

**PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS
PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN
METODE NETWORK ANALYST**

Enrico M.P Koemesan, Jeffrey I. Kindangen, Aristotulus E. Tungka
Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi Manado

Email :

enricopangalila@gmail.com; jkindangen@unsrat.ac.id; aristungka@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Kecamatan Likupang Timur secara signifikan menunjukkan tingkat kerawanan yang tinggi terhadap potensi bencana tsunami. Hal ini disebabkan oleh posisinya yang terletak di sekitar lempengan tektonik, dimana potensi pergerakan atau pecahan lempengan tersebut dapat memicu kejadian gempa bumi yang berpotensi menimbulkan bencana tsunami. Untuk mengatasi ancaman ini, penyusunan jalur evakuasi dirancang sebagai strategi mitigasi yang krusial. Dalam rangka mengembangkan rencana mitigasi, penelitian ini memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai *Tools* utama untuk membentuk model informasi pada tahap awal. Metode Analisis Jaringan diimplementasikan sebagai pendekatan kunci, dengan keunggulan mampu mengelompokkan jalur evakuasi secara terinci dan mengestimasi waktu tempuh setiap jalur. Software ArcGIS 10.8 menjadi platform yang digunakan dalam proses analisis ini. Dengan memanfaatkan data jaringan jalan di Kecamatan Likupang Timur, serta menetapkan titik awal evakuasi pada area rawan tsunami, penelitian ini mematuhi pedoman dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) terkait Perencanaan Titik Evakuasi Bencana Tsunami. Hasilnya mencakup penentuan 11 titik evakuasi yang menjadi destinasi utama penduduk di wilayah yang berisiko tsunami. Dengan demikian, total 27 jalur evakuasi dan 11 titik evakuasi berhasil diidentifikasi, memberikan landasan strategis bagi masyarakat dalam menghadapi potensi bencana tsunami di Kecamatan Likupang Timur.

Kata Kunci: Jalur Evakuasi Tsunami, Titik Evakuasi, Sistem Informasi Geografis, Network Analyst

ABSTRACT

The sub-district of Likupang Timur significantly exhibits a high vulnerability level to the potential tsunami disaster. This is attributed to its location surrounded by tectonic plates, where the potential movement or rupture of these plates can trigger seismic events that may lead to a tsunami disaster. To address this threat, the establishment of evacuation routes is identified as a crucial mitigation strategy. In developing a mitigation plan, this research utilizes Geographic Information System (GIS) as the primary tool to construct information models in the initial phase. The Network Analysis Method is implemented as a key approach, with the advantage of being able to intricately categorize evacuation routes and estimate travel times for each route. ArcGIS 10.8 software serves as the platform used in this analytical process. By utilizing road network data in Likupang Timur Sub-district and determining the starting points for evacuation in tsunami-prone areas, this research adheres to the guidelines provided by the National Disaster Management Agency (BNPB) regarding Tsunami Evacuation Point Planning. The results encompass the determination of 11 evacuation points that serve as the primary destinations for the population in tsunami-prone areas. Thus, a total of 27 evacuation routes and 11 evacuation points have been successfully identified, providing a strategic foundation for the community in facing the potential tsunami disaster in Likupang Timur Sub-district.

Keywords: *Tsunami Evacuation Path, Evacuation Point, Geographic Information System, Network Analyst*

PENDAHULUAN**1. Latar Belakang**

**PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS
PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN METODE
NETWORK ANALYST**

Negara Indonesia, sebagai negara yang mempunyai tingkat risiko bencana tertinggi di dunia, menghadapi tantangan yang signifikan yang sebagian besar disebabkan oleh letak geografisnya. Berposisi di pertemuan tiga lempeng tektonik primer yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik - Indonesia terus mengalami aktivitas tektonik masif yang berkontribusi pada terjadinya bencana, terutama tsunami. Faktor ini semakin diperparah oleh karakteristik geografis Indonesia sebagai kepulauan, dengan garis pantai mencapai 99.093 km² (BIG) (Arief, Winarso, dan Prayogo, 2011). Penting untuk dicatat bahwa sektor pariwisata di Indonesia menjadi fokus utama pada program "Nawa Cita" yang digagas oleh Presiden Jokowi, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah RI No. 50 Tahun 2011 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010 – 2025. Dalam konteks ini, Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) memegang peran kunci, dan Likupang merupakan salah satu KSPN yang terletak di Kecamatan Likupang Timur. Dalam konteks perencanaan pembangunan, Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Minahasa Utara 2011 – 2031 dan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) mengidentifikasi Likupang Timur sebagai wilayah yang rentan terhadap bencana tsunami. Faktor ini disebabkan oleh posisinya yang dikelilingi oleh lempengan tektonik, sehingga adanya potensi pecahan lempengan dapat memicu gempa bumi dan dalam situasi tertentu, menimbulkan bencana tsunami. Salah satu upaya mitigasi yang diusulkan adalah pengembangan peta digital jalur evakuasi tsunami dan lokasi pengungsian. Dalam konteks ini, perencanaan jalur evakuasi tsunami menggunakan teknologi Network Analyst dianggap sebagai langkah yang kritis untuk

