

RUTE EVAKUASI TSUNAMI MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOYD WARSHALL (STUDI KASUS DI LUBUK BUAYA, PADANG)

(Tsunami Evacuation Routes Using Floyd Warshall Algorithm (Case Study in Lubuk Buaya District, Padang City))

Rahma Yulia¹⁾, Indah Permata Sari²⁾, Mohamad Syafi'i^{3*)}, Lilis Harianti Hasibuan⁴⁾

^{1)2,3,4)} Mathematics Department, Faculty of Science and Technology
Imam Bonjol State Islamic University, Padang, West Sumatra
e-mail: rahmaazka316@gmail.com, indahpermata010318@gmail.com,
mohamadsyafii@uinib.ac.id^{*)}, lilisharianti@uinib.ac.id

Abstract. One of Indonesia's vulnerable Tsunami areas is in Padang City. Padang City is a coastal city, which is located to the east of the Indian Ocean. It is close to the meeting of the Indo-Australian plate and Eurasian plate, which can trigger a powerful earthquake and generate a tsunami. Therefore, determination of the evacuation route is very important to do, particularly in Tsunami high risk areas. One of the highrisk areas is Lubuk Buaya District. The purpose of this research is to set the shortest route for tsunami evacuation as an effort to minimize disaster effects on local residents. The determination of the Tsunami evacuation route is done by forming a path graph, determining the weight of each path segment, and determining the shortest route using the Floyd Warshall Algorithm. The results obtained in this research are the safest and shortest Tsunami evacuation route that can be accessed by pedestrians, motorcyclists, and car drivers.

Keywords: Evacuation Routes, Floyd Warshall Algorithm, Graph, Tsunami.

1. Pendahuluan

Gempa bumi cukup sering terjadi di wilayah Indonesia. Hal ini dikarenakan Indonesia terletak pada pertemuan 3 lempeng tektonik utama dunia yang bergerak relatif saling mendesak satu dengan lainnya. Gempa bumi merupakan salah satu faktor penting penyebab terjadinya tsunami terutama pada gempa bumi yang berpusat di laut (Anwar, 2021). Tsunami merupakan serangkaian air yang disebabkan oleh perpindahan tubuh besar air di laut atau danau besar yang menjadi serangkaian gelombang destruktif yang kuat di pantai [1]. Dampak terbesar terhadap kejadian tsunami dapat dirasakan oleh Penduduk lokal yang tinggal di pesisir pantai [2].

Kota Padang merupakan Ibu Kota Provinsi Sumatera Barat, yang juga daerah rawan bencana gempabumi dan tsunami. Hal ini dikarenakan posisi Kota Padang berada pada pertemuan 2 lempeng Hindia dan Asia pada pesisir pantai barat Kota Padang serta dilalui oleh sesar semangko. Wilayah laut Kota Padang merupakan wilayah patahan subduksi yang merupakan sumber gempa kuat dan sumber pembangkit tsunami. Berdasarkan catatan gempa yang terjadi sejak tahun 2006, 2007, dan 2009, Kota Padang memiliki permasalahan dalam hal evakuasi tsunami. Hal ini disebabkan infrastruktur jalan yang tegak lurus arah pantai menuju daerah tinggi sangat sedikit. Selain itu banyaknya sungai-

sungai yang terdapat di Kota Padang. Jalur evakuasi yang harus melewati jembatan harus dikurangi. Hal ini dikarenakan jembatan tidak tahan terhadap gempa dan tsunami. Permasalahan lain yang dihadapi pada pengalaman gempa yang pernah terjadi adalah kemacetan pada ruas-ruas jalan di kota Padang [3].

Kecamatan Koto Tangah merupakan daerah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap tsunami dengan nilai indeks bahaya berdasarkan luas bahaya tsunami termasuk dalam 5 tertinggi di Kota Padang. Hal ini disebabkan sebagian besar wilayah di Kecamatan Koto Tangah berada di tepi pantai. Menurut penelitian Deny Hidayati, 4 dari 7 kelurahan yang termasuk dalam zona rawan tsunami salah satunya berada di Kecamatan Koto tangah dimana berada di wilayah kerja Puskesmas Lubuk Buaya. Kelurahan tersebut meliputi Kel. Pasie Nan Tigo, Kel. Parupuk Tabing, Kel. Batang Kabung Ganting, dan Kel. Lubuk Buaya [4].

