

**ANALISIS SPASIAL KETERSEDIAAN RUANG TERBUKA PUBLIK PADA
PERMUKIMAN PADAT UNTUK EVAKUASI PADA GEMPA SUSULAN
Studi Kasus: Kelurahan Sukahaji, Bandung**

***Spatial Analysis of Existing Public Open Space for Evacuation Area During
Secondary Earthquake
A Case Study: Sukahaji Village, Bandung***

Saut Sagala^{1*} dan Sari Saraswati²

¹Kelompok Keahlian Perencanaan Wilayah dan Perdesaan,
Sekolah Arsitektur, Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan,
Institut Teknologi Bandung

²Kementerian Perekonomian dan Industri, Jakarta
E-mail: saut.sagala@sappk.itb.ac.id

ABSTRACT

Population living in highly dense settlements in urban area is considered vulnerable to earthquake risk due to limited space exists in the area. To reduce population risks to aftershock earthquake in highly dense settlements, this paper applied simple simulation based on supply-demand concepts in order to understand carrying capacity of current open space for people to evacuate. The case study takes place in one of the most dense populated areas in Bandung City under aftershock earthquake.. The research integrates multi-sources of data: satellite image, building footprint and GPS field survey to produce detailed landuse. The results show that open spaces that exist in the study area is not able to contain all residents when an aftershock occurs. Finally, this paper recommends some strategies that are necessary to reduce the risks in highly dense urban areas.

Keywords: earthquake, emergency planning, open space, urban

ABSTRAK

Penduduk yang tinggal di permukiman padat di daerah rawan gempa memiliki kerentanan terkena dampak gempa karena keterbatasan ruang terbuka yang tersedia di tempat tersebut. Untuk mengurangi risiko populasi terhadap gempa susulan di permukiman padat penduduk, studi ini mencoba menggunakan metode simulasi sederhana berbasis konsep supply-demand untuk memahami kapasitas daya tampung dari ruang terbuka yang tersedia saat ini untuk tempat evakuasi. Lokasi studi yang dipilih dilakukan pada salah satu tempat terpadat di Kota Bandung yang rawan terhadap gempa. Riset ini mengintegrasikan berbagai sumber data: citra satelit, peta bangunan, survei GPS untuk menghasilkan peta yang detail. Hasil analisis menunjukkan bahwa ruang terbuka yang tersedia di lokasi studi tidak mampu menampung semua penduduk ketika gempa terjadi. Selanjutnya, tulisan ini memberikan beberapa strategi yang diperlukan untuk mengurangi risiko pada penduduk yang tinggal di lokasi kepadatan tinggi terhadap risiko gempa bumi.

Kata kunci: gempa bumi, kota, perencanaan emergensi, ruang terbuka

PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dan memiliki daya rusak besar terhadap kawasan dan bangunan yang terdapat di dalamnya. Dalam kurun waktu 1 dekade terakhir di Indonesia, (2002-2012), tercatat beberapa gempa besar di Indonesia yang menelan korban jiwa > 500 orang, seperti Gempa Yogyakarta, dan Gempa Sumatera Barat (Bappenas, 2006; Bappenas 2009). Pada kenyataannya, riset-riset terkait dengan gempa telah semakin menjadi pusat perhatian, terutama yang terkait dengan kegempaan semakin sering dilakukan. Sebagaimana risiko timbul karena interaksi antara bahaya (gempa) dengan kerentanan (populasi), riset-riset yang terkait dengan bagaimana populasi memiliki kemampuan untuk menghadapi gempa perlu dikembangkan. Para pekerja-pekerja sosial dari lembaga swadaya masyarakat dan komunitas, umumnya melakukan analisis kerentanan dan kapasitas (*vulnerability and capacity analysis*), pelatihan-pelatihan kebencanaan berbasis komunitas (Sagala dan Bisri 2011).

Kawasan perkotaan yang berdekatan dengan jalur patahan akan memiliki kerentanan terhadap gempa bumi, terutama pada kawasan perkotaan dengan kepadatan tinggi. Gempa bumi umumnya terjadi dalam beberapa seri, terdiri atas gempa utama (*primary shock*) dan gempa susulan (*aftershocks*). Sebagaimana prediksi gempa bumi masih sulit dilakukan hingga saat ini, gempa susulan mungkin dapat diantisipasi dengan cara bersiap segera setelah gempa utama terjadi. Sesaat setelah terjadi gempa, penduduk dianjurkan segera keluar bangunan dan menuju tempat berkumpul yang aman, baik tempat yang telah direncanakan sebelumnya atau tidak (Fema, 2006).

