

STUDI PEMILIHAN MITIGASI STRUKTURAL BENCANA TSUNAMI STUDI KASUS KOTA GUNUNGSITOLI KEPULAUAN NIAS

Roberto Zebua¹, Fitra Rifwan²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: robertozebua09@gmail.com

Abstrak: Kota Gunungsitoli merupakan wilayah pesisir yang memiliki panjang pantai 17 km ke arah Selatan dan 17 km ke arah Utara diukur dari titik pusat kota. Oleh karena itu Kota Gunungsitoli harus siap dalam menghadapi risiko bencana tsunami yang bisa terjadi di waktu yang belum bisa di prediksi. Tujuan akhir dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui mitigasi struktural bencana tsunami terbaik yang dapat diterapkan sebagai pedoman dalam mitigasi bencana tsunami di wilayah kota Gunungsitoli khususnya di Kelurahan Ilir dan Kelurahan Pasar.

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dengan penggunaan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dalam pembuatan dan pengambilan keputusan untuk masalah yang kompleks dengan cara memeringkat alternatif keputusan kemudian memilih yang terbaik dengan kriteria yang ditentukan. Tugas akhir ini membahas tentang pemilihan mitigasi struktural bencana tsunami di Kota Gunungsitoli dengan melakukan penyebaran kuesioner dengan sampel sebanyak 70 responden diambil dari dinas BPBD dan dua wilayah kelurahan Ilir dan Kelurahan Pasar.

Hasil Analisis data dengan menggunakan metode AHP, menggunakan hasil data responden ditinjau dari berbagai kriteria diperoleh empat data alternatif jalur evakuasi, pembangunan shelter, relokasi ke zona hijau, instalasi TEWS. Nilai prioritas alternatif mitigasi jalur evakuasi memiliki bobot alternatif sebesar 0.4356, pembangunan shelter sebesar 0.1783, relokasi ke zona hijau 0.0949, instalasi TEWS 0.2912. Alternatif yang menjadi hasil akhir terbaik mitigasi bencana yang dapat diterapkan di lokasi penelitian Kota Gunungsitoli yaitu Jalur Evakuasi dengan ranking prioritas pertama dan presentasi responden sebanyak 43,56%.

Kata Kunci : AHP, Tsunami, Mitigasi Struktural

Abstract : *Gunungsitoli City is a coastal area that has a long beach of 17 km to the south and 17 km to the north, measured from the city center. Therefore, Gunungsitoli City must be prepared to face the risk of a tsunami disaster that could occur at an unpredictable time. The ultimate goal of writing this final project is to find out the best structural mitigation for the tsunami disaster that can be applied as a guideline for tsunami disaster mitigation in the Gunungsitoli city area, especially in Ilir Village and Pasar Village.*

The type of research used in this research is descriptive quantitative research using the AHP (Analytical Hierarchy Process) method in making and making decisions for complex problems by ranking alternative decisions and then selecting the best with the specified criteria. This final project discusses the selection of structural mitigation for the tsunami disaster in Gunungsitoli City by distributing questionnaires with a sample of 70 respondents taken from the BPBD office and two areas of Ilir sub-district and Pasar sub-district.

Results of data analysis using the AHP method, using the results of the respondent's data in terms of various criteria obtained four data on alternative evacuation routes, shelter construction, relocation to the green zone, TEWS installation. The alternative priority value for evacuation route mitigation has an alternative weight of 0.4356, shelter construction of 0.1783, relocation to the green zone 0.0949, TEWS installation of 0.2912. The alternative that is the best end result of disaster mitigation that can be applied at the Gunungsitoli City research location is the Evacuation Route with the first priority ranking and a respondent presentation of 43.56%.