Oleh karena itu kajian yang sangat dibutuhkan adalah upaya mitigasi bencana tsunami. Salah satu upaya yang dikaji pada penelitian ini adalah jalur evakuasi tsunami. Kajian ini dilakukan agar masyarakat mampu menyelamatkan diri dari bahaya tsunami (ketika tsunami terjadi). Informasi yang diberikan adalah informasi mengenai bagaimana seorang berpindah dari suatu tempat menuju ke tempat berkumpul sementara. Sekelompok orang dapat saja menuju ke tempat berkumpul dengan jalan yang berbeda-beda, misalnya dengan berjalan atau dengan menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat.

Mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan dengan pendekatan algoritma *fuzzy dijkstra* dalam penentuan jalur evakuasi tsunami bagi pengendara di Kota Bengkulu [5] dan Penentuan Jalur Terpendek untuk Evakuasi Tsunami di Kelurahan Titiwungen Selatan dengan Menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* dan Algoritma *A-Star* [6]. Berdasarkan penelitian sebelumnya jalur evakuasi tsunami dapat dimodelkan dengan menggunakan Teori Graf. Penggunaan Teori graf terlebih khusus dalam menentukan konektivitas antar objek pada graf berbobot. Graf berbobot merupakan graf yang setiap sisinya diberi nilai atau bobot [7]. Dalam penelitian ini tidak digunakan graf berarah karena penelitian ini dapat digunakan oleh pemerintah dalam pembuatan rambu-rambu evakuasi tsunami di setiap persimpangan jalan, sehingga saat terjadi tsunami warga hanya perlu mengikuti rambu-rambu yang ada.

Graf G adalah pasangan himpunan (V, E) dengan V adalah himpunan tidak kosong dan berhingga dari objek-objek yang disebut dengan titik dan E adalah himpunan (mungkin kosong) pasangan tak berurutan dari titik-titik yang berbeda di G yang disebut dengan sisi [8]. Pada penelitian ini objek direpresentasikan oleh titik atau simpul, sedangkan konektivitasnya direpresentasikan oleh garis atau sisi. Selanjutnya, kita dapat menyelesaikan permasalahan yang telah dimodelkan dan mendapatkan hasil akhir yang optimal. Dalam penelitian ini persimpangan jalan direpresentasikan sebagai titik atau simpul, sedangkan jalur evakuasi tsunami direpresentasikan sebagai garis atau sisi. Terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan dalam memodelkan jalur evakuasi

tsunami. Pada penelitian ini digunakan Algoritma *Floyd Warshall*. Algoritma ini merupakan algoritma untuk mencari bobot minimum dan waktu tercepat dari graf berarah. Dalam satu kali eksekusi algoritma akan didapatkan jarak sebagai jumlah bobot dari lintasan terpendek antar setiap pasang simpul tanpa memperhitungkan informasi mengenai simpul-simpul yang dilaluinya, dengan kata lain Algoritma *Floyd Warshall* adalah suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait, artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu [9].

