

KAJIAN KONFIGURASI *SHELTER* UNTUK RENCANA EVAKUASI TSUNAMI DI KOTA CILACAP, JAWA TENGAH BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Ade Putra, Sigit Sutikno, Trimaijhon

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
email: putrivivah@yahoo.co.id

ABSTRACT

Tsunamis are ocean waves that can be caused by earthquakes, landslides or volcanic eruptions that occur at sea either vertically or horizontally. Waters south of Java island is characterized by active seismicity, earthquakes often cause tsunamis to watch, especially in densely populated coastal areas. This is a potential major disaster for the Cilacap city, it takes effort for a more integrated disaster response. Effective evacuation planning is an effort to minimize the possible impact of the tsunami will occur.

Building evacuation shelter for tsunami are analyzed by using existing Network Analyst extention in ArcGIS software. Network analyst extention will generate a service area of population for evacuation safely. The results show that the potential shelter in the Cilacap city apparently not be able to cover all the areas that are in tsunami-prone zones. To overcome this, the addition of a potential shelter building have to be include on all inundated area. Tsunami evacuation maps of network analysis result has a character that is on tsunami early warning period, the longer the warning time, the shorter the evacuation time it self, the resulting service area will be smaller as well.

Keywords: *tsunami evacuation shelter, network analyst, service area*

PENDAHULUAN

Tsunami adalah gelombang laut yang disebabkan oleh gempa bumi, tanah longsor atau letusan gunung berapi yang terjadi dilaut baik secara fertikal maupun secara horizontal (Brune et al, 2010). Perairan selatan Pulau Jawa memiliki ciri kegempaan aktif. Pusat Kota Cilacap berada pada daerah pesisir pantai yang merupakan daerah yang potensial terhadap bahaya tsunami di Kota Cilacap, untuk itu dibutuhkan upaya penanggulangan bencana yang lebih terpadu. Teknologi Sistem Informasi Geografis merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menyusun model informasi yang nantinya dapat digunakan sebagai langkah dalam melaksanakan program mitigasi bencana.

Penelitian ini mengkaji peta bahaya tsunami sebagai acuan dasar untuk menentukan perkiraan penduduk pada zona *service area* dan pada zona *non-service area*. Peta bahaya tsunami yang digunakan berasal dari hasil simulasi numerik untuk kondisi gempa pada tahun 2006 di Kota Cilacap (Kongko, 2012).

Untuk kesiap-siagaan tsunami pemerintah Indonesia dengan bantuan negara-negara donor, telah mengembangkan Sistem Peringatan Dini Tsunami Indonesia (Indonesian Tsunami Early Warning System - InaTEWS). Sistem ini berpusat pada Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di Jakarta yang berfungsi sebagai mengeluarkan peringatan kepada penduduk saat terjadi nya tsunami.

Shelter rekomendasi evakuasi tsunami merupakan bangunan yang berasal dari fasilitas umum yang digunakan sebagai tempat evakuasi jika terjadi tsunami pada daerah lokasi studi. Untuk daerah penelitian didapat 34 jumlah *shelter* yang dapat digunakan sebagai tempat evakuasi sementara saat terjadi gelombang tsunami yang akan dianalisa dengan menggunakan perangkat lunak berbasis system informasi geografis. Adanya data rekomendasi bangunan *shelter* dari bangunan fasilitas umum di Kota Cilacap yaitu untuk menentukan luasan *service area* pada zona rawan tsunami yang digunakan sebagai bahan analisa dan acuan pada penelitian ini, serta mengidentifikasi apakah *shelter* evakuasi tersebut dapat terjangkau secara efektif dan efisien oleh korban tsunami pada saat proses evakuasi terjadi.

SIG adalah sistem berbasis komputer yang didesain untuk mengumpulkan, mengelola, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan informasi spasial. Dengan menggunakan data spasial tersebut SIG dapat digunakan untuk menentukan daerah yang sesuai untuk perumahan/industri, menentukan jalan terpendek dan tercepat untuk sampai pada suatu tempat, memantau perkembangan wilayah perkotaan, hutan, lingkungan dan banyak lainnya.