Terdapat beberapa kota besar di Indonesia yang rawan terhadap bencana gempa bumi. Umumnya adalah kota-kota besar yang terletak dekat dengan patahan-patahan aktif, seperti Banda Aceh, Padang, Bandung dan Yogyakarta. Ditambah dengan tingkat kepadatan yang tinggi, risiko yang ditimbulkan oleh gempa akan semakin besar (Sengara et al. Untuk itu, perlu dilakukan kajian-kajian pengurangan risiko bencana yang dikaitkan dengan kepadatan penduduk perkotaan (Sagala et al 2011; Bakornas, 2002). Studi ini mencoba berkontribusi terhadap pengurangan risiko bencana yang terkait dengan gempa di kota berkepadatan tinggi. Tujuan utama studi ini adalah mengkaji ketersediaan ruang terbuka sebagai tempat penduduk untuk melakukan evakuasi dengan skenario gempa susulan. Studi kasus yang dipilih adalah Kota Bandung yang merupakan salah satu kota dengan kepadatan penduduk yang tinggi di Indonesia dan berada di dekat tiga patahan aktif. Kota Bandung berada dalam zona III wilayah gempa yang menunjukkan kondisi menengah dalam zona tersebut (Rahayu dan Kertapati 1999). Kota Bandung memiliki tingkat kerusakan 8-9,25 skala MMI yang dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan, jalan dan jaringan lainnya yang berada di dalamnya sehingga dapat menelan korban jiwa (Rahayu dan Kertapati, 1999). Di dalam penelitian ini, sistem informasi geografis dipilih karena kemampuannya di dalam menyediakan pengolahan database secara spasial, sehingga dapat melakukan simulasi-simulasi yang terkait dengan data spasial, seperti evakuasi yang dibutuhkan di dalam penelitian ini (Fauzi et al 2009 dan Mutalazimah et al 2009). Selanjutnya dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), dilakukan analisis lokasi-lokasi dan ketersediaan ruang terbuka dan kebutuhan ruang terbuka berdasarkan

jumlah penduduk. Kajian seperti ini diharapkan dapat membantu proses pembuatan kebijakan pada lingkungan padat terkait pengurangan risiko bencana gempa. Selain pengantar ini, pembagian tulisan ini dilakukan sebagai berikut. Penjelasan dilanjutkan dengan kajian metode penelitian yang mencakup lokasi studi, pengumpulan data dan teknik analisis kebutuhan (*demand*) dan ketersediaan (*supply*), serta analisis spasial. Selanjutnya, dengan menggunakan data yang ada, dilakukan analisis dan pembahasan di dalam penentuan ruang terbuka publik yang optimum.

METODE PENELITIAN

Lokasi Studi

Sebagaimana diutarakan sebelumnya, Kota Bandung dipilih sebagai lokasi studi ini. Karena tingkat kepadatan penduduk dan bahaya gempa yang berbeda-beda dan untuk mendapat kedetailan yang tinggi, pada akhirnya dipilih satu kelurahan yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi berdasarkan data statistik dan memiliki bahaya gempa bumi yang tinggi. Berdasarkan kriteria tersebut terdapat satu kelurahan yang memiliki kepadatan penduduk dan bahaya terhadap gempa yang tinggi yaitu Kelurahan Sukahaji (Sengara et al 1999; Rahayu dan Kertapati, 1999). Kelurahan Sukahaji memiliki kepadatan penduduk 611,9 jiwa/ha dan koefisien dasar bangunan (KDB) 80-90%. Kelurahan Sukahaji berada pada zona bahaya guncangan tanah 8,75 skala MMI dimana angka tersebut menunjukkan tingkat kerusakan akibat gempa yang tinggi.