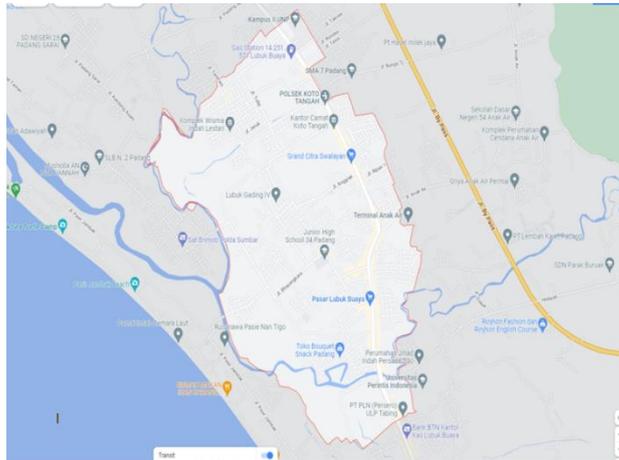
Berdasarkan hal tersebut dalam penelitian kali ini, penentuan jalur terpendek evakuasi tsunami akan dicari menggunakan Algoritma *Floyd Warshall*, sehingga didapatkan jalur untuk evakuasi tsunami untuk daerah Kelurahan Lubuk Buaya, Kota Padang.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada April 2022 sampai Juni 2022. Kecamatan Koto Tangah merupakan daerah rawan bencana tsunami dengan kategori tinggi. Pada penelitian daerah yang digunakan sebagai contoh dalam membuat penentuan jalur evakuasi tsunami adalah Kelurahan Lubuk Buaya. Adapun pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis studi *literature*. Sumber pengumpulan data yang digunakan adalah data sekunder, berupa informasi dari website BPBD Kota Padang. Adapun pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah analisa studi *literature*. Langkah-langkah yang digunakan pada penelitian ini adalah pengambilan data, membuat graf berdasarkan peta kelurahan lubuk buaya dimana persimpangan jalan akan dipresentasikan sebagai titik atau simpul dan jalur evakuasi tsunami dipresentasikan sebagai garis atau sisi, menentukan solusi optimal menggunakan Algoritma *Floyd warshall*, mendapatkan hasil optimal jalur evakuasi bencana tsunami terpendek.

3. Hasil dan Pembahasan

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan data atau informasi. Informasi pertama yang harus diketahui adalah peta Kelurahan Lubuk Buaya, Kota Padang. Berikut ini merupakan gambar peta Kelurahan Lubuk Buaya



Gambar 1. Peta Kelurahan Lubuk Buaya

Setelah didapatkan peta kelurahan lubuk buaya, langkah selanjutnya menerapkan teori graf dalam mendesain jalur evakuasi tsunami, dimana persimpangan jalan akan dipresentasikan sebagai titik atau simpul dan jalur evakuasi tsunami direpresentasikan sebagai garis atau sisi. Penerapan teori graf pada Kelurahan Lubuk Buaya dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini



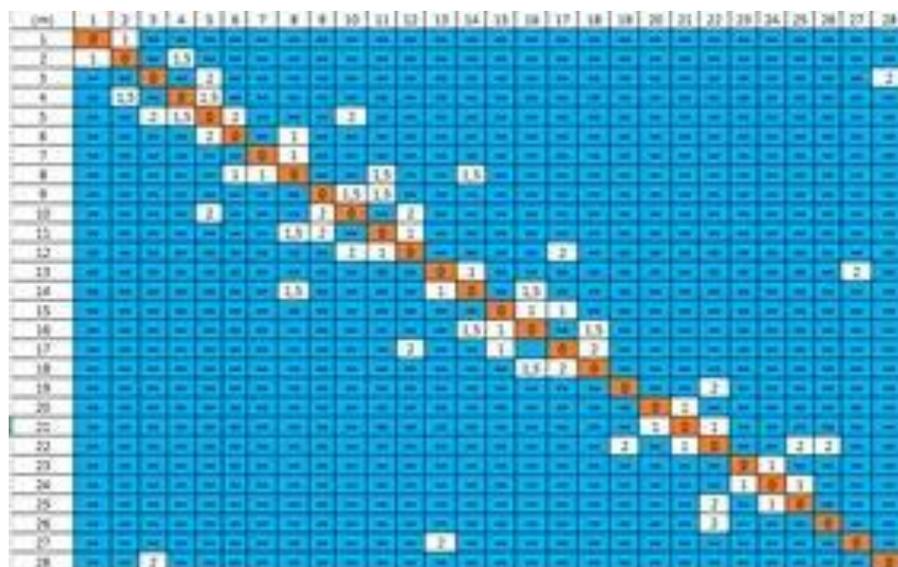
Gambar 2. Graf Peta Kelurahan Lubuk Buaya

Setelah didapatkan graf peta Kelurahan Lubuk Buaya, langkah selanjutnya adalah membuat bobot graf dengan beberapa ketentuan. Adapun ketentuan bobot dari titik i ke titik j adalah

