

KAJIAN PENENTUAN LOKASI *SHELTER* UNTUK EVAKUASI TSUNAMI BERDASARKAN ANALISIS *SERVICE AREA* DI KOTA PACITAN

Sigit Sutikno

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Jl. HR Soebrantas Km 12.5 Pekanbaru 28293

E-mail : ssutiknoyk@yahoo.com

ABSTRAK

Kota Pacitan, Ibu Kota dari Kabupaten Pacitan adalah salah satu kota pelabuhan di Provinsi Jawa Timur yang sangat rentan terhadap bencana tsunami. Kota Pacitan memungkinkan mengalami bahaya tsunami dan gempa bumi dalam waktu bersamaan akibat dari aktivitas patahan kulit bumi di dasar Samudera Hindia. Kota Pacitan yang sangat padat dan topografi yang sangat datar menyebabkan kota ini semakin rentan terhadap bencana tsunami. Evakuasi yang efektif setelah peringatan dini akan adanya tsunami adalah salah satu usaha untuk mengurangi kemungkinan korban jiwa yang lebih banyak ketika bencana tsunami terjadi. Evakuasi yang efektif sangat bergantung pada banyak factor, salah satunya adalah konfigurasi penempatan lokasi shelter evakuasi. Studi ini mengkaji penentuan lokasi shelter untuk evakuasi tsunami yang efektif yang berbasis pada *Geographic Information System (GIS)*. Analisis konfigurasi penempatan *shelter* didasarkan pada *service area* dari masing-masing shelter evakuasi. *Network Analyst Extension* pada perangkat lunak ArcGIS digunakan untuk membangkitkan *service area* dari masing-masing shelter.

Kata Kunci: shelter evakuasi, tsunami, GIS, Network Analyst

ABSTRACT

Pacitan city, a capital of Pacitan regency, is one of the harbor cities in East Java Province, which is very vulnerable against tsunami disaster. The city has a possibility of suffering both tsunami and earthquake disaster at the same time because of the recent activities of faults under the Indian Ocean. The high population and the flat topographic condition make the city more vulnerable against tsunami disaster. The effective evacuation before tsunami occurs, is one of the effort to reduce the possible dead toll when tsunami occurs. Many factors can be considered for the effective tsunami evacuation, one of them is the allocation of evacuation shelters. This study analysis the allocation of shelters for effective tsunami evacuation based on Geographic Information System (GIS). The analysis is based on the service area of each evacuation shelter. Network Analyst Extension on ArcGIS is used to generate the service area of each evacuation shelter.

Keywords: evacuation shelter, tsunami, GIS, Network Analyst

PENDAHULUAN

Tsunami adalah serangkaian gelombang yang dibangkitkan oleh adanya pergerakan di bawah laut seperti gempa bumi, tanah longsor, letusan gunung api atau jatuhnya benda-benda angkasa. Gelombang tsunami dikategorikan sebagai salah satu bencana alam yang tidak dapat diprediksi secara tepat dimana dan kapan akan terjadi. Hingga saat ini, bencana tsunami telah menyebabkan dampak kerusakan yang sangat dasyat terhadap kehidupan manusia, diantaranya adalah korban

jiwa, luka-luka, kerugian materi dan kerusakan lingkungan. Seringkali bencana tsunami terjadi secara simultan dengan kejadian gempa bumi ketika area episentrumnya terletak di bawah laut. Pada situasi seperti ini, penduduk mungkin tidak akan bisa menjangkau tempat-tempat evakuasi sebelum terjadi tsunami karena adanya kerusakan-kerusakan pada jaringan evakuasi oleh karena gempa bumi. Kerusakan-kerusakan tersebut misalnya adalah terputusnya jalur evakuasi karena jalannya longsor, tertutupnya jalur evakuasi oleh reruntuhan puing bangunan, kerusakan pada

bangunan evakuasi, dan lain sebagainya. Dalam rangka untuk menghindari situasi yang sangat berbahaya tersebut, rencana evakuasi yang tepat yang dievaluasi dan dikaji secara tepat dengan memperhatikan factor-faktor penting pada jaringan evakuasi harus diperhatikan. Proses evakuasi yang efektif setelah peringatan dini akan adanya tsunami adalah salah satu usaha untuk mengurangi kemungkinan korban jiwa yang lebih banyak ketika bencana tsunami terjadi. Evakuasi yang efektif sangat bergantung pada banyak factor, salah satunya adalah konfigurasi penempatan lokasi shelter evakuasi.