Pengumpulan Data

Keseluruhan tahapan pengumpulan data

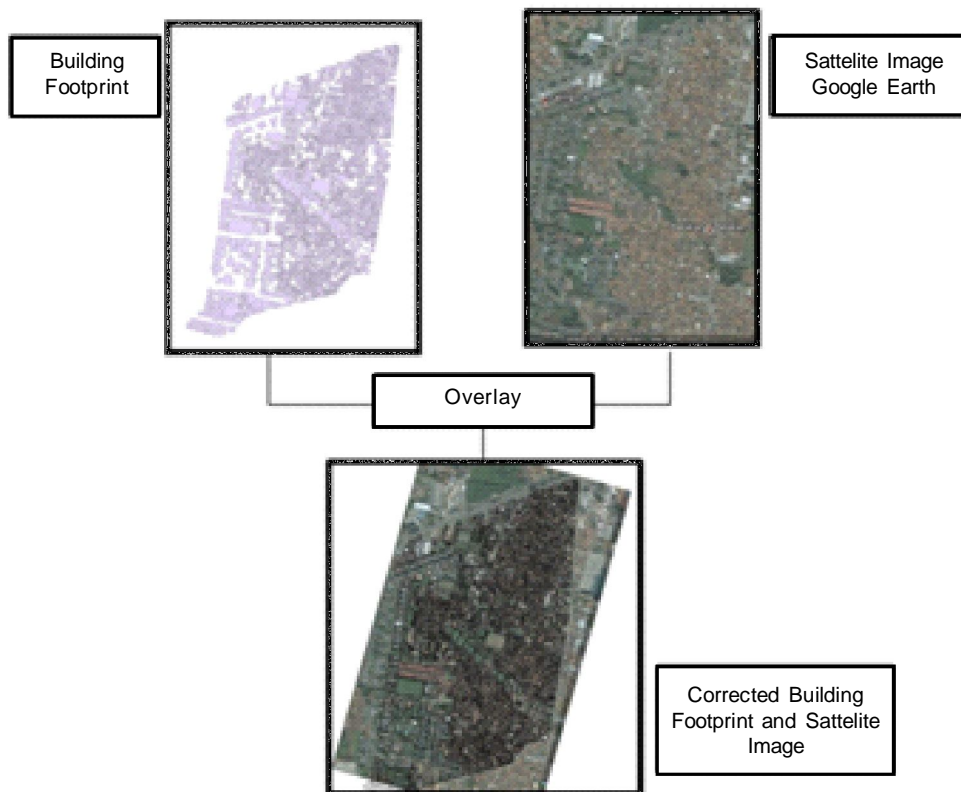
primer dilakukan empat kali dalam kurun waktu 23 April – 20 Juli 2011. Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan cara berikut. Tahap pertama, pengumpulan data dilakukan dengan data sekunder yang telah tersedia sebelumnya, yaitu: (1). Peta *building footprint* dari Bappeda Kota Bandung tahun 2004, (2). Citra satelit dari *Google earth* tahun 2011 yang digunakan untuk mengoreksi perubahan bangunan. Tahap kedua, penggabungan kedua data tersebut sehingga diperoleh peta dasar yang menyerupai kondisi di lapangan (Gambar 1). Prosedur penggabungan citra satelit dan *building footprint* dilakukan dengan *geo-referencing* dan *overlay* untuk menghasilkan citra yang lebih akurat. Pada proses ini juga dilakukan proses pengecekan melalui observasi lapangan dengan GPS sehingga *geo-referencing* dapat dilakukan dengan baik. Tahap ketiga, digitasi tambahan dilakukan pada beberapa penambahan bangunan yang tidak ditemukan di *building footprint* tahun 2004, sehingga diperoleh *building footprint* versi tahun 2011. Tahap keempat, survei dilakukan pada bangunan yang ada untuk memperoleh informasi terkait dengan kerentanan fisik bangunan. Pemilihan kerentanan fisik bangunan mengacu kepada (Montoya 2002; Singh 2005) yang menyebutkan bahwa observasi perlu meliputi jenis material bangunan, atap, jarak antar bangunan. Dari total 3.577 bangunan yang ada, dipilih 882 bangunan ($\pm 25\%$) bangunan yang tersebar, untuk disurvei sehingga memberikan informasi tentang jenis bangunan yang terdapat di wilayah studi dan dilakukan observasi secara keseluruhan terkait bangunan wilayah studi dalam skala rumah tangga (RT). Tahap kelima, survei terhadap ruang terbuka yang digunakan sebagai lokasi evakuasi di wilayah studi. Pada saat observasi juga dilakukan penitikan menggunakan GPS sehingga dapat dipetakan lokasi bangunan dan ruang terbuka yang disurvei.