Network Analyst di ArcGIS adalah alat yang handal yang menyediakan analisis jaringan berbasis analisis spasial termasuk *routing*, arah perjalanan, fasilitas terdekat, dan analisis daerah layanan. Menggunakan model jaringan data yang canggih, pengguna dapat dengan mudah membangun jaringan dari data GIS. *Network Analyst* pada arcGIS memungkinkan untuk memodelkan kondisi jaringan yang realistis, termasuk pembatasan gilirannya, batas kecepatan, batas tinggi, dan kondisi lalu lintas, pada waktu yang berbeda sepanjang hari, dan juga semua jenis aplikasi, seperti perencanaan transportasi, menemukan rute terbaik di seluruh kota, menemukan fasilitas darurat terdekat, mengidentifikasi area layanan di sekitar lokasi, atau melayani satu set perintah dengan armada kendaraan (ESRI, 2008). Penelitian ini akan memanfaatkan ESRI ArcGIS sebagai *tool* untuk pemodelannya dalam basis *desktop*.

a. *Clip analyst*

Dalam *Network Analyst* ArcGIS, *clip analyst* merupakan jenis analisis yang berfungsi untuk memotong daerah yang inginkan. Misalnya memotong daerah rendaman pada suatu wilayah yang terkena gelombang tsunami.

b. *Calculted area*

Calculted area pada *Network Analysis* ArcGIS merupakan jenis analisis jaringan untuk menentukan luas dari suatu wilayah, misalnya untuk menghitung luas wilayah rendaman tsunami di Kota Cilacap.

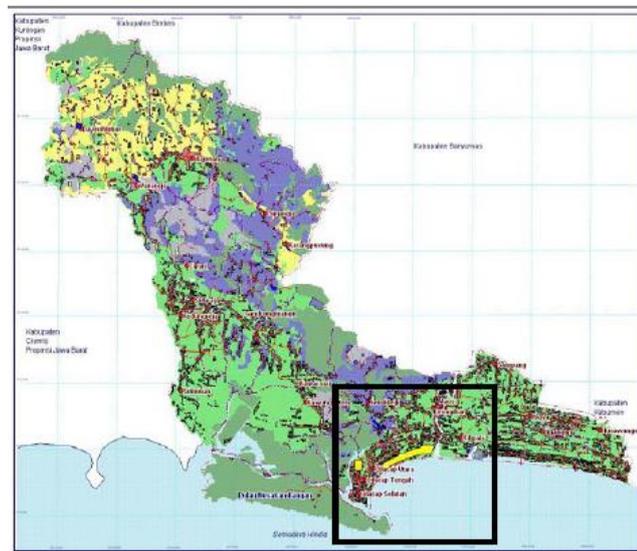
c. *Service Area Analyst*

Dalam *Network Analysis* ArcGIS, *service area* digunakan untuk menentukan luas layanan yang dilintasi oleh bangunan *shelter*. Misalnya, 20 menit daerah layanan untuk lokasi *shelter* yang mencakup semua daerah yang dapat dicapai dalam waktu 20 menit dari lokasi *shelter*. Area layanan yang diciptakan oleh *Network Analysis* juga membantu mengevaluasi aksesibilitas. Area layanan konsentris menunjukkan bagaimana aksesibilitas bervariasi dengan impedansi. Setelah dibangun, Anda dapat menggunakan area layanan untuk mengidentifikasi berapa banyak orang, berapa banyak tanah, atau apapun berada dalam lingkungan tersebut.