Studi ini mengkaji penentuan lokasi shelter untuk evakuasi tsunami yang efektif yang berbasis pada *Geographic Information System (GIS)*. Analisis konfigurasi penempatan shelter didasarkan pada *service area* dari masing-masing shelter evakuasi. *Network Analyst Extension* pada perangkat lunak ArcGIS digunakan untuk membangkitkan *service area* dari masing-masing shelter. Kota Pacitan, Ibu Kota dari Kabupaten Pacitan di Jawa Timur, diambil sebagai studi kasus pada penelitian ini karena kota tersebut diidentifikasi sebagai kota yang sangat rawan terhadap bahaya tsunami.

Lokasi Studi

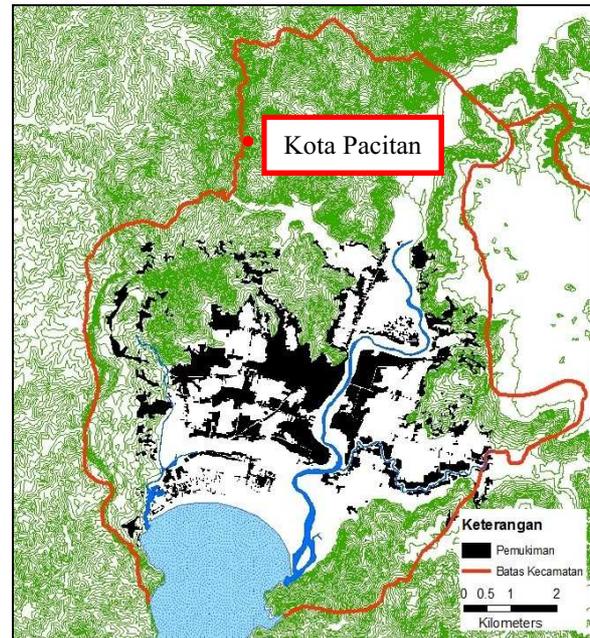
Kota Pacitan yang merupakan Ibu Kota Kabupaten Pacitan adalah salah satu kota yang terletak di Provinsi Jawa Timur yang sangat rawan terhadap bencana tsunami. Kota Pacitan yang merupakan kota pelabuhan terletak di daerah pantai Pulau Jawa seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Kota Pacitan sebagian besar terletak pada topografi yang sangat datar dan dikelilingi dataran tinggi.



Gambar 1. Lokasi studi di Kota Pacitan, Jawa Timur

Populasi penduduk Kota Pacitan pada Tahun 2010 sejumlah 73.020 (BPS, 2010). Sebagian besar penduduk tersebut tinggal menetap pada area topografi yang datar dimana daerah tersebut dikenal sebagai pusat pemerintahan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Data ini menunjukkan begitu banyaknya penduduk Kota Pacitan yang

tinggal di daerah yang datar dan daerah tersebut diidentifikasi sebagai daerah yang rawan terhadap tsunami.



Gambar 2. Areal permukiman di Kota Pacitan

Sepanjang area pantai yang lebih terkenal dengan Pantai Teleng Ria merupakan tempat wisata pantai yang banyak dikunjungi baik oleh wisatawan lokal maupun wisatawan dari luar Kabupaten Pacitan. Daerah ini juga dikenal sebagai pelabuhan ikan bagi nelayan setempat. Kondisi ini menunjukkan bahwa, banyak penduduk yang melakukan aktivitas di daerah tersebut meskipun daerah perumahan relative agak jauh dari garis pantai.