meningkatkan kesiapan dan keselamatan komunitas setempat.

Pengertian Tsunami

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 8 Tahun 2011, tsunami dapat dijelaskan sebagai rangkaian gelombang besar yang muncul akibat pergeseran di laut yang dipicu oleh gempa bumi. Sementara itu, Pedoman Penyusunan MasterPlan Pengurangan Risiko Bencana Tsunami BNPB Tahun 2014 menyatakan bahwa tsunami merupakan gelombang laut berbahaya yang merupakan hasil dari deformasi dasar laut akibat gempa bumi pada segmen megathrust. Konsekuensi dari bencana tsunami bervariasi tergantung pada tinggi gelombang, periode tsunami, topografi pesisir, kondisi penduduk, dan infrastruktur di daerah pesisir, serta faktor-faktor lainnya. Daerah pantai dengan konfigurasi alfabet V atau teluk dengan arah gelombang yang mengecil yang mengarah ke daratan biasanya mengalami kerusakan paling parah. Tsunami yang mencapai pesisir dapat mengakibatkan penghancuran bangunan, tanaman, pelabuhan, permukiman, pertanian, dan infrastruktur lainnya (Naryanto, 2008).

Tempat Evakuasi Tsunami

Tempat evakuasi tsunami merupakan lokasi yang menjadi destinasi bagi korban bencana untuk mencari perlindungan dari ancaman tsunami. Terdapat dua jenis tempat evakuasi yang umum, yaitu Tempat Evakuasi Sementara (TES) dan Tempat Evakuasi Akhir (TEA). Tempat Evakuasi Akhir menitikberatkan pada ketinggian wilayah sebagai penunjuk titik evakuasi, dimana shelter tersebut berlokasi pada ketinggian di atas 15 meter di atas permukaan laut, yang akan dijadikan tujuan oleh warga saat menghadapi ancaman bencana tsunami. Berdasarkan Pedoman Teknik Perencanaan Tempat Evakuasi Sementara (TES)

PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN METODE NETWORK ANALYST

BNPB Tahun 2013, Lokasi TES sebaiknya berjarak jauh dari titik pecahnya gelombang tsunami, yang umumnya berlokasi di tepi pantai. Kapasitas TES ditentukan oleh luas bangunan TES, yang akan disesuaikan dengan jumlah orang yang direncanakan untuk dievakuasi di dalam TES.

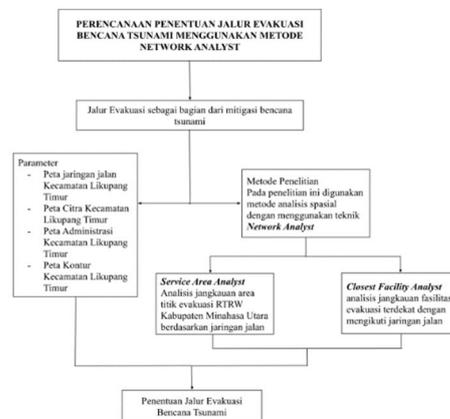
Jalur Evakuasi Tsunami

Evakuasi merupakan tindakan pemindahan dan penyelamatan masyarakat dari daerah berbahaya akibat tsunami ke tempat yang lebih aman, yang melibatkan penggunaan Tempat Evakuasi Sementara dan Tempat Evakuasi Akhir (Pedoman Perencanaan Jalur dan Rambu Evakuasi Tsunami BNPB Tahun 2014). Menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN), jalur evakuasi tsunami merujuk pada lintasan atau jalur yang dapat dilewati dengan aman, baik oleh manusia maupun kendaraan, yang dirancang khusus untuk digunakan pada saat terjadi tsunami. Jalur evakuasi ini menjadi salah satu indikator penting dalam upaya persiapan dan penanganan bencana.