Penelitian ini adalah mengkaji sejauh mana bangunan *shelter* potensial yang ada di Kota Cilacap bisa diandalkan sebagai tempat evakuasi sementara. Penentuan-penentuan daerah ini berdasarkan dengan data-data dilapangan yang akan diolah atau dianalisa dengan menggunakan aplikasi *network analyst extention* pada *Software* ArcGIS,

METODA PENELITIAN

Penelitian ini mengambil fokus daerah studi pada Kelurahan Cilacap, Sidakaya, Tambakreja, Tegalkemulyan, Tegalrejo yang berada di Kecamatan Cilacap Selatan dan Kelurahan Gumilir, Kebomanis, Mertasinga yang berada di Kecamatan Cilacap Tengah seperti pada Gambar 1. Pemilihan lokasi studi ini dengan pertimbangan bahwa daerah tersebut merupakan pusat Kota Cilacap yang memiliki penduduk yang sangat padat.

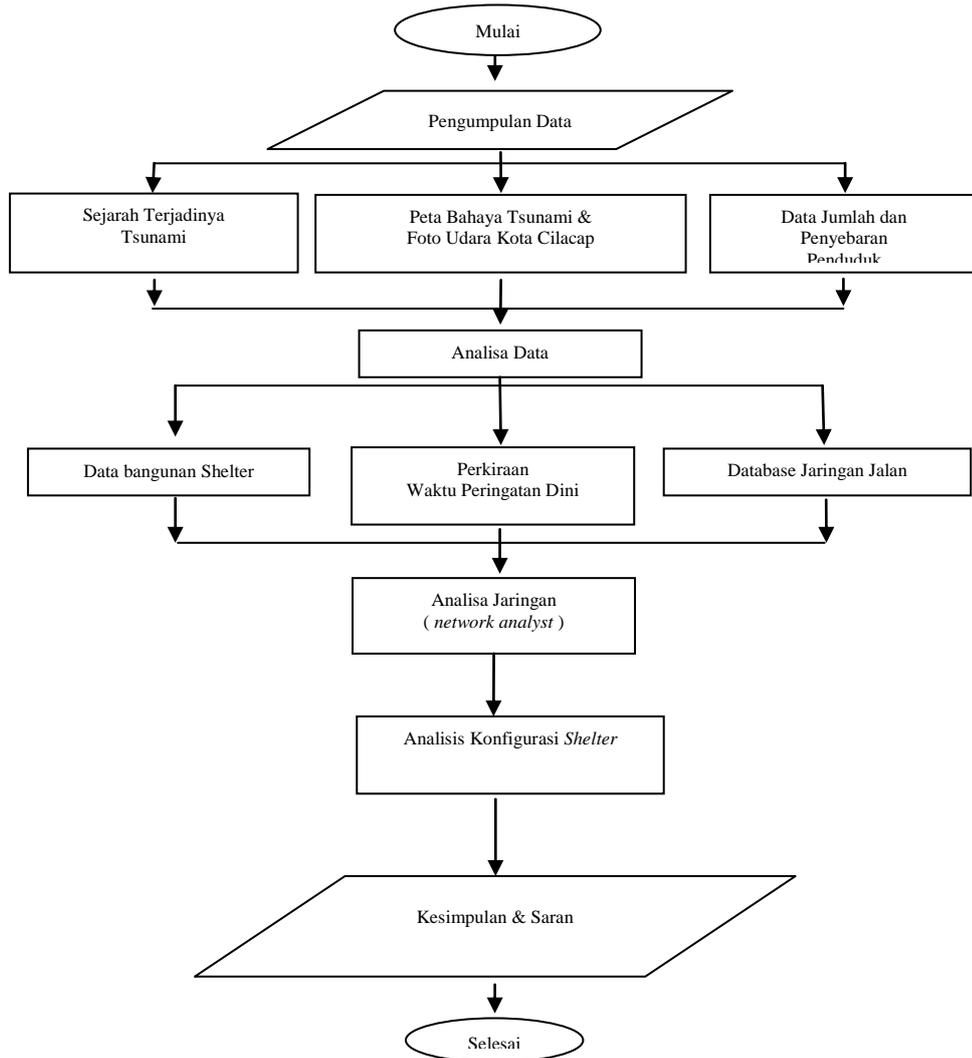


Gambar 1 : Lokasi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data spasial yang terdiri dari peta wilayah dan penyebaran penduduk di lokasi penelitian, peta jaringan jalan, peta lokasi bangunan *shelter*, data sejarah kejadian tsunami untuk analisis waktu evakuasi dan lain-lain. Pada tahap analisa data, data-data yang telah

dikumpulkan akan dianalisa sesuai dengan fungsi kegunaan masing-masing data. Analisa data meliputi analisa data bangunan *shelter*, analisa waktu peringatan dini tsunami, dan analisa jaringan jalan yang digunakan sebagai jalur evakuasi dari gelombang tsunami.