Menurut catatan sejarah kejadian gempa bumi dan tsunami di Jawa Timur, khususnya di Pacitan, gempa bumi terkuat terjadi pada tanggal 3 Juni 1994 dengan kekuatan 7.2 skala richter. Gempa bumi ini membangkitkan gelombang tsunami di sebagian besar pantai bagian timur Pulau Jawa dan sebagian Pulau Bali. Kira-kira 50 menit setelah gempa bumi, gelombang tsunami menerjang pantai dan menyebabkan kerusakan berat di beberapa daerah pantai di Jawa Timur. Pada kejadian ini dilaporkan, keseluruhan ada 223 orang meninggal dunia dan 15 orang dinyatakan hilang (Tsuji., dkk. 1995).

Peta Bahaya Tsunami

Sampai dengan saat studi ini dilakukan, Kota Pacitan masih belum memiliki peta bahaya tsunami secara resmi yang dihasilkan dari simulasi numerik. Peta yang dimiliki baru sebatas peta

topografi beserta dengan tempat-tempat lokasi shelter evakuasi. Mardiatno (2008) telah melakukan pemodelan dan simulasi gelombang tsunami di Kota Pacitan dengan menggunakan model TUNAMI. Dalam pemodelan ini dihasilkan peta rendaman tsunami untuk beberapa skenario gempa yang potensial akan terjadi di Kota Pacitan. Pada simulasi ini, episentrum hipotetiknya terletak pada 111.0°E ; -9.5°S, dan dengan skenario kekuatan gempa bumi 7.5, 8.0, dan 8.5 skala richter. Studi ini memakai peta rendaman tsunami dengan skenario terburuk yaitu dengan skenario gempa bumi dengan kekuatan 8.5 skala richter. Peta rendaman tsunami pada skenario ini seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Sebagian besar areal permukiman seperti ditunjukkan pada Gambar 2 terendam oleh gelombang tsunami pada skenario ini. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3, rendaman lebih dari 2 meter hampir merata di Kota Pacitan. Hal ini disebabkan karena topografi daerah Pacitan yang sangat datar sehingga gelombang tsunami bisa merambat sampai jauh menuju daratan.

Rencana Evakuasi Eksisting

Pada Tahun 2010, Pemerintah Kota Pacitan telah membuat perencanaan evakuasi terhadap tsunami dengan menyediakan peta yang berisi lokasi-lokasi shelter dan jalur-jalur evakuasi. Total ada 13 lokasi yang disediakan untuk tempat evakuasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan survey lokasi yang telah dilakukan pada bulan Januari 2010, studi ini menemukan bahwa tempat-tempat evakuasi tersebut pada umumnya berupa lapangan terbuka yang terletak di perbukitan yang relatif cukup jauh dari permukiman penduduk. Studi ini juga menemukan bahwa di lokasi studi tidak ditemukan tanda-tanda arah jalur evakuasi jika terjadi tsunami.