Metode Network Analyst

Network Analyst (analisis sistem jaringan) merupakan pendekatan analisis spasial yang memfokuskan pada pergerakan dan perpindahan sumber daya dari satu tempat ke tempat lainnya. Proses pergerakan ini terutama melibatkan unsur-unsur geografis buatan manusia (man-made), yang membentuk suatu jaringan terhubung, termasuk arc (garis) dan node (titik) yang saling terkoneksi, seperti sungai, jalan, pipa, kabel, jaringan telekomunikasi, dan sejenisnya. *Buana (2010)* sudah mengadakan penelitian untuk menentukan rute terpendek atau jalur terdekat dengan tujuan menemukan rute optimal yang dapat dilalui. Pendekatan ini memakai Sistem Informasi Geografis (SIG) dan melibatkan pemodelan tracing.

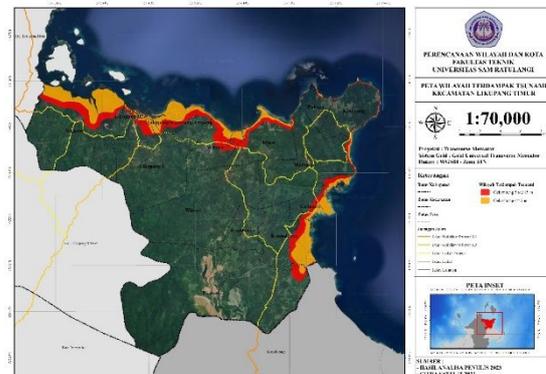
Kerangka Konseptual



Gambar 1. Kerangka Konseptual
Sumber : Penulis 2023

METODE PENELITIAN

Untuk lokasi dalam penelitian ini terletak pada Kawasan Strategis Pariwisata Nasional Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara yang mempunyai potensi terdampak bencana tsunami, yaitu desa – desa yang berada di pesisir.



Gambar 2. Peta Tempat Penelitian

Sumber : RTRW Kab. Minut 2011 - 2031

Teknik Pengumpulan Data

Untuk bisa mengumpulkan data – data di dalam penelitian ini memakai 2 cara, dan dijelaskan dibawah ini :

- Pengumpulan Data Primer : Cara pengumpulan data primer yang diterapkan

PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN METODE NETWORK ANALYST

melibatkan metode pengumpulan data yaitu observasi, teknik ini dilakukan untuk melihat langsung kondisi wilayah studi.

- Pengumpulan Data Sekunder : Cara mengumpulkan data yang dipakai agar mendapatkan data sekunder adalah :
 - Studi Literatur : dilaksanakan untuk mengumpulkan data-data sekunder dari berbagai sumber baik buku, jurnal dan internet.
 - Survei Instansional : diperoleh dari berbagai sumber instansi yaitu Dinas PUPR Kabupaten Minahasa Utara, BPBD Kabupaten Minahasa Utara, BAPELITBANG Kabupaten Minahasa Utara.

Pengolahan Data dan Analisis

Pada penelitian ini, memanfaatkan metode *Network Analyst* sebagai metode untuk menentukan jalur terpendek atau rute terdekat yang dapat dilalui. Pendekatan ini memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG), melibatkan pemodelan *tracing*. Tahap analisis melibatkan *Service Area Analyst* untuk menentukan keterjangkauan dari setiap titik evakuasi dan menentukan jalur evakuasi memakai metode *Closest Facility Analyst*. Didalam penyusunan Peta Perencanaan Jalur Evakuasi Tsunami, dilibatkan serangkaian tahap untuk memproses data, yang akan dijabarkan lebih jelas di bagian berikut:

- Tahapan Network Analyst

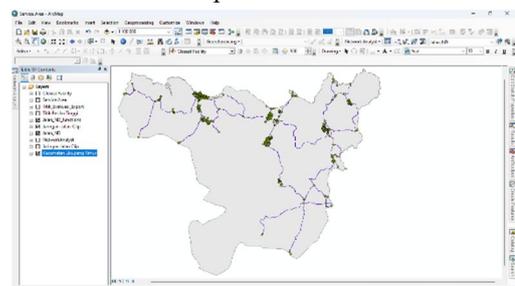
a. Pembuatan *Network Dataset*

Tahap untuk membuat *Network Dataset* dalam aplikasi *ArcMap 10.8* dbisa dibuat dengan tahap – tahap sebagai berikut :

- Jalankan program *ArcMap 10.8* dan pilih *Blank Map*. Tambahkan data dengan

memilih *Add Data*, lalu *Select* data jaringan jalan (*Shp*) yang ingin dipakai untuk menciptakan *Network Dataset*, dan klik *Add*.