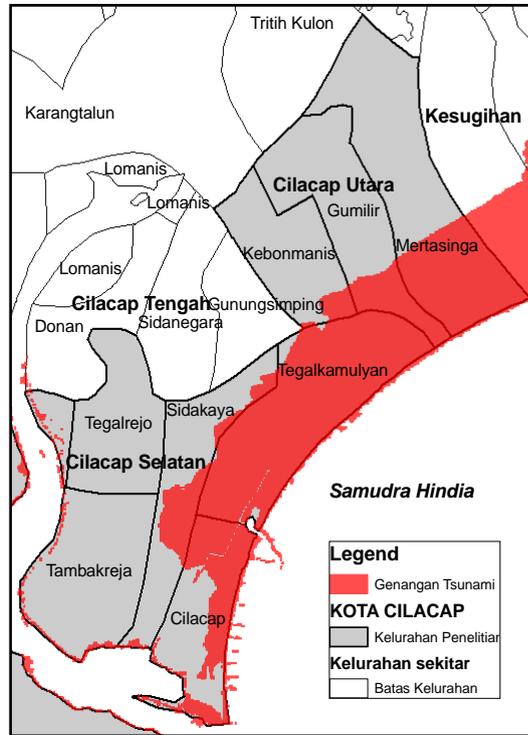
Adapun bagan penelitian tugas akhir dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 2. berikut ini.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Estimasi Penduduk Terkena Gelombang Tsunami



Gambar 3. Peta bahaya tsunami di Kota Cilacap

Pada Gambar 3. Peta bahaya tsunami di Kota Cilacap dapat diperkirakan jumlah penduduk yang terkena gelombang tsunami dengan menggunakan analisis *Clip* dan *Calculated area* pada ArcGIS sehingga perkiraan penduduk yang terkena gelombang tsunami seperti ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1 : Perkiraan jumlah penduduk yang terkena gelombang tsunami

No	Nama Desa/Kelurahan	Jumlah Penduduk tahun 2012	Luas (Km ²)	Kepadatan Penduduk (org/Km ²)	Luas Terendam (Km ²)	Perkiraan Pend yg Terendam Tsunami	
		(org)				(org)	%
1	Cilacap	16689	1.71	9760	0.85	8298	50
2	Sidakaya	11825	1.31	9027	0.32	2929	25
3	Tambakreja	21747	1.56	13940	0.07	966	4
4	Tegalkamulyan	13989	2.91	4807	2.82	13551	97
5	Tegalrejo	12805	1.59	8053	0.02	122	1
6	Gumilir	14400	3.36	4286	0.65	2789	19
7	Kebonmanis	10436	1.99	5244	0.16	821	8
8	Mertasinga	15770	4.93	3199	1.75	5601	36
		117661	19.36	6078	6.64	35077	30

2 Analisis Konfigurasi Shelter dan aksesibilitas

Tahap analisis *shelter* merupakan tahap yang memperkirakan kemungkinan yang akan terjadi berkaitan dengan rencana evakuasi ketika gelombang tsunami datang. Kemungkinan-kemungkinan untuk evakuasi seperti terlihat pada 2.