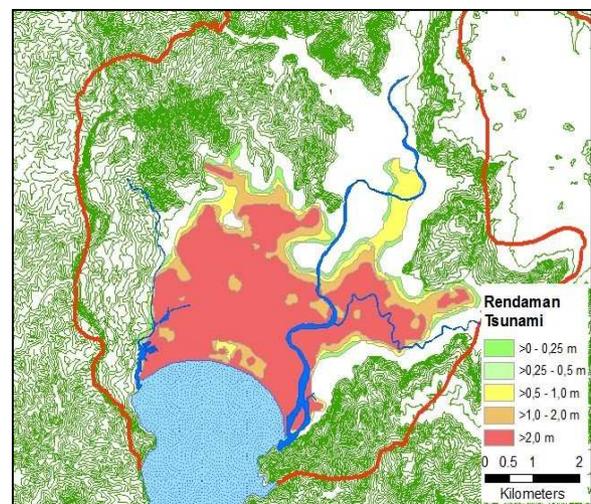
METODE ANALISIS

Analisis *service area*

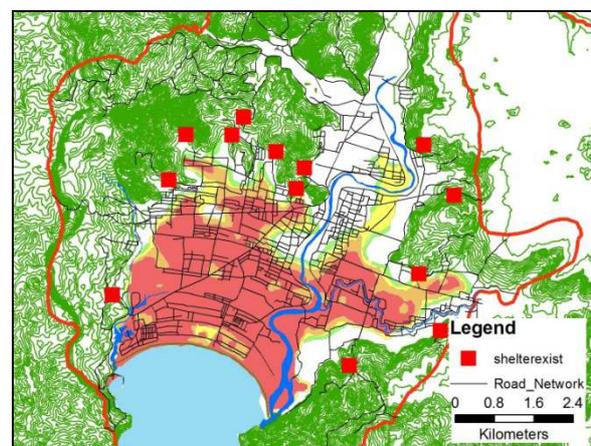
Studi ini mendefinisikan *service area* sebagai area minimal dimana penduduk dapat mencapai shelter evakuasi yang terdekat dari tempat tinggalnya dengan berjalan kaki dalam durasi waktu evakuasi (*clearance time*). Waktu evakuasi dalam studi ini didefinisikan sebagai waktu minimal dimulai sejak dikumandangkannya peringatan dini akan adanya tsunami secara resmi oleh pemerintah hingga sampainya gelombang tsunami yang pertama di garis pantai. *Service area* dalam studi ini dibangkitkan dengan menggunakan *Network Analyst* dan *Spatial Analyst* yang berbasis GIS.

Network Analyst extension pada ArcGIS adalah perangkat lunak yang sangat handal yang

menyediakan fasilitas analisis spasial yang berbasis analisis jaringan, diantaranya adalah analisis *routing*, *travel directions*, *closest facility*, dan analisis *service area*. *ArcGIS Network Analyst* bisa digunakan untuk pemodelan lalu lintas pada kondisi darurat dalam situasi yang dinamis diantaranya adalah pembatasan kecepatan, pengaturan arah, pembatasan ketinggian dan kondisi lalu lintas pada setiap waktu yang berbeda. *Network Analyst* juga bisa digunakan untuk analisis jaringan untuk berbagai jenis aplikasi diantaranya perencanaan transportasi, pemilihan rute terbaik, pemilihan fasilitas terdekat pada kondisi darurat dan identifikasi *service area* di sekitar lokasi fasilitas (ESRI, 2008).



Gambar 3. Daerah rendaman tsunami untuk skenario gempa bumi dengan kekuatan 8.5 skala richter

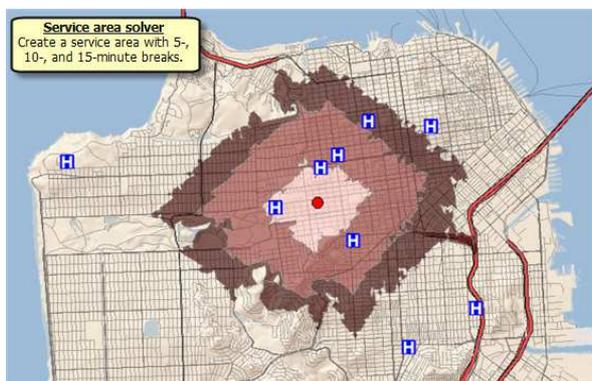


Gambar 4. Lokasi eksisting shelter yang disediakan oleh Pemerintah Kota Pacitan untuk evakuasi jika terjadi tsunami

Dengan menggunakan *ArcGIS Network Analyst, service area* di setiap lokasi di dalam jaringan bisa dianalisis. *Service area* dalam suatu jaringan adalah suatu daerah yang meliputi seluruh jalan yang bisa diakses yang berada di dalam batas area yang dispesifikkan. Gambar 5 adalah satu contoh *service area* untuk 5, 10 dan 15 menit perjalanan sebagai hasil dari *Network Analysis*. *Service area* 5 menit adalah semua area yang dilingkupi perjalanan yang bisa ditempuh dalam waktu 5 menit dari suatu lokasi yang telah ditentukan. Metode ini bisa digunakan untuk mengidentifikasi berapa banyak penduduk, berapa luas area, atau kuantitas apapun yang berada di dalam lingkungan *service area* tersebut.