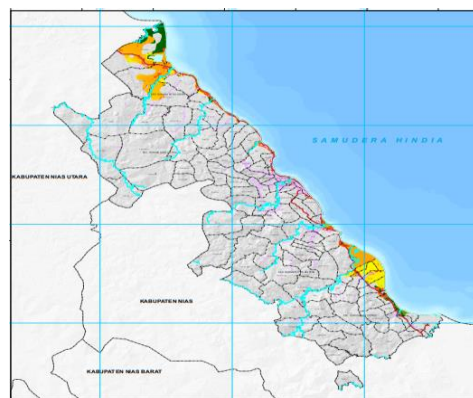
Keyword : AHP, Tsunami, Structural Mitigation

PENDAHULUAN

Indonesia berada di jalur gempa paling aktif di dunia karena dikelilingi oleh Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*) yang sering disebut sebagai sabuk gempa Pasifik dan berada di atas pertemuan antara tiga lempeng benua, yaitu Indo-Australia dari sebelah selatan, Eurasia dari utara, dan Pasifik dari timur (Latief, 2000). Kondisi geografis ini menjadikan Indonesia sebagai wilayah yang rawan bencana alam seperti gempa bumi, tsunami dan letusan gunung api namun di satu sisi menjadikan Indonesia sebagai wilayah subur akan sumber daya alam dan kaya secara hayati. Pada awal tahun 2022 telah terjadi 1306 berbagai bencana alam di Indonesia. Bencana alam tersebut mengakibatkan 1.766.510 orang menderita dan mengungsi, sebanyak 616 orang luka-luka dan sebanyak 83 orang meninggal dunia dan 10 orang hilang (BNPB, 2022).

Sejarah kegempaan, segmen Nias-Simeuleu tercatat telah mengalami tiga kali gempa bumi besar yaitu pada tahun 1861 berkekuatan lebih dari 8,5 skala magnitudo yang disusul dengan bencana tsunami, tahun 1907 kembali mengalami bencana bumi berkekuatan 7,6 M yang menimbulkan bencana tsunami yang besar dan terakhir gempa besar terjadi pada tahun 2005 berkekuatan 8,7 M menimbulkan kenaikan volume air laut di beberapa titik pantai di kepulauan Nias (Natawidjaja, 2007). Selain itu Nias juga pernah mengalami gempa bumi besar pada segmen Batu pada tahun 1935 dengan kekuatan 7,7 M.

Berdasarkan kondisi geografis, demografi, topografi, dan iklim menyebabkan Kota Gunungsitoli memiliki tingkat kerawanan terhadap bencana. Hal ini dapat dibuktikan dari catatan sejarah kejadian bencana Kota Gunungsitoli. Bencana pernah tercatat adalah banjir, longsor, gempa bumi, cuaca ekstrim (BPBD Kota Gunungsitoli, 2019) dan tidak tertutup kemungkinan tsunami dapat melanda, hal tersebut dikarenakan posisinya berada di sepanjang jalur tumbukan dua lempeng bumi, dimana terjadi pergerakan lempeng (Samudera) Indo Australia menunjam ke bawah lempeng (benua) Eurasia yang dapat mengakibatkan gelombang besar (Harefa, 2019).



Gambar 1. Peta Potensi Resiko Bencana Tsunami Kota Gunungsitoli
Sumber : Dokumen Kajian Resiko Bencana Kota Gunungsitoli 2019-2023.

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (UU No 24, 2007). Mitigasi struktural adalah pengurangan kerentanan (*Vulnerability*) terhadap bencana dengan merekayasa bangunan tahan bencana. Bangunan tahan bencana yang dimaksud ialah bangunan dengan struktur kuat yang mampu bertahan di saat bencana melanda. Penerapan mitigasi struktural bertujuan mengurangi dampak bencana melalui percepatan perbaikan infrastruktur dan penggunaan teknologi, seperti penggunaan alat pendeteksi gelombang tsunami, alat sensor aktivitas gunung berapi, konstruksi bangunan tahan gempa.

Pemilihan mitigasi bencana terbaik masih menjadi permasalahan yang harus dicarikan solusinya di Kota Gunungsitoli dengan berbagai kekurangan yang masih belum bisa diatasi, seperti kekurangan dana operasional penanggulangan bencana dan belum adanya informasi jelas tentang mitigasi struktural bencana tsunami yang sesuai diterapkan di Kota Gunungsitoli. Mengingat Kota Gunungsitoli sebagai wilayah dengan potensi tinggi bahaya bencana tsunami, kebijakan mitigasi struktural yang diterapkan sangat penting dalam mencegah dampak buruk sebelum bencana terjadi. Pemilihan jenis mitigasi struktural terbaik akan menentukan seberapa besar dampak akibat bencana. Perencanaan jalur evakuasi yang baik, Instalasi *Tsunami Early Warning System* (TEWS), pembangunan *shelter* di lokasi rawan bencana maupun melakukan relokasi penduduk ke wilayah aman dari bencana yang menjadi salah satu pilihan terbaik diantara kriteria tersebut.