Tabel 2 : Skenario waktu evakuasi

Skenario	Waktu Penjalaran Gel. Tsunami (Menit)	Asumsi Waktu untuk Peringatan dini (Menit)	Waktu untuk Evakuasi (Menit)
I	55	30	25
II	55	25	30
III	55	20	35
IV	55	15	40
V	55	10	45
VI	55	5	50

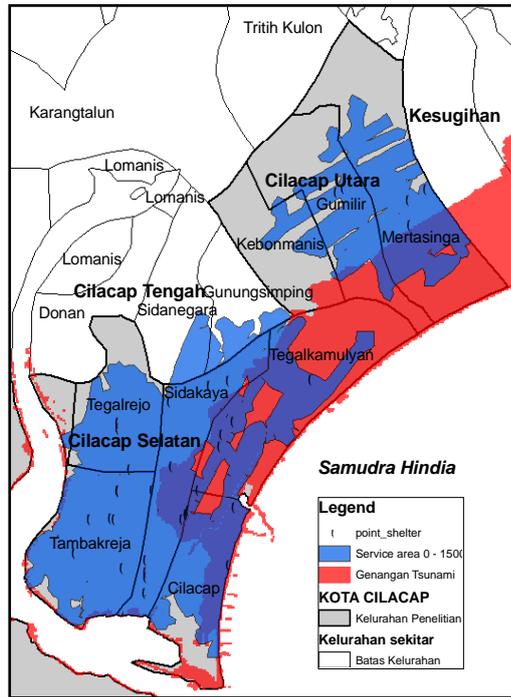
Waktu yang dibutuhkan untuk penjalaran tsunami sampai garis pantai adalah 55 menit setelah terjadinya gempa (BMG, 2006). Sementara waktu peringatan dini tsunami diasumsikan dalam beberapa skenario dengan waktu respon penduduk yang telah direncanakan. Waktu evakuasi tsunami digunakan untuk analisis jaringan pada ArcGIS sehingga dapat memperkirakan jarak lintasan yang dihasilkan oleh bangunan *shelter*. Masing-masing jarak diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3 : Panjang lintasan evakuasi

Skenario	Waktu Evakuasi Sebelum Kejadian Tsunami (Menit)	Kecepatan Evakuasi (Km/Jam)	Panjang Lintasan Maksimum Evakuasi (Meter)
I	25	3.6	1500
II	30	3.6	1800
III	35	3.6	2100
IV	40	3.6	2400
V	45	3.6	2700
VI	50	3.6	3000

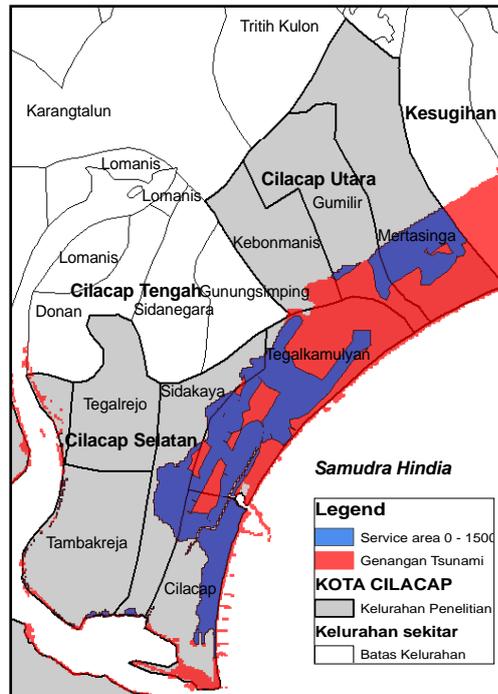
Skenario I

Analisa skenario I akan menghasilkan jarak lintasan 1500 m dari bangunan *shelter* yang dianalisis dengan menggunakan *network analyst* akan menghasilkan *service area* seperti gambar 4.



Gambar 4 : Service area skenario I

Dari Gambar 4. hasil *service area* selanjutnya digunakan analisis *clip* dan *calculated area* untuk memperkirakan luas area yang terkena gelombang tsunami pada daerah rendaman seperti ditunjukkan Gambar 5. sehingga dapat diperkirakan jumlah penduduk yang tidak cukup waktu untuk evakuasi sebelum kejadian tsunami.



Gambar 5 : Service area pada daerah rendaman tsunami skenario I

Table 4 : Perkiraan penduduk yang tidak cukup waktu berevakuasi sebelum terjadi tsunami pada Skenario I.