Analisis Kebutuhan vs Ketersediaan

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini mengacu kepada teori aksesibilitas yang membenturkan antara permintaan/kebutuhan (*demand*) dan ketersediaan (*supply*) terhadap ruang terbuka untuk lokasi evakuasi (Budiarto et al 2006). Dalam melakukan analisis ini terdapat beberapa asumsi yang digunakan seperti dalam analisis kebutuhan ruang terbuka publik, diasumsikan bahwa seluruh penduduk di wilayah studi membutuhkan lokasi evakuasi setelah terjadi gempa, penduduk dianggap memiliki ukuran dan kebutuhan ruang bergerak yang sama dengan standar bergerak orang dewasa oleh departemen PU yaitu 2,52 m² (Departemen PU, 1999). Dalam melakukan evakuasi, penduduk melakukannya dengan berjalan secara bergerombol dan memiliki kecepatan

berjalan yang sama, dan Waktu yang dimiliki oleh penduduk untuk melakukan evakuasi setelah terjadi gempa adalah satu menit sehingga ruang terbuka publik harus dapat dijangkau oleh penduduk dalam waktu d" satu menit.

Dalam melakukan analisis ketersediaan ruang terbuka publik dilakukan pendekatan dengan menggunakan asumsi seperti jenis ruang terbuka publik yang dapat dijadikan lokasi evakuasi setelah gempa adalah ruang terbuka yang kepemilikannya dapat oleh pemerintah atau penduduk dan dapat diakses secara bebas oleh penduduk seperti taman, kebun, lapangan, jalan, dan tanah kosong. Asumsi lainnya yaitu ruang terbuka publik yang dapat digunakan sebagai lokasi evakuasi secara langsung adalah ruang terbuka publik yang memiliki dasar yang kering sehingga dapat digunakan oleh penduduk.



Sumber: analisis data

Gambar 1. Pertampalan antara Building Footprint dan Citra Satelit

Analisis Spasial

Analisis spasial ini akan menunjukkan lokasi-lokasi yang terlayani dan tidak terlayani oleh ruang terbuka untuk lokasi evakuasi setelah terjadi gempa. Dalam hal ini, pelayanan ruang terbuka dilihat dari kapasitas, jarak, dan gabungan dari keduanya sehingga dihasilkan pelayanan optimum dari ruang terbuka untuk lokasi evakuasi. Untuk menentukan pelayanan optimum ruang terbuka untuk lokasi evakuasi digunakan pula suatu fungsi yang menggambarkan hubungan antara jarak dengan kapasitas ruang terbuka. Dalam analisis ini menggunakan bantuan *software* Arc GIS 9.3 dengan menggunakan perangkat seperti *join attribute table, buffer, union, clip, select by location, select by attribute, dan query*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelurahan Sukahaji merupakan salah satu kelurahan dengan kepadatan penduduk dan kepadatan bangunan yang tinggi. Kepadatan penduduk dan bangunan di kelurahan Sukahaji menyebabkan keterbatasan ruang terbuka di kelurahan sukahaji. Ruang terbuka publik dapat diklasifikasikan menjadi taman publik, *square* dan plaza, jalan, aman bermain, ruang terbuka komunitas, dan jalur hijau (Carr, 1992). Berdasarkan klasifikasi ini, ruang terbuka publik yang terdapat di lokasi wilayah studi dapat berupa taman, kebun, lapangan, jalan, dan tanah kosong. Ruang terbuka publik yang terdapat di wilayah studi dapat dimiliki oleh publik atau penduduk secara pribadi namun sampai saat ini masih dapat diakses secara publik. Hal ini yang menyebabkan ketersediaan ruang terbuka publik dapat berkurang karena dikhawatirkan adanya pembangunan pada lahan-lahan tidur tersebut. Luas total ruang terbuka publik di wilayah studi diperoleh dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\sum_{i=1}^n L RTP$$

dimana:

n = jumlah ruang terbuka publik

$L RTP$ = luas ruang terbuka publik.