- a. : jika $i = j$ (dari titik i ke i itu sendiri)
- b. : jika $i \neq j$ dan titik i terhubung dengan titik j
- c. : jika $i \neq j$ dan titik i tidak terhubung dengan titik j

Berdasarkan ketentuan diatas, akan dibentuk matriks dengan ordo 28×28 , matriks yang dibentuk merepresentasikan sebagai bobot pertama (jarak) dan bobot kedua (akses jalan)

(m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	0	200																										
2	200	0	343																									
3			0	148																								1054
4			343	0	388																							
5			148	388	0	492																						
6					492	0	373				493																	
7						373	0	749																				
8							749	0	455																			
9							749	455	0			570			691													
10										0	280	212																
11					493					380	0		382															
12										570	212	0	545															
13											382	545	0							392								885
14														0	199													
15														199	0		391											
16															0	437	794											
17															391	437	0	763										
18													392			794	0	424										
19																763	424	0			254							
20																		0	240									
21																			240	0	850							
22																				254	850	0				564	815	
23																						0	250					
24																						250	0	473				
25																						564	473	0				
26																						851			0			
27												885															0	
28				1054																								0



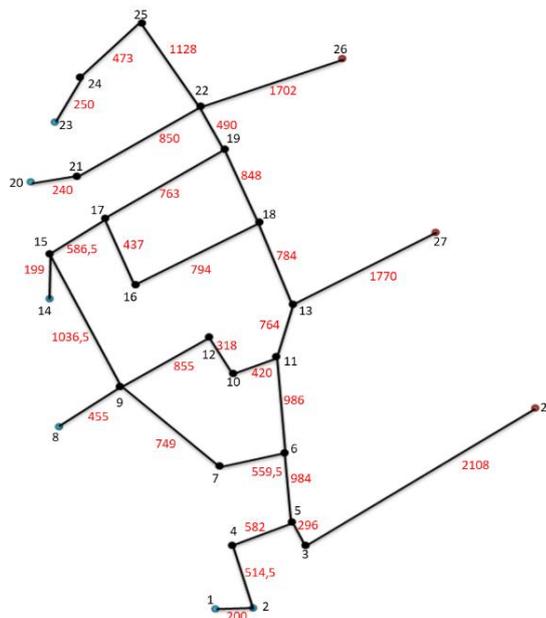
Gambar 4. Bobot Kedua (Akses Jalan)

Pada bobot kedua, yaitu akses jalan, terdapat 3 kategori bobot. Kategori pertama bernilai 1 yang berarti jalan dengan akses paling mudah (jalan lebar dan terdapat beberapa rumah penduduk), kategori kedua bernilai 1.5 yang berarti jalan dengan akses sedang (jalan tidak terlalu lebar dan terdapat beberapa rumah penduduk), dan kategori ketiga bernilai 2 yang berarti jalan dengan akses paling sulit (jalan kecil dan banyak rumah penduduk). Hal ini dikarenakan jika ada banyak orang yang berjalan secara bersamaan pada jalan yang jaraknya sama tetapi tingkat kesulitan akses jalannya berbeda, akan lebih mudah berjalan di jalan yang aksesnya mudah dibandingkan yang aksesnya sulit. Akses jalan ini ditentukan berdasarkan lebar jalan dan adanya rumah penduduk. Pemilihan bobot tidak bisa terlalu jauh karena akan mempengaruhi perbandingan jarak yang sebenarnya. Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 diperoleh matriks bobot graf.

(m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	0	200	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
2	200	0	∞	515	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
3	∞	∞	0	∞	296	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	2108	
4	∞	515	∞	0	582	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
5	∞	∞	296	582	0	984	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
6	∞	∞	∞	∞	984	0	559,5	∞	∞	∞	986	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
7	∞	∞	∞	∞	∞	560	0	∞	749	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	455	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	749	455	0	∞	∞	855	∞	∞	1036,5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	420	318	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
11	∞	∞	∞	∞	∞	986	∞	∞	∞	420	0	764	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
12	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	855	318	∞	0	545	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
13	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	764	545	0	∞	∞	∞	∞	∞	784	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	1770	
14	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	199	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
15	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	199	0	∞	∞	587	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
16	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	437	794	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
17	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	391	437	0	1145	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
18	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	784	∞	794	∞	0	848	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
19	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	1145	848	0	∞	254	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
20	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	240	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
21	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	240	0	850	∞	∞	∞	∞	∞	
22	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	254	850	0	∞	∞	1128	1702	∞	∞	
23	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	250	∞	∞	∞	∞	∞	
24	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	250	0	473	∞	∞	∞	
25	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	1128	∞	473	0	∞	∞	∞	
26	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	
27	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	
28	∞	∞	2108	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	