No	Nama Kelurahan	Penduduk yg Terendam Tsunami	Luas Terendam Tsunami	Service Area pd Daerah Rendaman	Penduduk diluar Service Area pd Daerah Rendaman	
					(org)	%
1	Cilacap	8298	0.85	0.66	1890	22.8
2	Sidakaya	2929	0.32	0.31	136	4.6
3	Tambakreja	966	0.07	0.01	847	87.7
4	Tegalkamulyan	13551	2.82	1.37	6969	51.4
5	Tegalrejo	122	0.02	0.00	122	100.0
6	Gumilir	2789	0.65	0.17	2054	73.6
7	Kebonmanis	821	0.16	0.00	812	98.9
8	Mertasinga	5601	1.75	0.88	2776	49.6
		35077	6.64	3.4	15606	44.5

Skenario II

Table 5 : Perkiraan penduduk yang tidak cukup waktu berevakuasi sebelum terjadi tsunami pada Skenario II.

No	Nama Kelurahan	Penduduk yg terendam Tsunami	Luas Terendam Tsunami	Service Area pd Daerah Rendaman	Penduduk diluar Service Area pd Daerah Rendaman	
					(org)	%
1	Cilacap	8298	0.85	0.67	1720	20.7
2	Sidakaya	2929	0.32	0.31	138	4.7
3	Tambakreja	966	0.07	0.01	846	87.5
4	Tegalkamulyan	13551	2.82	1.64	5674	41.9
5	Tegalrejo	122	0.02	0.00	122	100.0
6	Gumilir	2789	0.65	0.18	2032	72.9
7	Kebonmanis	821	0.16	0.04	591	72.0
8	Mertasinga	5601	1.75	1.00	2409	43.0
		35077	6.64	3.8	13532	38.6

Skenario III

Table 6 : Perkiraan penduduk yang tidak cukup waktu berevakuasi sebelum terjadi tsunami pada Skenario III.

No	Nama Kelurahan	Penduduk yg terendam Tsunami	Luas Terendam Tsunami	Service Area pd Daerah Rendaman	Penduduk diluar Service Area pd Daerah Rendaman	
					(org)	%
		(Km ²)	(Km ²)	(org)	(org)	%
1	Cilacap	8298	0.85	0.68	1627	19.6
2	Sidakaya	2929	0.32	0.31	138	4.7
3	Tambakreja	966	0.07	0.01	846	87.5
4	Tegalkamulyan	13551	2.82	2.24	2792	20.6
5	Tegalrejo	122	0.02	0.00	122	100.0
6	Gumilir	2789	0.65	0.18	2030	72.8
7	Kebonmanis	821	0.16	0.13	157	19.2
8	Mertasinga	5601	1.75	1.11	2050	36.6
		35077	6.64	4.7	9762	27.8

Skenario IV

Table 7 : Perkiraan penduduk yang tidak cukup waktu berevakuasi sebelum terjadi tsunami pada Skenario IV.

No	Nama Kelurahan	Penduduk yg terendam Tsunami	Luas Terendam Tsunami	Service area pd Daerah Rendaman	Penduduk diluar Service Area pd Daerah Rendaman	
					(org)	%
		(Km ²)	(Km ²)	(org)	(org)	%
1	Cilacap	8298	0.85	0.71	1377	16.6
2	Sidakaya	2929	0.32	0.32	0	0.0
3	Tambakreja	966	0.07	0.01	843	87.3
4	Tegalkamulyan	13551	2.82	2.50	1544	11.4
5	Tegalrejo	122	0.02	0.00	122	100.0
6	Gumilir	2789	0.65	0.23	1802	64.6
7	Kebonmanis	821	0.16	0.14	111	13.5
8	Mertasinga	5601	1.75	1.25	1597	28.5
		35077	6.64	5.2	7396	21.1

Skenario V

Table 8 : Perkiraan penduduk yang tidak cukup waktu berevakuasi sebelum terjadi tsunami pada Skenario V.