- Sesudah data jaringan jalan (*Shp*) diperlihatkan, tahap berikutnya adalah membuka *Catalog*. *Create New Folder* sebagai pembuatan jaringan jalan dengan mengklik kanan di folder yang telah di buat dan tekan *New > File Geodatabase*.
- Tekan kanan di *File Geodatabase* yang telah di *Setting*, pilih *New > Features Dataset*.
- Berikan label dibagian *New Features Dataset*, lalu klik *Next*.
- Tentukan sistem koordinat menyesuaikan dengan wilayah yang akan dipakai untuk *Network Dataset*, misalnya WGS 1984 UTM Zone 51N, dan klik *Finish*.
- Tekan kanan dibagian jaringan *Dataset* yang telah dilakukan sebelumnya, lalu pilih *Import > Features Class (Multiple)*.
- Akan timbul jendela *Features Class to Geodatabase (Multiple)*. Pilih *Input Features*, tentukan *Output Geodatabase*, dan tekan *OK*.
- Tekan kanan dibagian jaringan *Dataset*, tekan opsi *No*, lalu klik *Next*. Centang opsi *Build Service Area Index*, klik *Next*, dan pilih *Yes*.
- Tampak akhir dari *Network Dataset* akan muncul setelah proses selesai.

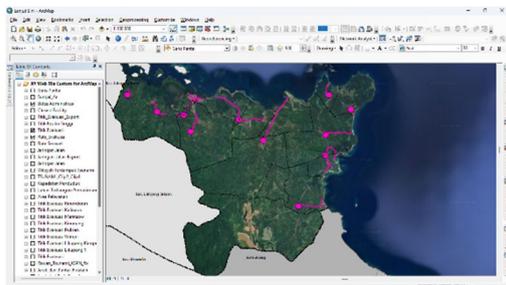


b. Pembuatan *Closest Facility Analyst*

PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN METODE NETWORK ANALYST

Supaya bisa menggunakan *Closest Facility Analyst* dalam *ArcGis*, bisa dilihat pada tahap – tahap dibawah ini :

- Buka *Toolbar Network Analyst*, kemudian pilih *New Closest Facility*.
- Maka layer *Closest Facility* akan muncul, tekan *Closest Facility Properties*, lalu buat pengaturan yang diperlukan.
- Dibagian jendrela *Network Analyst*, tekan kanan pada *Facility (0)*, lalu pilih *Load Location*.
- Tekan opsi “*Shelter*” pada *Load From*, lalu di *Location Analyst Properties* tekan *Name “Titik Resiko Tinggi”* dan klik *OK*.
- Agar *Output Closest Facility Analyst* bisa dilihat tekan *Solve*.
- Untuk mengekspor data berubah ke *Shp*, tekan kanan di *Layer* yang mau diekspor, pilih *Data > Export Data*, di *Output Features Class* cari tempat untuk menyimpan, dan klik *OK*.



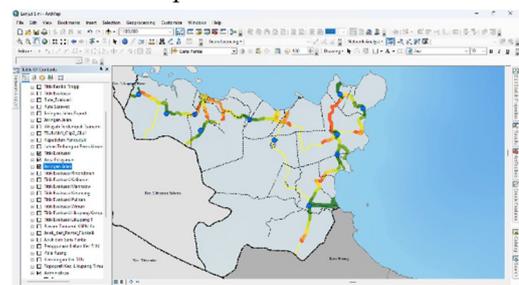
c. Pembuatan *Service Area Analyst*
 Dalam melakukan proses *Service Area Analyst* di *ArcGis 10.8*, berikut adalah tahapan – tahapannya :

- Buka *Toolbar Network Analyst* dan tekan *New Service Area*.
- Akan timbul *Layer Closest Facility*, tekan kanan di *Facilities (0)*, lalu pilih *Load Locations*.
- Ambil opsi “*Titik Evakuasi*” pada *Load From*, lalu di *Location Analyst Properties*

ambil opsi *Name “Keterangan”* dan klik *Ok*.