Dengan menggunakan persamaan tersebut maka diperoleh luas seluruh ruang terbuka publik yang terdapat di wilayah studi adalah

$$\sum_{i=1}^{35} L RTP = 27.897 \text{ m}^2$$

Jumlah penduduk yang bermukim di Kelurahan Sukahaji adalah 17.287 Jiwa sehingga ruang terbuka yang dibutuhkan untuk lokasi evakuasi sesuai standar bergerak manusia oleh Departemen PU minimal 43.550,64 m² ($\pm 15\%$ dari total luas wilayah). Pembahasan terkait ketersediaan ruang terbuka publik terbagi menjadi tiga bagian. Pertama akan dilihat dari segi kapasitas ruang terbuka publik kemudian dilihat dari jarak dan bagian terakhir menggabungkan antara kapasitas dengan jarak sehingga dapat diketahui pelayanan optimum dari ruang terbuka publik.

Kapasitas Ruang Terbuka Publik

Ruang terbuka publik sebagai ruang terbuka publik yang dapat digunakan secara langsung hanya memiliki luas 7.725 m² dan berdasarkan perhitungan yang dilakukan, hanya mampu menampung 3.065 jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa ruang terbuka publik kering secara kapasitas belum mampu menampung seluruh penduduk yang ada di wilayah studi. Apabila seluruh penduduk hanya dapat melakukan evakuasi pada ruang terbuka publik kering maka setiap orang hanya memiliki ruang gerak 0,4 m² dimana manusia akan sulit bergerak. Hal ini menunjukkan bahwa ruang terbuka publik

di wilayah studi masih belum mampu menjawab kebutuhan seluruh penduduk di wilayah studi untuk lokasi evakuasi bencana gempa sebagai antisipasi gempa susulan (Tabel 1).

Jangkauan Pelayanan Ruang Terbuka Publik Berdasarkan Jarak

Dalam analisis ini, diasumsikan jarak dari rumah penduduk ke ruang terbuka publik adalah jarak yang dapat ditempuh dalam waktu kurang dari satu menit. Standar kecepatan orang berjalan adalah 84m/menit (Sleight, 1972). Kecepatan berjalan manusia secara bergerombol adalah 66,6 m/menit (Edwards, 1992). Berdasarkan dua pernyataan tersebut maka diambil jarak rumah penduduk ke ruang terbuka publik adalah 80 m dan 60 m. Dalam penelitian ini digunakan dua asumsi jarak karena reaksi setiap orang dapat berbeda-beda setelah terjadi gempa. Tidak semua penduduk akan langsung berlari menuju ruang terbuka publik dan tidak semua orang memiliki kecepatan yang sama dalam berjalan oleh karena itu hanya dapat menjangkau ruang terbuka publik yang berada maksimal 80 m atau kurang dari rumahnya (Gambar 2).

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Arc GIS 9.3 dimana digunakan analisis spasial untuk melihat jangkauan pelayanan ruang

terbuka publik dalam jarak 60 dan 80 m. Perangkat yang digunakan dalam analisis ini adalah *Buffer, Select by location, dan overlay*. Sedangkan untuk mengetahui jumlah penduduk yang terlayani dapat dilihat pada pilihan *statistic*.