No	Nama Kelurahan	Penduduk yg Terendam Tsunami	Luas Terendam Tsunami	Service area pd Daerah Rendaman	Penduduk diluar Service Area pd Daerah Rendaman	
					(org)	%
		(Km ²)	(Km ²)	(org)	(org)	%
1	Cilacap	8298	0.85	0.72	1278	15.4
2	Sidakaya	2929	0.32	0.32	0	0
3	Tambakreja	966	0.07	0.01	846	87.5
4	Tegalkamulyan	13551	2.82	2.65	908	6.7
5	Tegalrejo	122	0.02	0.00	122	100.0
6	Gumilir	2789	0.65	0.23	1787	64.1
7	Kebonmanis	821	0.16	0.13	116	14.2
8	Mertasinga	5601	1.75	1.41	1094	19.5
		35077	6.64	5.5	6191	17.5

Skenario VI

Table 9 : Perkiraan penduduk yang tidak cukup waktu berevakuasi sebelum terjadi tsunami pada Skenario VI.

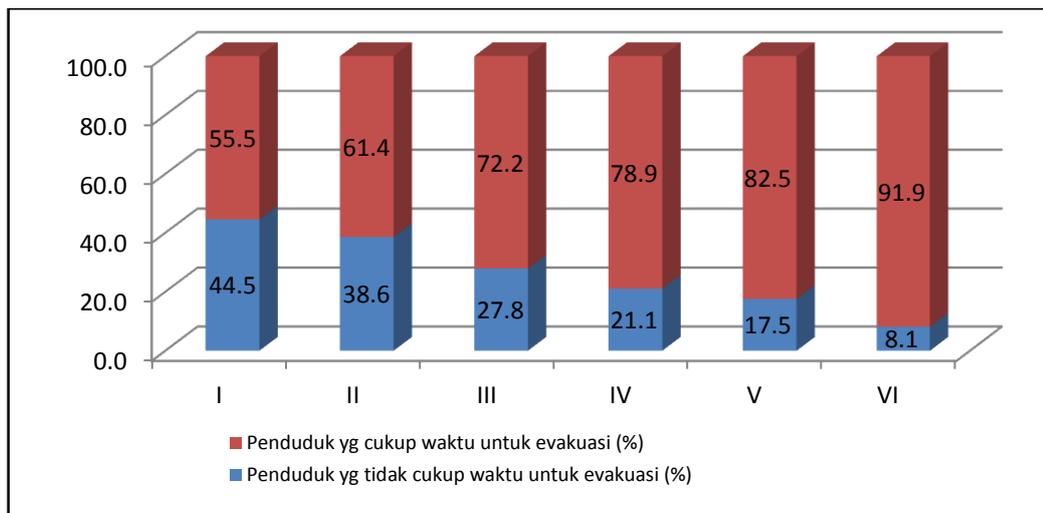
No	Nama Kelurahan	Penduduk yg terendam Tsunami	Luas Terendam Tsunami	Service area pd Daerah Rendaman	Penduduk diluar Service Area pd Daerah Rendaman	
					(org)	%
		(Km ²)	(Km ²)	(org)	(org)	%
1	Cilacap	8298	0.85	0.78	670	8.1
2	Sidakaya	2929	0.32	0.32	0	0.0
3	Tambakreja	966	0.07	0.01	846	87.6
4	Tegalkamulyan	13551	2.82	2.71	544	4.0
5	Tegalrejo	122	0.02	0.00	122	100.0
6	Gumilir	2789	0.65	0.62	134	4.8
7	Kebonmanis	821	0.16	0.16	0	0.0
8	Mertasinga	5601	1.75	1.58	535	9.5
		35077	6.64	6.2	2850	8.1

Dari beberapa skenario yang direncanakan dapat disimpulkan bahwa jarak luasan *service area* bangunan *shelter* sangat tergantung kepada waktu *warning system* yang analisis dalam *Network analyst* pada aplikasi ArcGIS. Semakin besar waktu *warning system* untuk evakuasi maka akan semakin besar jumlah korban yang diakibatkan oleh gelombang tsunami seperti ditunjukkan pada Tabel 3.10.