- Selanjutnya dibagian *Layers*, tekan kanan di *Service Area > Properties*.
- Dibagian *Layer Properties*, tekan *Analyst Setting > Impedance > Length (Meters)* di *Default Breaks > 500,1000,1500,2000,2500,3000*.
- Selanjutnya, dibagian *Direction*, tekan *Away From Facility*. Dibagian *U-Turn at Junction*, pilih *Not Allowed*. Ceklist kotak *Ignore Invalid Location*.
- Dibagian *Tab Polygon Generation*, ceklist *Generate Polygons*.
- Untuk *Polygon Type*, pilih *Generalized*. Hilangkan ceklist pada *Trim Polygon*, tekan *Overlapping* dibagian *Multiple Facilities Options*. Pilih *Ring* pada *Overlap*, lalu klik *Apply*.
- Klik *Solve*.

Dengan mengikuti langkah – langkah tadi, proses *Service Area Analyst* di *ArcGis 10.8* bisa berhasil dilakukan sesuai dengan kebutuhan penelitian.



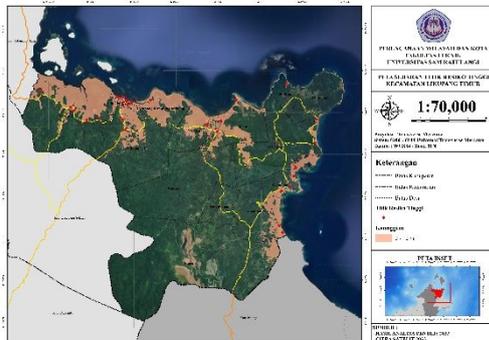
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Titik Resiko Tinggi/Titik Awal Evakuasi

Titik resiko tinggi merujuk pada lokasi dengan posisi tepat pada zona risiko tinggi. Pemilihan titik ini dilakukan berdasarkan deliniasi wilayah yang memiliki risiko tinggi, dengan ketinggian berkisar 0 – 10 Mdpl. Selesai

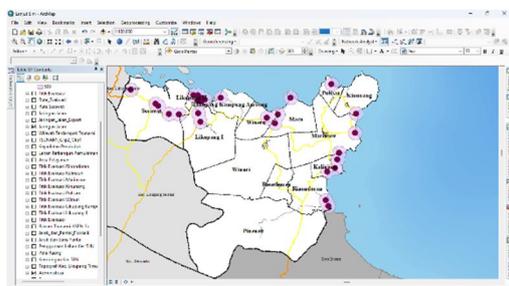
PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN METODE NETWORK ANALYST

wilayah berisiko tinggi diidentifikasi, dilakukan plotting dibagian jaringan jalan menggunakan teknik buffer 500 meter ke bagian jalan utama yang paling dekat menggunakan ArcGIS 10.8.



Gambar 1. Hasil penentuan titik resiko tinggi/awal evakuasi dengan buffer 500 m

Menetapkan titik awal menjadi penting sebagai proses membentuk jalur evakuasi mengarah ke beragam titik evakuasi yang terdistribusi di Kecamatan Likupang Timur. Sebagai hasilnya, berhasil diidentifikasi 27 titik resiko/awal sebagai patokan untuk jalur evakuasi, terdapat di 11 Desa.

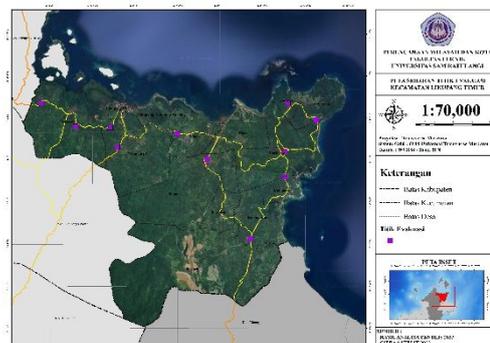


Gambar 2. Persebaran Titik Resiko Tinggi/Awal Evakuasi Kecamatan Likupang Timur

B. Penentuan Titik Evakuasi Tsunami

Dalam menentukan titik evakuasi berdasarkan standar BNPB yaitu, titik evakuasi harus berada diatas ketinggian 15 Mdpl, tidak termasuk dalam daerah rawan tsunami, dan memperhatikan waktu yang dibutuhkan untuk mengevakuasi seluruh penduduk terdampak

disuatu kawasan (ETE – Estimated Time for Evacuation). Dari hasil penentuan titik evakuasi yang berdasarkan standar BNPB didapatkan bahwa Kecamatan Likupang Timur memiliki 11 titik evakuasi yang tersebar di 9 Desa dengan ketinggian 15 – 100 Mdpl, untuk penjelasannya dapat dilihat pada peta penentuan sebaran titik



evakuasi Kecamatan Likupang Timur.