Gambar 5. Bobot Graf

Berdasarkan Gambar 5 dapat digambarkan dengan graf sebagai berikut



Gambar 6. Graf Berbobot Peta Kelurahan Lubuk Buaya

Berdasarkan Gambar 6 terdapat 28 titik dengan 5 titik yang mempunyai potensi tinggi jika bencana tsunami terjadi yaitu titik 1, titik 8, titik 14, titik 20, dan titik 23. Selain itu terdapat 3 titik tujuan yang merupakan daerah aman jika bencana tsunami terjadi, yaitu titik 28, titik 27, dan titik 26. Berdasarkan Gambar 6 akan ditentukan jalur evakuasi dengan menggunakan algoritma *Floyd Warshall* dari 5 titik yang rawan bencana tsunami ke 3 titik tujuan, dan diperoleh

Tabel 1. Jalur Evakuasi Tsunami

No.	Titik Asal	Titik Tujuan	Jalur	Jarak (m)
1.	1	28	1 → 2 → 4 → 5 → 3 → 28	3700.5
2.	8	28	8 → 9 → 7 → 6 → 5 → 3 → 28	5151.5
3.	14	28	14 → 15 → 9 → 7 → 6 → 5 → 3 → 28	5932
4.	20	28	20 → 21 → 22 → 19 → 18 → 13 → 11 → 6 → 5 → 3 → 28	8350
5.	23	28	23 → 24 → 25 → 22 → 19 → 18 → 13 → 11 → 6 → 5 → 3 → 28	9111
6.	1	27	1 → 2 → 4 → 5 → 611 → 13 → 27	5800.5
7.	8	27	8 → 9 → 1210 → 11 → 13 → 27	4582
8.	14	27	14 → 1517 → 16 → 18 → 13 → 27	2970.5
9.	20	27	20 → 21 → 22 → 19 → 18 → 13 → 27	4982
10.	23	27	23 → 24 → 25 → 22 → 19 → 18 → 13 → 27	5743
11.	1	26	1 → 2 → 45 → 6 → 11 → 13 → 18 → 19 → 22 → 26	7872.5
12.	8	26	8 → 9 → 15 → 17 → 19 → 22 → 26	5051
13.	14	26	14 → 15 → 17 → 19 → 22 → 26	3758.5
14.	20	26	20 → 21 → 22 → 26	2792
15.	23	26	23 → 24 → 25 → 22 → 26	3553

Salah satu bentuk mitigasi bencana berdasarkan peta daerah yang berisiko tsunami di Kelurahan Lubuk Buaya adalah dengan membentuk jalur evakuasi tsunami. Berdasarkan peta daerah yang diperoleh dapat dimodelkan dengan membentuk graf yang titik-titiknya (*vertices*) merupakan persimpangan-persimpangan pada Kelurahan Lubuk Buaya ditambah dengan 3 lokasi lain, sedangkan sisinya (*edge*) merupakan representasi dari jalur evakuasi, dan bobot grafnya merupakan perkalian dari bobot jarak antara titik dan bobot akses jalan. Persimpangan pada Kelurahan Lubuk Buaya direpresentasikan sebagai 1 titik ditambahkan dengan 3 titik diluar Kelurahan Lubuk Buaya, sehingga terbentuk 28 titik. Dalam penelitian ini dipilih 5 titik sebagai titik asal, yaitu lokasi yang berada di dekat pesisir pantai dimana merupakan daerah yang berisiko tinggi terdampak tsunami di Kelurahan Lubuk Buaya. Dan dari 23 titik yang tersisa, dipilih 3 titik sebagai titik tujuan, yaitu lokasi yang berada di dataran tinggi dan merupakan daerah yang aman dari bencana tsunami. Karena terdapat 5 titik asal dan 3 titik tujuan, maka terdapat 15 jalur evakuasi dan juga diperoleh jalur evakuasi terpendek seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Jalur Terpendek Evakuasi Tsunami