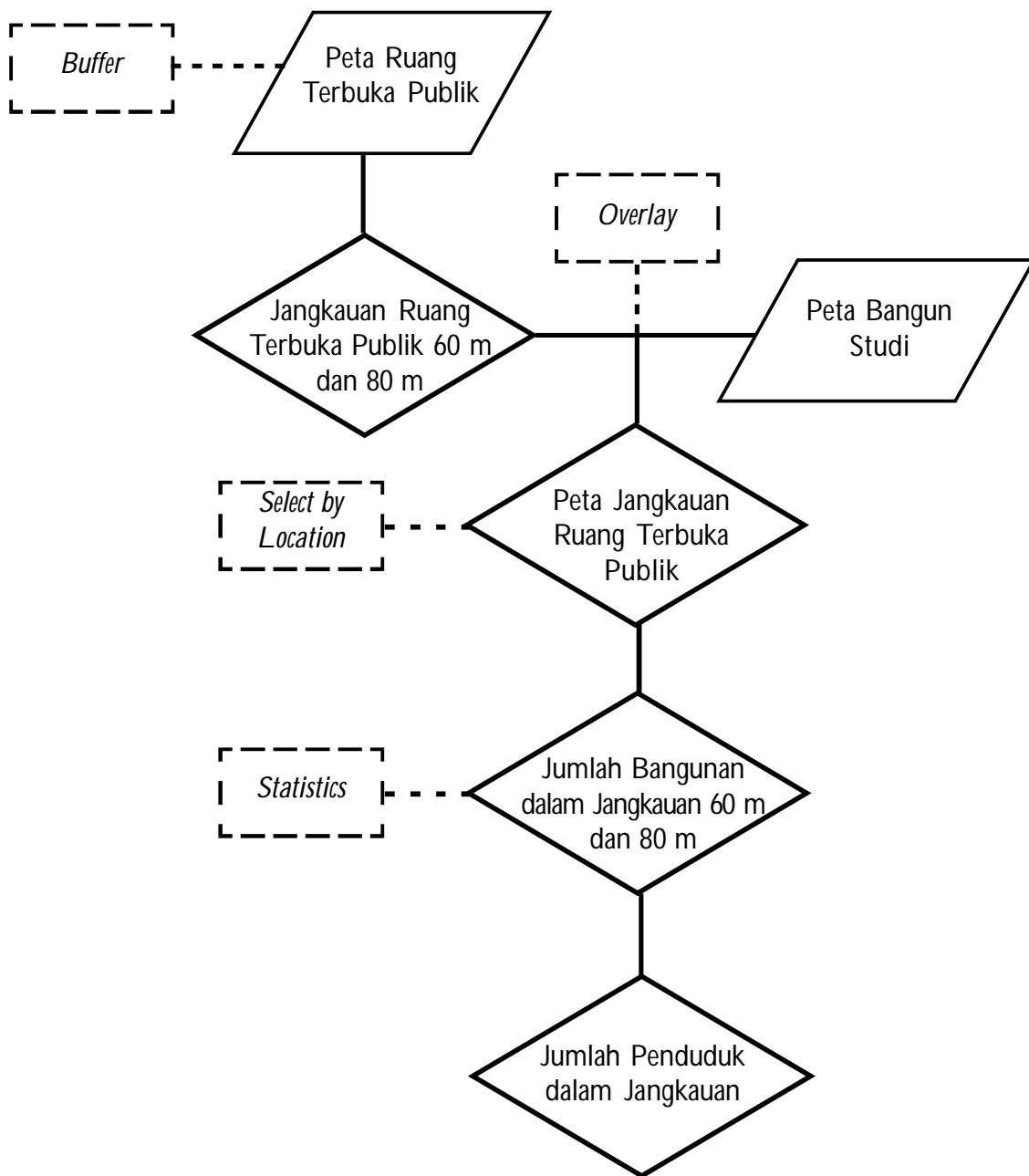
Dalam jarak 60m, ruang terbuka publik hanya dapat melayani 10.498 jiwa dimana masih terdapat penduduk yang tidak dapat dilayani. Hal ini menunjukkan bahwa ruang terbuka publik yang ada di wilayah studi belum tersebar secara merata sehingga masih terdapat lokasi-lokasi pemukiman yang tidak dapat menjangkau ruang terbuka publik dalam jarak < 60m (Gambar 3). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini, dimana yang berwarna coklat tua merupakan lokasi yang tidak terlayani oleh ruang terbuka publik dalam jarak 60m.

Dalam jarak 80 m, ruang terbuka publik juga belum mampu melayani seluruh penduduk. Hal ini dilihat dari jumlah penduduk yang terlayani oleh ruang terbuka publik belum mencapai angka yang sama dengan jumlah penduduk di wilayah studi dimana jumlah penduduk maksimal yang dapat dilayani adalah 15.198 jiwa. Ruang terbuka publik kering hanya dapat melayani 13.026 jiwa dalam jarak 80 m sedangkan ruang terbuka publik kering dan jalan mampu melayani 14.698 jiwa. Hal ini juga menunjukkan bahwa ruang terbuka

Tabel 1. Luas Ruang Terbuka Publik dengan Kapasitas

Luas	Kapasitas Manusia Berdasarkan Standar	Ruang Gerak
7.725 m ²	3.065	0,4 m ²

Sumber: hasil analisis



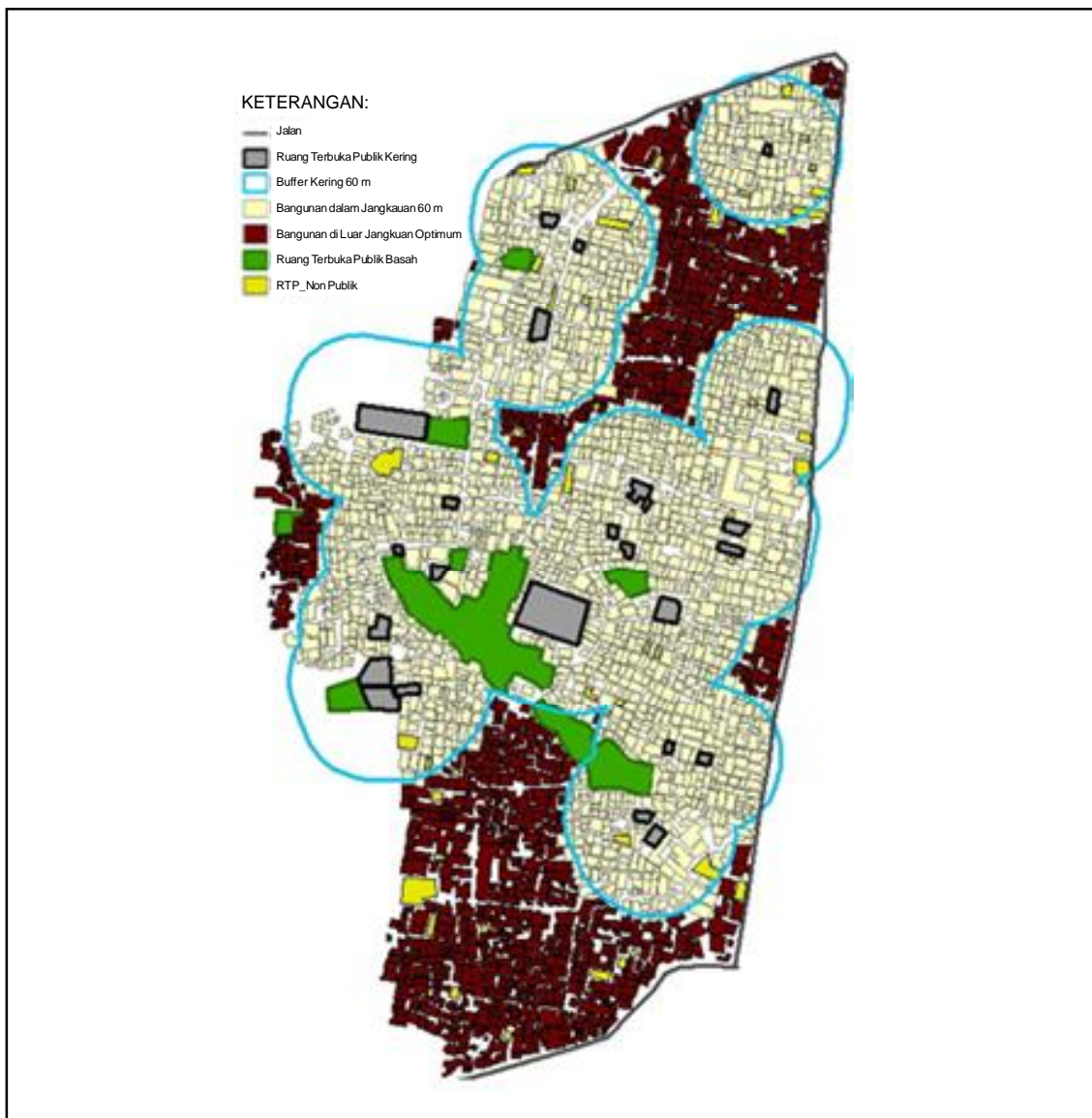
Gambar 2. Analisis Jangkauan Pelayan Ruang Terbuka Publik Berdasarkan Jarak

publik belum mampu melayani seluruh penduduk dalam jarak 60 m ataupun 80 m. Hal ini juga menunjukkan bahwa ruang terbuka di wilayah studi masih belum tersebar merata sehingga terdapat lokasi-lokasi yang belum dapat terlayani. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini dimana masih terdapat bangunan-bangunan berwarna coklat yang menunjukkan bahwa bangunan tersebut tidak terlayani oleh ruang terbuka publik dalam jarak 80 m (Gambar 4).