Gambar 3. Peta Sebaran Titik Evakuasi Kecamatan Likupang Timur

No	Desa	Jenis Tempat Evakuasi	Elevasi (Mdpl)
1	Serawet	Tanah Terbuka / terbangun	15 – 25
		Tanah Terbuka / Belum Terbangun	15 – 25
2	Likupang Satu	Tanah Terbuka / Belum Terbangun	15 – 25
		Tanah Terbuka / Belum Terbangun	25 – 50

PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN METODE NETWORK ANALYST

3	Likupang Kampung Ambong	Tanah Terbuka / Belum Terbangun	50 – 100
4	Winuri	Tanah Terbuka / Belum Terbangun	15 – 25
5	Pulisan	Tanah Terbuka / Belum Terbangun	25 – 50
6	Kinunang	Tanah Terbuka / Belum Terbangun	25 – 50
7	Marinsow	Tanah Terbuka / Belum Terbangun	100
8	Kalinaun	Tanah Terbuka / Belum Terbangun	25 – 50
9	Rinondoran	Tanah Terbuka / Belum Terbangun	25 – 50

Tabel 1. Sebaran Titik Evakuasi Kecamatan Likupang Timur

C. Analisis Network Analyst

1) Service Area Analyst

Sesudah data diubah menjadi Network Dataset, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis *Service Area Analyst*, yaitu bagian dari evaluasi luas cakupan zona pelayanan. Pemanfaatan ekstensi *Network Analyst* pada *ArcGis 10.8*, kita bisa mengidentifikasi seluruh wilayah layanan yang cocok ke titik evakuasi yang bersesuaian. Output *Service Area Analyst*

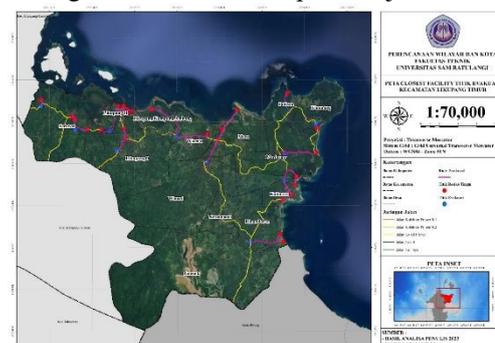


yaitu radius zona pelayanan untuk setiap titik evakuasi, yang berkisar antara 500 hingga 3000 meter dan mengikuti jaringan jalan di kecamatan Likupang Timur.

Gambar 4. Service Area Titik Evakuasi Kecamatan Likupang Timur

2) Closest Facility Analyst

Proses penentuan titik evakuasi yang paling dekat dengan masing – masing titik awal evakuasi (27 titik) mengarah ke titik evakuasi di Kecamatan Likupang Timur (11 titik) dilakukan melalui metode *Closest Facility Analyst*. Dalam proses ini, digunakan data jaringan jalan Kecamatan Likupang Timur yang dikategorikan ke dalam 4 kelas jalan, yang terdiri dari Jalan Kolektor Primer K1, Jalan Kolektor Primer K2, Jalan Lokal Primer, dan Jalan Lokal. Keempat kelas jalan ini dapat diakses baik dengan kendaraan maupun berjalan kaki.



PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN METODE NETWORK ANALYST

Output analisis Closest Facility Analyst tersebut menyajikan berbagai rute yang bisa diambil oleh warga terdampak tsunami dalam menjalani proses evakuasi dari potensi bencana tsunami.

Gambar 5. *Closest Facility* ke titik evakuasi Kecamatan Likupang Timur

3) Hasil Analisa Jalur Evakuasi Kecamatan Likupang Timur

Setelah didapatkan lokasi dari tempat – tempat evakuasi kemudian dilakukan analisa terakhir dalam penentuan jalur evakuasi Kecamatan Likupang Timur secara umum, dengan menerapkan pendekatan metode fasilitas terdekat (*Closest Facility*), dan mengacu pada panduan evakuasi dari BNPB, terutama terkait dengan evaluasi kelayakan jalur yang melibatkan fungsi jalan dengan contoh; Jalan Kolektor Primer K1, Jalan Kolektor Primer K2, Jalan Lokal Primer, dan Jalan Lokal yang adalah fungsi jalan yang boleh diakses dengan kendaraan atau berjalan kaki. Ada pula jarak tempuh/akses paling cepat mengarah titik evakuasi melewati rute jalur yang tersedia (Modul BNPB, 2009).