Tabel 10 : Penduduk yang tidak cukup waktu untuk berevakuasi untuk beberapa skenario.

No	Skenario	Waktu Evakuasi Sebelum Kejadian Tsunami (Menit)	Penduduk Terendam Tsunami (org)	Penduduk diluar Service Area	
				(org)	%
1	I	25	35077	15606	44.5
2	II	30	35077	13532	38.6
3	III	35	35077	9762	27.8
4	IV	40	35077	7396	21.1
5	V	45	35077	7246	20.7
6	VI	50	35077	2850	8.1

Pada Tabel 3.10 ditunjukkan hasil dari beberapa skenario yang telah direkomendasikan, dari kesimpulan masih terdapat penduduk yang tidak cukup waktu untuk evakuasi akibat dampak gelombang tsunami sebesar 2850 orang (8.1%) yang terdapat pada daerah sekitaran tepi pantai yang dihuni oleh para nelayan. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan bangunan *shelter* baru yang potensial pada daerah tepi pantai agar daerah rendaman tsunami bisa terjangkau *service area* oleh bangunan *shelter*. Berikut adalah Gambar 3.4 yang menunjukkan kesimpulan dari beberapa skenario yang direkomendasikan.



Gambar 3.4 : Grafik Perkiraan Penduduk yang cukup waktu dan yang tidak cukup waktu berevakuasi untuk masing-masing skenario

4. PENUTUP

Kesimpulan

Perkiraan penduduk yang tidak punya cukup waktu diproses dengan metode *network analysyt* pada *software* di ArcGIS, dari hasil analisis masih terdapat penduduk yang tidak cukup waktu untuk berevakuasi sebesar 2850 jiwa (8,1%). *Service area* yang dibangkitkan oleh *Network analyst* ternyata tidak mencukupi penduduk untuk berevakuasi dari gelombang tsunami. Hal ini dikarenakan kurangnya bangunan *shelter* yang ada pada lokasi studi. Untuk mengantisipasi kekurangan tersebut diperlukan penambahan bangunan *shelter* baru yang berpotensi untuk dijadikan sebagai tempat evakuasi yang melingkupi semua daerah genangan gelombang tsunami.

Saran

Diperlukan penambahan bangunan shelter pada kelurahan yang berada pada garis pantai yang memiliki kecendrungan tingkat resiko bahaya tsunami yang lebih tinggi pada kelurahan yang lain untuk menanggulangi jumlah korban yang ada pada lokasi tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ALLAH S.W.T, bapak Dr. ENG Sigit Sutikno, ST. MT selaku Pembimbing 1, bapak Ir. Trimaijhon, MT sebagai pembimbing 2, para dosen yang turut membimbing penulis, keluarga penulis dan berbagai pihak yang telah memberikan informasi dan data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini serta ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG). 2006. *Laporan Gempa Bumi dan Tsunami Selatan Jawa Barat, 17 Juli 2006*. Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta. 17 hal.
- Brune, S., Babeyko, A.Y., Ladage, S., Sobolev, S.V. (2010): *Landslide tsunami hazard in the Indonesian Sunda Arc*. In: *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, P. 589-604)
- Cousins, W.J. et al. (2006): *South Java Tsunami of 17th July 2006, Reconnaissance Report, GNS Science Report 2006/33*, p42.
- ESRI (2008). *Sistem Informasi geografis*.
- Gempa Bumi Pangandaran 17 Juli 2006, Jakarta : *Akademi Meteorologi dan Geofisika*.
- GTZ-IS (2008): *Where is the Safe Area? A Suggestion for a Tsunami Hazard Mapping Methodology for the District Level*.
- Kongko, W, et al (2006), *Rapid Survey On Tsunami Jawa 17 Juli 2006*, BPD- BPPT & ITS .
- Pribadi S, Fachrizal I, Gunawan I, Hermawan Y, Tsuji, dan Han SS. 2006. *Gempa Bumi dan Tsunami Selatan Jawa Barat 17 Juli 2006*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.