No.	Titik Asal	Titik Tujuan	Jalur	Jarak (m)
1.	1	28	1 → 2 → 4 → 5 → 3 → 28	3700.5
2.	8	27	8 → 9 → 1210 → 11 → 13 → 27	4582
3.	14	27	14 → 1517 → 16 → 18 → 13 → 27	2970.5
4.	20	26	20 → 21 → 22 → 26	2792
5.	23	26	23 → 24 → 25 → 22 → 26	3553

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, diperoleh model jalur evakuasi tsunami dengan menggunakan algoritma *Floyd Warshall* di Kelurahan Lubuk Buaya, Kota Padang. Model jalur evakuasi tsunami di Kelurahan Lubuk Buaya yang telah dibuat terdapat 5 titik asal dan 3 titik tujuan, sehingga terdapat 15 jalur evakuasi dan diperoleh jalur terpendek untuk evakuasi tsunami seperti pada Tabel 2.

Daftar Pustaka

- [1] C. Yonghai and L. Jiancheng, (2014), "Extraction of two tsunamis signals generated by earthquakes around the Pacific rim," *Geod. Geodyn.*, **5(2)**, 38–47. doi: 10.3724/sp.j.1246.2014.02038.
- [2] R. Mikami, T., Shibayama, T., Esteban, M., Aránguiz, "Comparative Analysis of Triggers for Evacuation during Recent Tsunami Events," *Nat. Hazards Rev.*, **21(3)**. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000386](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000386).
- [3] A. Anisya & G. Y. Swara, (2017), "Aplikasi Pencarian Shelter Tsunami Terdekat di Kota Padang Menggunakan Metode Best First Search," *J. Teknoif*, **5(1)**, 1–8. doi: 10.21063/JTIF.2017.V4.2.1-6.
- [4] D. Hidayati and H. Permana, (2006), *Kajian kesiapsiagaan masyarakat dalam mengantisipasi bencana gempa bumi dan tsunami di indonesia*. Jakarta: DEPUTI ILMU PENGETAHUAN KEBUMIHAN.
- [5] N. Afandi, S. Yosmar, Z. M. Mayasari, (2022), "Penentuan Jalur Evakuasi Tsunami Bagi Pengendara Di Kota Bengkulu Menggunakan Algoritma Fuzzy Dijkstra," *Teorema Teor. dan Ris. Mat.*, **7(1)**, 139. doi: 10.25157/teorema.v7i1.6786.
- [6] S. E. Chungdinata, J. Titaley, C. E. J. C. Montolalu, (2019), "Penentuan Jalur Terpendek untuk Evakuasi Tsunami di Kelurahan Titiwungen Selatan dengan Menggunakan Algoritma Floyd Warshall dan Algoritma A-Star (A*)," *d'ARTESIAN*, **8(1)**, 18. doi: 10.35799/dc.8.1.2019.23873.
- [7] M. Sam & Yuliani, (2016), "Penerapan Algoritma Prim Untuk Membangun Pohon Merentang Minimum (Minimum Spanning Tree) Dalam Pengoptimalan Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sulawesi Selatan," *J. Din.*, **7(1)**, 50–61.



- [8] M. Syafii, D. M. Putri, A. Rahman, (2021), “Nullitas maksimum matriks hermitian digambarkan oleh graf g ,” *MAP (Mathematics Appl. J.*, **3(1)**, 53–61. doi: <https://doi.org/10.15548/map.v3i1.2784>.
- [9] M. R. Mukti & Mulyono, (2018), “Menentukan Rute Terpendek Dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall Dalam Pendistribusian Barang Pada Pt. Rapy Ray Putratama,” *KARISMATIKA Kumpul. Artik. Ilmiah, Inform. Stat. Mat. dan Apl.*, 4(1), 39–53. doi: 10.24114/jmk.v4i1.11857.