Ketentuan laju evakuasi ditentukan oleh rumus kecepatan rata – rata yaitu,

$$T = \frac{S}{v}$$

Penjelasan :

T = Adalah waktu tempuh rata – rata

v = Adalah laju rata – rata (Laju kendaraan juga pejalan kaki)

s = Adalah jarak (Jarak titik awal – titik evakuasi)

Jika memakai data laju rata – rata orang

5	Maen	Titik Resiko 15	Titik Evakuasi 7	1420,55	3,38	7,25
		Titik Resiko 14	Titik Evakuasi 7	2179,6	5,19	11,12
		Titik Resiko 17	Titik Evakuasi 7	3615,82	8,61	18,45
6	Wineru	Titik Resiko 16	Titik Evakuasi 6	1946,82	4,63	9,93
7	Marinsow	Titik Resiko 21	Titik Evakuasi 10	2360,23	5,62	12,04
		Titik Resiko 22	Titik Evakuasi 11	1343,41	3,20	6,85
8	Kalinaun	Titik Resiko 23	Titik Evakuasi 11	1888,27	4,50	9,63
		Titik Resiko 24	Titik Evakuasi 11	1014,69	2,42	5,18
9	Rinondoran	Titik Resiko 26	Titik Evakuasi 2	2174,63	5,18	11,10
		Titik Resiko 27	Titik Evakuasi 2	1983,93	4,72	10,12
10	Pulisan	Titik Resiko 19	Titik Evakuasi 8	908,434	2,16	4,63
11	Kinunang	Titik Resiko 20	Titik Evakuasi 9	325,43	0,78	1,68

berjalan dan kendaraan yaitu,

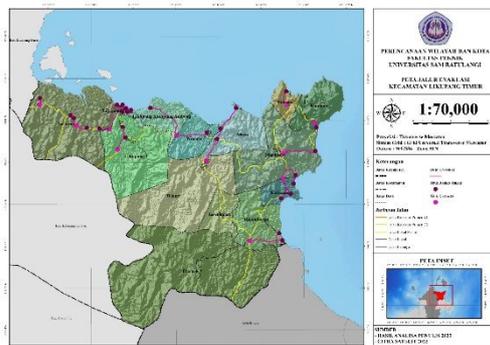
Keterangan	Rata – rata waktu tempuh	Sumber
Orang bergerak bebas (Joging)	196 meter/menit	Potangaroa 2008, dalam Deski Adilang 2021
Kendaraan (Kondisi jalan ramai lancar)	450 meter/menit	Hasil obsevasi lapangan

Tabel 2. Rata – Rata Waktu Tempuh

Data selanjutnya dianalisis memakai pendekatan analisis fasilitas terdekat (*Closest Facility Analyst*) untuk memperoleh jalur evakuasi ke setiap titik evakuasi.

No	Desa	Titik Awal Evakuasi	Titik Akhir Evakuasi	Panjang Jalur (m)	Waktu Evakuasi	
					Kendaraan	Orang Bergerak Bebas
1	Serawet	Titik Resiko 1	Titik Evakuasi 1	441,38	1,05	2,25
		Titik Resiko 2	Titik Evakuasi 4	903,45	2,15	4,61
		Titik Resiko 3	Titik Evakuasi 4	519,71	1,24	2,65
		Titik Resiko 4	Titik Evakuasi 4	703,43	1,67	3,59
		Titik Resiko 5	Titik Evakuasi 3	657,51	1,57	3,35
2	Likupang Dua	Titik Resiko 6	Titik Evakuasi 3	2037,47	4,85	10,40
		Titik Resiko 7	Titik Evakuasi 3	1947,92	4,64	9,94
		Titik Resiko 8	Titik Evakuasi 3	1554,38	3,70	7,93
3	Likupang Satu	Titik Resiko 12	Titik Evakuasi 5	1567,44	3,73	8,00
		Titik Resiko 13	Titik Evakuasi 5	923,7	2,20	4,71
4	Likupang Kampung Ambong	Titik Resiko 9	Titik Evakuasi 3	1945,84	4,63	9,93
		Titik Resiko 11	Titik Evakuasi 3	1885,67	4,49	9,62
		Titik Resiko 10	Titik Evakuasi 3	2262,25	5,39	11,54
		Titik Resiko 18	Titik Evakuasi 6	2829,38	6,74	14,44

Tabel 3. Hasil Analisa Jalur Evakuasi Kecamatan Likupang Timur



Gambar 6. Peta Jalur Evakuasi Bencana Tsunami

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Output dari analisa penentuan titik evakuasi didapatkan 11 titik evakuasi yang tersebar di 9 Desa yaitu Desa Serawet (2 titik evakuasi), Desa Likupang

I (2 titik evakuasi), Desa Likupang Kampung Ambong (1 titik evakuasi), Desa Winuri (1 titik evakuasi), Desa Pulisan (1 titik evakuasi), Desa Kinunang (1 titik evakuasi), Desa Marinsow (1 titik evakuasi), Desa Kalinaun (1 titik evakuasi), Desa Rinondoran (1 titik evakuasi). Rata – rata lokasi evakuasi di Kecamatan Likupang Timur berupa tanah kosong terbuka.