Gambar 2. Pusat Kota Gunungsitoli
 Sumber : Pariwisata Kota Gunungsitoli

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan kuantitatif deskriptif dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (Saaty, 1994). Dalam hal ini peneliti menggunakan subjek primer diantaranya dari dinas BPBD dan masyarakat sebagai data untuk penelitian yang dilakukan dengan cara pengisian kuesioner kepada masyarakat wilayah terkait dan melaksanakan wawancara kepada instansi terkait dalam mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam menyelesaikan penelitian. Metode analisis yang digunakan adalah metode analisis statistik dengan menggunakan software Microsoft Excel 2010. Teknik penyajian data pada penelitian ini menggunakan tabel dan dijelaskan dalam uraian yang menggambarkan hasil tabel.

Teknik pengolahan data menggunakan langkah sebagai berikut :

1. Menyusun hierarki dari permasalahan yang dihadapi
 Penyusunan hierarki maksudnya adalah penyusunan berbagai elemen dari suatu sistem yang kompleks secara hierarkis agar dapat dipahami dalam pemecahan permasalahan.
2. Membuat matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*)
 Untuk mendapatkan nilai rata-rata dari penilaian berpasangan dari 70 responden, maka dilakukan perhitungan *Geometric Mean* terlebih dahulu dengan rumus :

$$GM = \sqrt[n]{X_1 \times X_2 \times X_3 \times \dots \times X_n} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :
 GM : *Geometric Mean*
 X₁, X₂, ... X_n : Bobot Penilaian responden ke 1, 2, ... n
 n : Banyaknya responden

3. Menetapkan Bobot Prioritas Kriteria dengan Menentukan Eigenvector
 Pada tahap ini, menampilkan matriks normalisasi dilakukan penilaian relatif pada setiap sel dengan cara nilai sel dibagi jumlah pada setiap kolomnya, maka akan diperoleh nilai relatif per sel. Akhirnya pada setiap faktor secara horizontal dijumlahkan dan dicari bobot prioritas kriterianya. Hasil penjumlahan dibawah matriks normalisasi tiap kriteria harus bernilai 1. Jika lebih atau kurang dari 1, berarti ada kesalahan perhitungan.

4. Mengukur Konsistensi Logis dengan Menguji Consistency Index (CI) dan Consistency Ratio (CR)

Setelah mendapatkan hasil jumlah matriks perbandingan (*pairwise Comparison matrix*) dan vektor prioritas, kita dapat menghitung nilai *eigen value*.

- a. Mencari nilai Vektor [X]

$$\text{Vektor [X]} = A \times W \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

A = Matriks Awal

W = Bobot Prioritas

Vektor [X]=

$$\left[\begin{array}{c} \text{Matriks} \\ \text{Awal} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} W \end{array} \right]$$

- b. Mencari Nilai Vektor [Y]

$$\text{Vektor [Y]} = \text{Vektor [X]} / W \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Vektor [Y]} = \left[\begin{array}{c} [X] \\ n-1 \end{array} \right] \div \left[\begin{array}{c} W \end{array} \right]$$

- c. Mencari nilai Maximum Eigenvalue (λ_{maks})

$$\lambda_{maks} = \frac{\text{jumlah elemen pada vektor [Y]}}{n} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

λ_{maks} = *Maximum Eigenvalue*

n = Jumlah elemen

- d. Mengukur Consistency Index (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \dots\dots\dots(5)$$

- e. Menghitung Consistency Ratio (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots(6)$$

Tabel 1. Orde matriks

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,5	0,8	1	1	1	1	1	1,49

					1	2	3	4	4	
					2	4	2	1	5	

5. Membuat Matriks Perbandingan Berpasangan (Pairwise Comparison) dan Bobot Prioritas (Eigenvector) antar alternatif kaitannya dengan kriteria serta mengukur konsistensi logisnya.
6. Membuat Prioritas Global (Global Priority)
Pembuatan prioritas global yakni perkalian antara hasil bobot prioritas tiap alternatif dengan hasil bobot prioritas kriteria sehingga didapat total bobot alternatif yang merupakan nilai akhir. Setelah itu dilakukan perangkingan prioritas dari jumlah lebih besar ke lebih kecil.
7. Menuliskan Hasil Perhitungan Pada Kotak Hirarki Maing-masing Kriteria dan Alternatif
Menuliskan hasil nilai pada Hirarki yang ada pada langkah pertama sebelumnya. Sehingga diketahui nilai bobot tiap kriteria dan alternatif.
8. Pengambilan Keputusan
Peneliti mengambil kesimpulan dari data perhitungan yang diperoleh, sehingga di dapat kesimpulan akhir dari penelitian yang dilaksanakan.

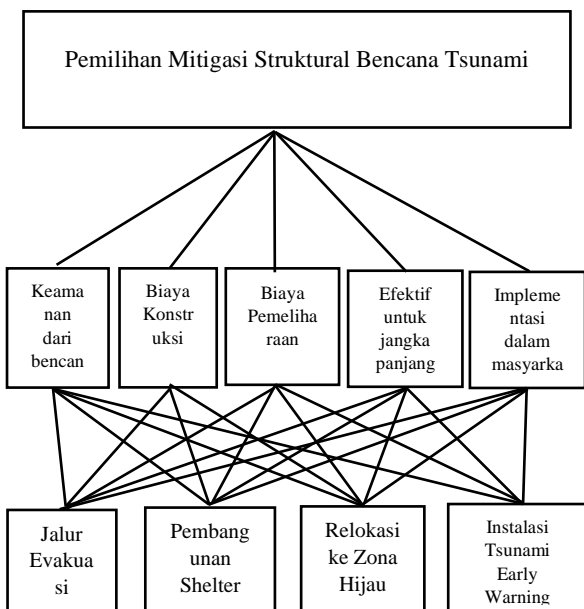
Matriks Perbandingan Berpasangan (Pairwise comparison)

Sampel Penelitian yang digunakan sebanyak 70 responden, setelah itu dilakukan rekapitulasi hasil pengisian kuesioner (dikonversikan dalam bentuk desimal), untuk mendapatkan nilai rata-rata dari penilaian berpasangan dari 70 responden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Hierarki Analisis Hierarki Proses Data Penelitian

Penyusunan hierarki maksudnya adalah penyusunan berbagai elemen dari suatu sistem yang kompleks secara hierarkis agar dapat dipahami dalam pemecahan permasalahan. Hierarki merupakan alat dasar dari pikiran manusia dalam rangka menata suatu elemen dalam beberapa level. Struktur Hierarki data penelitian sebagai berikut :



Gambar 3. Struktur Hierarki

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pasangan Kriteria Data Responden dalam bentuk desimal

Respondent	Keamanan dari Bencana vs Biaya Konstruksi (A vs B)	Keamanan dari bencana vs Biaya pemeliharaan(A vs C)	Keamanan dari bencana vs Efektif untuk Jangka Panjang (A vs D)	Keamanan dari bencana vs Implementasi dalam Masyarakat (A vs E)	Biaya Konstruksi vs Biaya Pemeliharaan (B vs C)	Biaya Konstruksi vs Efektif untuk Jangka Panjang (B vs D)	Biaya Konstruksi vs Implementasi dalam Masyarakat (B vs E)	Biaya Pemeliharaan vs Efektif untuk Jangka Panjang (C vs D)	Biaya Pemeliharaan vs Implementasi dalam Masyarakat (C vs E)	Efektif untuk Jangka Panjang vs Implementasi dalam Masyarakat (D vs E)
1. Roy	0.14	0.20	1.00	1.00	0.50	3.00	1.00	2.00	1.00	1.00
2. Dalimano	9.00	5.00	3.00	1.00	7.00	0.20	0.14	1.00	0.11	0.14
3. Adiman	5.00	5.00	7.00	3.00	9.00	7.00	7.00	5.00	0.20	1.00
4. Bambang	9.00	5.00	5.00	9.00	7.00	7.00	7.00	0.14	9.00	9.00
5. Sanongoni	9.00	7.00	7.00	1.00	3.00	0.14	0.11	0.14	1.00	1.00
6. Air Manis	9.00	7.00	9.00	9.00	5.00	1.00	0.20	0.33	0.14	0.11
7. Inno	9.00	7.00	9.00	8.00	1.00	3.00	0.25	0.17	6.00	0.33
8. Serasi	7.00	5.00	9.00	1.00	0.20	0.14	7.00	0.20	0.11	0.11
9. Devy	7.00	5.00	9.00	7.00	1.00	0.25	4.00	6.00	0.14	3.00
10. Yaaman	9.00	5.00	7.00	3.00	0.14	0.33	1.00	0.20	5.00	0.11
11. Asali	5.00	3.00	7.00	8.00	9.00	0.33	6.00	0.17	0.11	0.33
12. Ahmad	9.00	5.00	7.00	9.00	1.00	0.20	3.00	0.14	0.20	0.11
13. Abneri	9.00	1.00	5.00	3.00	0.17	6.00	0.33	8.00	0.14	3.00
14. Muliati	7.00	7.00	0.11	0.11	5.00	0.11	0.11	0.14	0.11	0.11
15. Ferdinan	0.33	5.00	0.14	0.20	3.00	0.13	0.11	0.14	0.11	0.11
16. Serius	7.00	5.00	0.13	0.13	3.00	0.14	0.11	0.17	0.13	0.11
17. Anwardin	7.00	5.00	0.14	0.20	5.00	0.11	0.11	0.11	0.11	1.00
18. Radianus	6.00	8.00	0.11	0.11	9.00	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
19. Arman	7.00	9.00	0.11	0.14	1.00	0.11	0.14	0.11	0.14	0.11
20. Eriyani	7.00	9.00	0.11	0.11	5.00	0.14	0.11	0.11	0.14	0.11
21. Tirta	9.00	5.00	0.13	0.11	5.00	0.14	0.11	0.14	0.11	0.11
22. Sabarudi	7.00	6.00	9.00	7.00	9.00	0.14	0.11	0.17	0.11	0.11
23. Satinia	7.00	9.00	0.14	0.11	6.00	0.14	0.11	0.14	0.11	0.11
24. Fajar	6.00	0.20	4.00	0.20	1.00	6.00	0.17	2.00	0.14	7.00
25. Ellen	7.00	3.00	0.14	0.11	1.00	0.14	0.11	0.33	0.14	0.11
26. Ahmad	7.00	5.00	0.14	0.11	1.00	0.13	0.14	0.11	0.14	1.00
27. Frans	7.00	5.00	0.13	0.11	8.00	0.13	0.20	0.13	0.11	0.11
28. Wati	7.00	5.00	0.14	0.11	7.00	0.11	0.14	0.11	0.17	0.13
29. Alexander	7.00	9.00	0.14	0.11	3.00	0.11	0.14	0.11	0.11	0.11
30. Siska	5.00	3.00	0.14	7.00	2.00	0.17	0.13	0.33	0.14	0.11
31. Sokhizatulo	7.00	5.00	0.13	4.00	0.33	7.00	0.14	0.13	0.17	0.11
32. Yanti	7.00	9.00	5.00	0.33	1.00	0.14	0.20	0.11	0.14	1.00
33. Gema	0.20	4.00	0.13	7.00	0.25	5.00	1.00	0.17	7.00	0.13
34. Riang	7.00	5.00	0.14	1.00	7.00	0.11	0.11	0.14	0.11	1.00
35. Faomazisokhi	7.00	0.25	3.00	0.14	6.00	1.00	0.13	0.14	0.11	1.00
36. Yurniwati	7.00	0.17	2.00	0.14	5.00	0.13	0.33	3.00	0.20	1.00
37. David	0.14	3.00	0.33	5.00	0.17	7.00	1.00	0.11	6.00	0.14
38. Meslina	8.00	0.20	4.00	8.00	1.00	0.25	5.00	0.33	3.00	0.11
39. Fotuho	7.00	0.20	1.00	0.14	5.00	0.20	2.00	0.25	7.00	0.13
40. Faahakhodo	7.00	5.00	1.00	0.14	1.00	0.14	0.11	0.14	0.14	1.00

41. Kristian	8.00	4.00	1.00	0.11	1.00	0.50	0.20	0.25	0.11	1.00
42. Marinus	0.20	7.00	5.00	0.14	0.20	0.17	0.25	0.20	0.17	5.00
43. Simon	9.00	3.00	0.11	4.00	5.00	0.33	0.20	0.20	0.14	7.00
44. Murniwati	7.00	5.00	0.50	7.00	6.00	4.00	0.20	0.25	0.11	2.00
45. Heri	6.00	8.00	0.20	0.20	2.00	3.00	0.17	0.25	0.13	0.11
46. Ivan	5.00	5.00	1.00	7.00	6.00	4.00	3.00	8.00	0.14	0.17
47. Abdul	2.00	9.00	6.00	0.11	8.00	0.50	7.00	0.25	7.00	0.13
48. Yasfin	1.00	3.00	7.00	0.17	3.00	0.25	0.14	0.17	0.13	0.25
49. Kaplubima rt	9.00	6.00	4.00	7.00	0.50	0.17	0.17	0.20	0.50	1.00
50. Subrin	9.00	3.00	0.25	5.00	1.00	0.11	0.13	0.14	0.20	0.25
51. Felianus	7.00	7.00	0.13	8.00	0.20	0.11	0.50	0.17	0.13	0.13
52. Rustam	8.00	3.00	4.00	3.00	1.00	0.20	0.50	0.20	0.14	0.25
53. Atinia	5.00	6.00	5.00	0.20	0.13	0.13	0.20	0.25	0.17	5.00
54. Kristina	8.00	7.00	0.14	0.33	0.20	0.25	0.13	0.11	0.11	6.00
55. Gusti	7.00	5.00	0.13	0.50	0.13	0.20	0.25	0.50	0.33	3.00
56. Ferdy	9.00	8.00	0.25	0.14	0.33	5.00	3.00	8.00	0.20	0.11
57. Erbon	9.00	9.00	0.14	5.00	0.14	0.33	0.11	0.17	0.25	0.14
58. Sozomasi	4.00	5.00	5.00	0.17	1.00	0.33	0.11	0.20	0.33	0.20
59. Anton	3.00	8.00	7.00	9.00	1.00	0.33	0.20	0.17	0.14	0.13
60. Fatiasa	9.00	9.00	3.00	9.00	0.11	1.00	0.17	0.14	0.11	0.11
61. Riki	8.00	5.00	0.14	0.11	4.00	0.14	0.11	0.14	0.14	1.00
62. Brigita	9.00	2.00	0.14	0.13	7.00	0.20	0.17	0.14	0.20	0.14
63. Historis	6.00	4.00	0.20	0.14	3.00	0.20	0.20	0.25	0.17	0.11
64. Dimas	5.00	6.00	0.20	0.17	2.00	0.25	0.17	0.33	0.20	0.14
65. Afelinus	9.00	3.00	0.14	0.13	0.17	0.33	0.14	0.50	0.14	0.13
66. Rikardo	8.00	5.00	0.33	0.11	0.20	0.17	0.13	0.14	0.20	0.11
67. Jaya	4.00	6.00	0.17	0.20	5.00	0.50	0.17	0.17	0.25	0.20
68. Sabda	6.00	7.00	0.14	0.13	0.33	0.20	0.25	0.25	0.14	0.14
69. Putra	3.00	5.00	0.25	0.14	6.00	0.17	0.11	0.25	0.20	0.20
70. Richard	7.00	4.00	0.17	0.20	0.25	0.33	0.11	0.17	0.13	0.11
Geomean	5,14	3,92	0,70	0,64	1,43	0,36	0,30	0,26	0,24	0,32

Prioritas Global

Pembuatan prioritas global yakni perkalian antara hasil bobot prioritas tiap alternatif dengan hasil bobot prioritas kriteria sehingga didapat total bobot alternatif yang merupakan nilai akhir. Setelah itu dilakukan perankingan prioritas dari jumlah lebih besar ke lebih kecil. Dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$\begin{bmatrix} 0.41 & 0.40 & 0.45 & 0.45 & 0.45 \\ 0.21 & 0.18 & 0.16 & 0.16 & 0.17 \\ 0.10 & 0.10 & 0.09 & 0.08 & 0.10 \\ 0.28 & 0.32 & 0.30 & 0.31 & 0.28 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.26 \\ 0.08 \\ 0.07 \\ 0.22 \\ 0.37 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4356 \\ 0.1783 \\ 0.0949 \\ 0.2912 \end{bmatrix}$$

Tabel. Rangkaing prioritas Global

Alternatif	Total	Presentase	Rangkaing
Jalur Evakuasi	0.4356	43.56 %	1
Pembangunan shelter	0.1783	17.83 %	3
Relokasi ke Zona Hijau	0.0949	9.49 %	4
Instalasi TEWS	0.2912	29.12 %	2

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan metode AHP menggunakan hasil data responden ditinjau dari berbagai kriteria diperoleh empat data alternatif jalur evakuasi, pembangunan shelter, relokasi ke zona hijau, instalasi TEWS. Alternatif yang menjadi hasil akhir terbaik mitigasi bencana yang dapat diterapkan di lokasi penelitian Kota Gunungsitoli yaitu Jalur Evakuasi dengan rangkaing prioritas pertama dan presentasi responden sebanyak 43,56%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakornas BNPB. (2007). *Pengenalan karakteristik bencana dan upaya mitigasinya di Indonesia.: Vol. II* (I. S. T. DESS, Ms. Ir. B. Wisnu Widjaja, & S. Mohd. Robi Amri (eds.)). Direktorat Mitigasi, Lakhar BAKORNAS PB.
- Benson, C., & Clay, E. J. (n.d.). *Charlotte Benson and Edward J. Clay* (C. Benson & E. J. Clay (eds.); 4th ed., Issue 4). Reuters NewMedia Inc./CORBIS.
https://www.preventionweb.net/files/1848_VL102115.pdf
- Bakornas BNPB. (2007). *Pengenalan karakteristik bencana dan upaya mitigasinya di Indonesia.: Vol. II* (I. S. T. DESS, Ms. Ir. B. Wisnu Widjaja, & S. Mohd. Robi Amri (eds.)). Direktorat Mitigasi, Lakhar BAKORNAS PB.
- Bakornas BNPB. (2007). *Pengenalan karakteristik bencana dan upaya mitigasinya di Indonesia.: Vol. II* (I. S. T. DESS, Ms. Ir. B. Wisnu Widjaja, & S. Mohd. Robi Amri (eds.)). Direktorat Mitigasi, Lakhar BAKORNAS PB.
- Bakornas BNPB. (2022). *Bencana Alam di Indonesia 2022*.
<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/03/22/ada-1019-bencana-alam-di-indonesia-hingga-21-maret-2022>
- BPBD Kota Gunungsitoli. (2019). *Dokumen kajian risiko bencana kota gunungsitoli 2019-2023*. 73.
- Harefa, riang wirastin. (2019). Analisis Bahaya Gempa Bencana Gempa Bumi di Wilayah Kota Gunungsitoli. *Buana*, 3(3), 1–16.
- International Strategy for Disaster Reduction (ISDR). (2004). *Living with Risk - A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*. United Nations Publication.
- Latief, H. d. (2000). Tsunami Catalog and Zones in Indonesia. *Journal of Natural Disaster Science*, 22(1), 25–43.
<https://doi.org/10.2328/jnds.22.25>
- Natawidjaja, D.H., A. W. T. (2007). *The Sumatran Fault Zone From Source To Hazard, Eartquake and Tsunami*. 1, 21–47.
- Nurjanah. (2012). *Manajemen Bencana*. ALFABETA.
- Pemerintah Kota. (2020). *Rencana Terpadu Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah Kota Gunungsitoli*. 1–33.
- Republik Indonesia. (2006). *PEDOMAN TEKNIS FASILITAS DAN AKSESIBILITAS PADA BANGUNAN GEDUNG DAN LINGKUNGAN*. 1–39.
- Republik Indonesia. (2007). *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*. 1–50.
- Republik Indonesia. (2010). *PEDOMAN PENCARIAN, PERTOLONGAN DAN EVAKUASI*. 27.
- Saaty, T.L (1994). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analitic Hierarchy Process*. RWS

Publications.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. ALFABETA.

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. ALFABETA.

Sumadi Suryabrata. (2008). *Metode Penelitian*. Raja Grafindo Persada.