Penentuan calon lokasi shelter berdasarkan kearifan lokal

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa, Pemerintah Kota Pacitan telah merencanakan tempat-tempat tertentu yang bisa digunakan untuk shelter evakuasi. Namun sebagian besar dari shelter-shelter tersebut merupakan lapangan terbuka yang terletak di daerah perbukitan. Kondisi ini akan menimbulkan masalah bagi para calon pengungsi ketika tsunami terjadi di malam hari dan atau pada saat hujan. Selain itu, lokasi shelter tidak disediakan fasilitas air bersih dan tempat untuk berteduh dan berlindung.



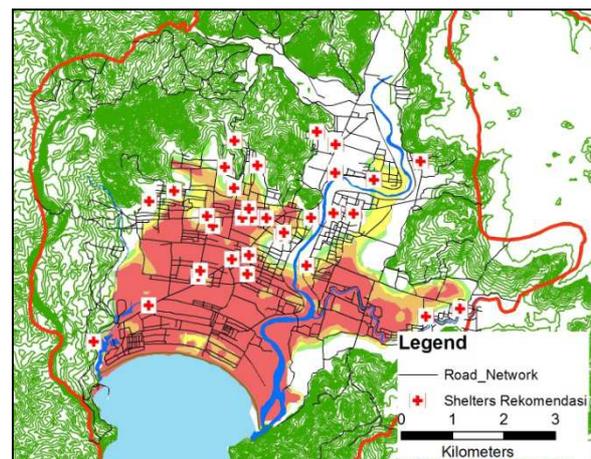
Sumber: ArcGIS Online (ESRI, Inc., Redlands, California, USA)

Gambar 5. Contoh *service area* untuk 5, 10 dan 15 menit perjalanan sebagai hasil *Network analysis*

Selain mengevaluasi eksisting shelter evakuasi berdasarkan aksesibilitas, studi ini juga merekomendasikan alternatif shelter evakuasi yang baru. Usulan calon shelter yang direkomendasikan tersebut diseleksi dari bangunan-bangunan fasilitas umum yang berupa bangunan kantor pemerintah, gedung sekolah, dan tempat ibadah berupa masjid. Berdasarkan hasil survey lapangan, studi ini mengidentifikasi

sejumlah 32 bangunan fasilitas umum yang bisa digunakan untuk evakuasi jika terjadi tsunami. Posisi dari bangunan-bangunan tersebut ditunjukkan pada Gambar 6. Sebagian besar dari bangunan tersebut merupakan bangunan masjid yang relatif cukup banyak dijumpai di Kota Pacitan yang mayoritas penduduknya beragama islam.

Pemilihan masjid sebagai prioritas utama sebagai tempat shelter evakuasi dengan pertimbangan bahwa bangunan ini pada umumnya selalu terbuka untuk umum sepanjang waktu, sehingga memudahkan bagi calon pengungsi untuk berlindung jika terjadi tsunami. Selain itu bangunan ini juga mempunyai fasilitas untuk berteduh dan air bersih. Bangunan masjid juga sudah terbukti lebih kokoh dari bangunan lainnya pada kejadian gempa bumi dan tsunami Aceh Tahun 2004. Pada kejadian tersebut banyak dijumpai kasus dimana bangunan masjid masih tetap berdiri sementara bangunan-bangunan lain yang berada di sekitarnya rata dengan tanah.



Gambar 6. Lokasi bangunan masjid dan fasilitas umum yang diusulkan sebagai tempat evakuasi di Kota Pacitan

Akhir-akhir ini bangunan masjid sudah merupakan salah satu bagian dari sistem peringatan dini terhadap bahaya tsunami, karena bangunan ini biasanya dilengkapi dengan alat komunikasi dengan penduduk lokal, seperti alat pengeras suara, bedug, kentongan, dan lain-lain. Alat-alat komunikasi tersebut biasa juga digunakan untuk mengirim informasi dalam kondisi darurat, salah satunya jika Akan terjadi tsunami.

Skenario evakuasi

Hal yang sangat penting dalam menyusun skenario evakuasi berdasarkan kemungkinan- kemungkinan

yang terjadi ketika terjadi tsunami adalah waktu yang tersedia untuk evakuasi (*clearance time*). Parameter yang sangat berpengaruh terhadap *clearance time* adalah letak pusat gempa yang menyebabkan terjadinya tsunami dan sistem peringatan dini terhadap bahaya tsunami. Semakin jauh letak lokasi pusat gempa, maka semakin lama waktu yang tersedia untuk evakuasi; dan semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk peringatan dini tsunami, maka semakin lama pula waktu yang tersisa untuk evakuasi sebelum terjadi tsunami.

Pada kasus di Kota Pacitan, bahwa berdasarkan kejadian gempa bumi pada Tahun 1994, tsunami terjadi di kota tersebut kira-kira 50 menit setelah terjadinya gempa (Tsuji, dkk. 1995). Dengan mengasumsikan waktu yang dibutuhkan untuk penyampaian peringatan dini tsunami sekitar 20 menit, maka waktu yang tersisa untuk evakuasi tinggal 30 menit.

Pada saat evakuasi ketika tsunami terjadi, sangat dianjurkan penduduk melakukannya dengan berjalan kaki atau berlari. Hal ini dipilih untuk menghindari terjadinya kecelakaan lalu lintas dan atau kemacetan jika dipakai kendaraan bermotor. Beberapa kasus yang pernah terjadi di saat evakuasi setelah kejadian gempa bumi di Kota Padang dan Kota Banda Aceh, banyak penduduk yang memakai kendaraan bermotor yang terjebak dalam kemacetan di simpang-simpang jalan yang membuat mereka tidak bisa bergerak sama sekali.

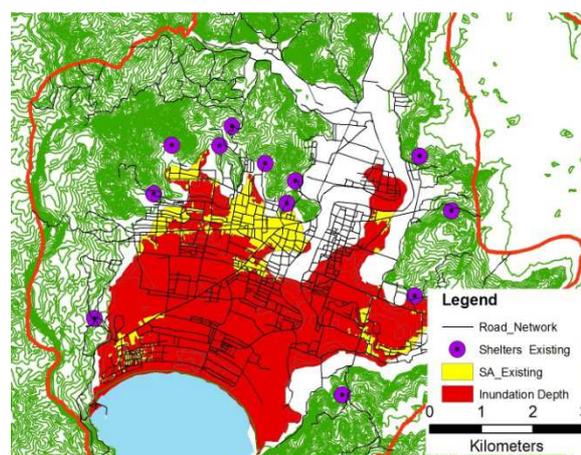
Kecepatan berevakuasi penduduk dengan berjalan kaki atau berlari berbeda-beda, bergantung pada tingkat usia, kekuatan fisik, kondisi kesehatan, gender, dan lain sebagainya. Namun demikian, sangat sulit mengakomodasi semua faktor tersebut di dalam memodelkan evakuasi. Studi ini mengasumsikan bahwa semua penduduk mampu berjalan dengan kecepatan rata-rata. Kecepatan rata-rata orang berjalan pada permukaan datar 3,6 Km/jam dipakai sebagai kecepatan berevakuasi dalam studi ini (Potangaroa, 2008). Dengan memakai kecepatan evakuasi tersebut, jarak maksimum yang bisa ditempuh dalam 30 menit waktu evakuasi adalah 1,8 Km. Dengan memakai jarak tersebut, *service area* di tiap-tiap shelter dibangkitkan sepanjang rute evakuasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Service area eksisting shelter

Pada Gambar 7 disajikan *service area* dari tiap-tiap shelter evakuasi hasil bangkitan dengan

menggunakan *ArcGIS Network Analyst* untuk kondisi shelter eksisting. Pada gambar tersebut, area warna merah adalah daerah yang berpotensi terkena tsunami sedangkan area warna kuning adalah *service area* dari eksisting shelter. Arti dari peta tersebut adalah penduduk yang berada pada area warna kuning mempunyai cukup waktu untuk berevakuasi sebelum terjadinya tsunami. Sedangkan penduduk yang berada pada area warna merah, tidak mempunyai cukup waktu untuk berevakuasi ketika terjadinya tsunami. Artinya bahwa penduduk yang berada pada area tersebut dalam kondisi yang sangat berbahaya ketika terjadi tsunami.



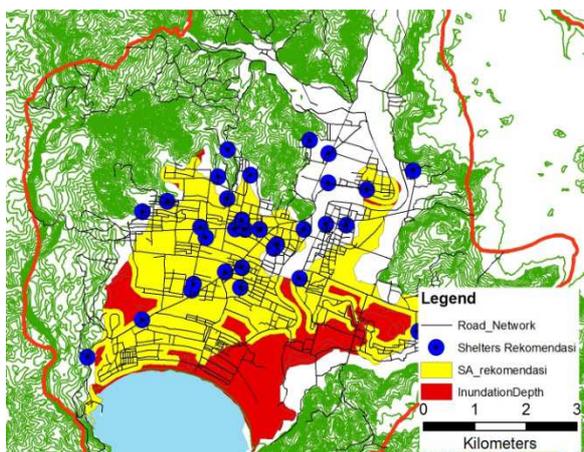
Gambar 7. Hasil bangkitan service area untuk kondisi eksisting shelter.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 7, kira-kira hanya 14% daerah rawan tsunami yang mana penduduknya mempunyai cukup waktu untuk berevakuasi. Hal ini berarti bahwa shelter eksisting yang telah direncanakan oleh Pemerintah Kota Pacitan masih sangat belum cukup untuk mitigasi bencana tsunami di Kota Pacitan. Shelter-shelter yang direncanakan oleh Pemerintah Kota Pacitan terletak cukup jauh dari pemukiman padat penduduk yang rawan bahaya tsunami, sehingga penduduk tidak cukup waktu untuk menjangkaunya sebelum terjadinya tsunami.

Service area shelter usulan

Studi ini melakukan kajian penentuan alokasi shelter alternatif dengan latar belakang bahwa shelter eksisting tidak cukup efektif untuk mitigasi bahaya tsunami. Dengan berpedoman pada hasil survey lapangan yang dilakukan secara detail dan hasil penilaian kelayakan bangunan fasilitas umum yang ada di Kota Pacitan, studi ini mengidentifikasi 32 bangunan yang bisa diusulkan untuk shelter evakuasi. Pada Gambar 8 ditunjukkan *service area* dari tiap-tiap shelter hasil bangkitan

dengan menggunakan *ArcGIS Network Analyst* untuk kondisi shelter usulan dari studi ini. Seperti ditunjukkan pada gambar, daerah rawan tsunami yang dilingkupi oleh *service area* meningkat signifikan dibanding dengan *service area* dari alokasi shelter eksisting. Hal ini berarti bahwa jumlah penduduk yang bisa mencapai shelter evakuasi sebelum terjadinya tsunami semakin banyak. Kurang lebih ada 71% daerah rawan tsunami yang penduduknya mempunyai cukup waktu berevakuasi sebelum terjadinya tsunami.



Gambar 8. Hasil bangkitan service area untuk kondisi shelter usulan

Peningkatan cakupan daerah *service area* terhadap daerah rawan tsunami disebabkan karena konfigurasi penempatan shelter evakuasi relatif cukup dekat dengan daerah permukiman, sehingga penduduk setempat akan lebih cepat menjangkau shelter tersebut. Bangunan-bangunan fasilitas umum yang direkomendasikan untuk shelter evakuasi pada daerah rawan tsunami adalah bangunan-bangunan yang minimal mempunyai 2 lantai.

Namun demikian, alokasi shelter yang diusulkan dalam studi ini masih belum bisa dijangkau oleh seluruh penduduk Kota Pacitan yang berada pada daerah rawan tsunami. Kurang lebih masih ada sekitar 29% penduduk Kota Pacitan yang tidak mempunyai cukup waktu untuk menyelamatkan diri sebelum terjadinya tsunami. Hal ini disebabkan karena sudah tidak ada lagi tempat-tempat atau bangunan fasilitas umum yang bisa diusulkan untuk shelter evakuasi. Untuk mengatasi hal ini, Pemerintah Kota Pacitan direkomendasikan untuk membuat shelter evakuasi tambahan yang terletak pada daerah yang belum terjangkau tersebut.

KESIMPULAN

Studi ini mengkaji penentuan lokasi shelter untuk evakuasi tsunami yang efektif yang berbasis pada *Geographic Information System*. Analisis konfigurasi penempatan shelter didasarkan pada *service area* dari masing-masing shelter evakuasi yang bisa dibangkitkan dengan menggunakan *Network Analyst Extension* pada perangkat lunak ArcGIS. Penelitian ini menemukan bahwa, alokasi shelter eksisting yang direncanakan oleh Pemerintah Kota Pacitan hanya mampu mengakomodasi sekitar 14% penduduk di kota tersebut ketika tsunami terjadi. Shelter-shelter evakuasi yang direncanakan oleh Pemerintah Kota Pacitan letaknya terlalu jauh dari permukiman penduduk sehingga mayoritas penduduk setempat tidak mempunyai cukup waktu untuk menjangkaunya sebelum tsunami terjadi.

Alokasi *shelter* evakuasi yang direkomendasikan dalam penelitian ini bisa dijangkau hingga 71% penduduk Kota Pacitan. Namun demikian, masih ada sekitar 29% penduduk Kota Pacitan tidak mempunyai cukup waktu untuk menjangkau shelter evakuasi sebelum terjadinya tsunami. Untuk itu Pemerintah Kota Pacitan perlu membuat shelter-shelter evakuasi baru pada daerah yang belum bisa menjangkau shelter-shelter yang direkomendasikan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada: Dr. Djati Mardiatno, staf pengajar di Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta yang telah memberikan banyak masukan dan data terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (2010). Hasil Sensus Penduduk 2010 Kabupaten Pacitan, <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/jatim/3501.pdf>, akses 13 April 2012.
- Mardiatno, D. 2008. Tsunami Assessment using Scenario-based Approach, Geomorphological Analysis and Geographic Information System, *A Case Study in South Coastal Areas of Java Island-Indonesia*, Dissertation, Faculty of Geo- and Atmospheric Sciences of the University of Innsbruck
- Tsuji, Y., et al. 1995. Field Survey of the East Java Earthquake and Tsunami of June 3, 1994, *PAGEOPH*, Vol. 144, Nos. 3/4, Birkhauser Verlag, Basel

Tonegawa Research Group. 1995. Flood of Tonegawa,
The history of watershed from generation to generation,
Sankai-do, pp 109-116, (in Japanese)

Li, L. and Liu, X, 2000. Simulating human walking on
special terrain: up and down slopes, *Computer &
Graphics*, Vol.24, pp 453-463.

Wei Xu., et al., 2008. A Model Analysis Approach for
Reassessment of the Public Shelter Plan Focusing both
on Accessibility and Accommodation Capacity for
Residents: Case Study of Nagata Ward in Kobe City,
Journal of Natural Disaster Science, Volume 28,
Number 2, pp85-90