2. Berdasarkan hasil analisa jalur evakuasi Kecamatan Likupang Timur dengan metode *Network Analyst* menggunakan perangkat *ArcGIS 10.8* dan menggunakan hasil penentuan 11 titik evakuasi dan 27 titik awal evakuasi yang diambil dari

DAFTAR PUSTAKA

sampel zona resiko tinggi dengan acuan wilayah dengan ketinggian 0 – 10 Mdpl dan termasuk dalam wilayah rawan tsunami yang kemudian dilakukan buffer 500 meter kearah jalan utama kemudian menggunakan jaringan jalan Kecamatan Likupang Timur sebagai alternatif rute evakuasi, dilakukan analisa dengan metode *Service Area Network Analyst ArcGIS 10.8* sehingga didapatkan area yang dapat dijangkau oleh titik evakuasi, kemudian dilakukan analisa *Closest Facility Network Analyst ArcGIS 10.8* untuk mendapatkan masing – masing jalur evakuasi dari titik awal ke tempat evakuasi sehingga didapatkan total 27 jalur evakuasi yang tersebar di Kecamatan Likupang Timur. Kecepatan rata – rata untuk jalur evakuasi ditentukan dengan asumsi orang bergerak bebas yaitu 196 meter/menit dan asumsi kecepatan kendaraan di Kecamatan Likupang Timur

PERENCANAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI KAWASAN STRATEGIS PARIWISATA NASIONAL LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA DENGAN METODE NETWORK ANALYST

dengan kondisi jalan ramai lancar yaitu 420 meter/menit sehingga didapatkan kecepatan rata – rata jalur untuk orang berjalan kaki yaitu 8,08 menit dan untuk kendaraan 3,77 menit.

B. Saran

Saran dari penelitian ini untuk pengembangan pengetahuan selanjutnya, diperlukan adanya penentuan zonasi resiko bencana tsunami, pemodelan inundasi tsunami, perhitungan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk penerbitan peringatan dini tsunami, estimasi waktu tiba tsunami, serta estimasi waktu untuk mengevakuasi seluruh penduduk yang terdampak bencana tsunami, dapat menggunakan metode ini dengan lebih detail dengan pembuatan jalur dengan model 3D sehingga penggunaan data nya bisa digunakan secara maksimal dalam perencanaan.

Dedy. K, Feny. A. (2020). Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Dengan Metode Network Analyst (Studi Kasus: Kota Maumere).

Deski Christianto Adilang. (2022). Pemetaan Jalur Evakuasi tsunami Dengan Metode Network Analyst Berbasis SIG di Kota Manado.

FEMA P646. (2008). Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis, California, United State of America: Federal Emergency

Hana Taqiyah Fachri . (2022). Pemetaan Tingkat Bahaya dan Kerentanan Tsunami untuk Menentukan Jalur Evakuasi Menggunakan Sistem Informasi Geografis Pesisir Kota

Bengkulu , Universitas Pendidikan Indonesia

Mohammad Yusqi Mobarok. (2018). Identifikasi Resiko dan Penentuan Jalur Evakuasi Bencana Tsunami Kecamatan Sumber Manjiwetan Kab. Malang, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Nia Rahmadhani, Andri Suprayogi, ST, MT, L.M. Sabri, ST, MT. Analisis Aksesibilitas Shelter Evakuasi Tsunami di Kota Padang Berbasis Sistem Informasi Geografis. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor

Pedoman Penyusunan MasterPlan Pengurangan Resiko Bencana Tsunami . (2014). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)

Pedoman Perencanaan Jalur dan Rambu Evakuasi Tsunami . (2014). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)

Perencanaan Tempat Evakuasi Sementara . (2013). Badan Penanggulangan Bencana (BNPB)

Triana Wiji Lestari. (2017). Penentuan Zonasi Risiko Bencana Tsunami di Kabupaten Banyuwangi, Perencanaan Wlayah dan Kota Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang