah menggunakan GIS. Sebaran SD di Kota Ternate sudah memenuhi kesesuaian pemanfaatan ruang karena tidak berada pada kawasan lindung dan topografinya dibawah 25%. Akan tetapi, ada sebagian SD yang berada pada kawasan rawan bencana sehingga perlu dikaji lebih lanjut mengenai jalur evakuasi mengingat Pulau Ternate adalah pulau kecil dan memerlukan jalur evakuasi khusus untuk dapat mencapai pulau tetangganya.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS-Statistics of Ternate Municipality 2021 *Ternate Municipality in Figures 2021* (Ternate, ID: BPS-Statistics of Ternate Municipality)
- Brimicombe, A. J., Brimicombe, L. C., & Li, Y. (2007). Improving Geocoding Rates in Preparation for Crime Data Analysis. *International Journal of Police Science & Management*, 9(1), 80–92. <https://doi.org/10.1350/ijps.2007.9.1.80>
- Burns, S., Miranda-Moreno, L., Stipancic, J., Saunier, N., & Ismail, K. (2014). Accessible and practical geocoding method for traffic collision record mapping: Quebec, Canada, case study. *Transportation Research Record*, 2460(1), 39–46. <https://doi.org/10.3141/2460-05>
- Chow, T. E., Ng, M., Wong, D. W. S., & Chan, C. C. (2021). Exploratory multivariate space–time analysis of colonial justice in Hong Kong during 1900–1930. *GeoJournal*, 86(1), 255–279. <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10066-6>
- Dominey-Howes, D., & Goff, J. (2013). Tsunami Risk Management in Pacific Island Countries and Territories (PICTs): Some Issues, Challenges and Ways Forward. *Pure and Applied Geophysics*, 170(9–10), 1397–1413. <https://doi.org/10.1007/s00024-012-0490-8>
- Eckman, S., & English, N. (2012). Creating Housing Unit Frames from Address Databases:

- Geocoding Precision and Net Coverage Rates. *Field Methods*, 24(4), 399–408. <https://doi.org/10.1177/1525822X12445141>
- Haberman, C. P., Hatten, D., Carter, J. G., & Piza, E. L. (2021). The sensitivity of repeat and near repeat analysis to geocoding algorithms. *Journal of Criminal Justice*, 73(August 2020), 101721. <https://doi.org/10.1016/j.jcrimjus.2020.101721>
- Hidayat, A., Marfai, M. A., & Hadmoko, D. S. (2022). The 2015 eruption of Gamalama volcano (Ternate Island–Indonesia): precursor, crisis management, and community response. *GeoJournal*, 87(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10237-w>
- Laumer, D., Lang, N., van Doorn, N., Mac Aodha, O., Perona, P., & Wegner, J. D. (2020). Geocoding of trees from street addresses and street-level images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 162(February), 125–136. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.02.001>
- Lovasi, G. S., Weiss, J. C., Hoskins, R., Whitsel, E. A., Rice, K., Erickson, C. F., & Psaty, B. M. (2007). Comparing a single-stage geocoding method to a multi-stage geocoding method: How much and where do they disagree? *International Journal of Health Geographics*, 6, 1–11. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-6-12>
- Meng, M., Steinhardt, S., & Schubert, A. (2018). Application programming interface documentation: What do software developers want? *Journal of Technical Writing and Communication*, 48(3), 295–330. <https://doi.org/10.1177/0047281617721853>
- Peraturan Daerah Kota Ternate Nomor 02 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Ternate Tahun 2012 – 2032
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 41/PRT/M/2007 tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya.
- Sabzali Yameqani, A., & Alesheikh, A. A. (2019). Evaluating a location distortion model to improve reverse geocoding through temporal semantic signatures. *Computers, Environment and Urban Systems*, 77(December 2018), 101349. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.101349>
- Syamsidik, Oktari, R. S., Munadi, K., Arief, S., & Fajri, I. Z. (2017). Changes in coastal land use and the reasons for selecting places to live in Banda Aceh 10 years after the 2004 Indian Ocean tsunami. *Natural Hazards*, 88(3), 1503–1521. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2930-3>
- Syiko, S. F., Ayu R, T., & Yudono, A. (2013). Evacuation Route Planning in Mount Gamalama, Ternate Island-Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 344–353. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.047>
- Villacreses, G., Martínez-Gómez, J., Jijón, D., & Cordovez, M. (2022). Geolocation of photovoltaic farms using Geographic Information Systems (GIS) with Multiple-criteria decision-making (MCDM) methods: Case of the Ecuadorian energy regulation. *Energy Reports*, 8, 3526–3548. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.02.152>