Pelayanan Optimum Ruang Terbuka Publik

Untuk melakukan perhitungan kapasitas optimum dari ruang terbuka publik, dipergunakan suatu fungsi matematis yang menghubungkan antara kapasitas optimum dari suatu ruang terbuka dengan jarak. Secara sederhana fungsi yang digunakan adalah kapasitas (y) merupakan fungsi linear dari jarak (x), atau dapat dituliskan menjadi:

$$y = f(x)$$



Gambar 3. Jangkauan Pelayanan Ruang Terbuka Publik pada Jarak 60m

dimana:

y = kapasitas manusia yang dapat dilayani

x = jarak.

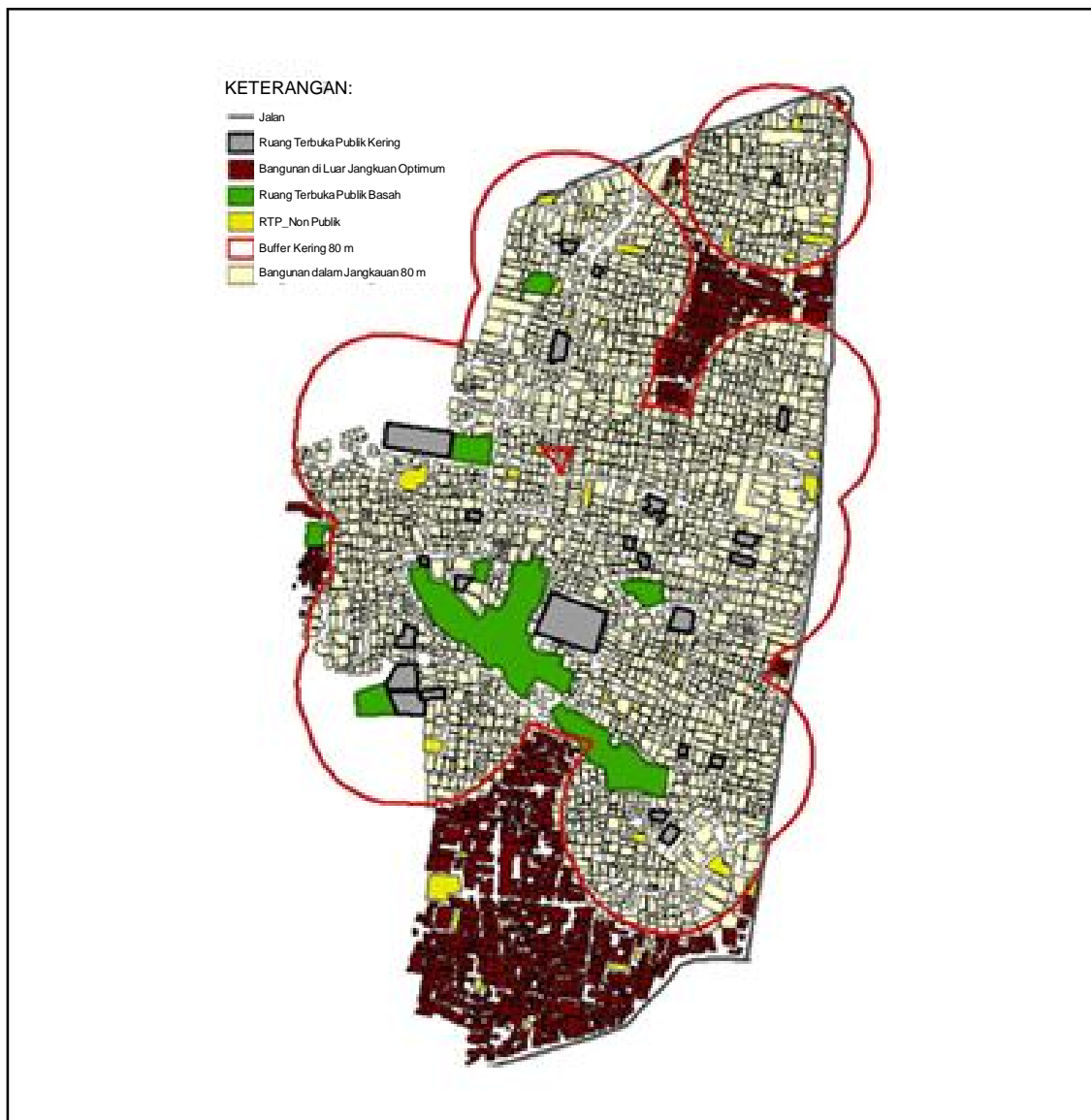
Untuk menentukan fungsi dari kapasitas maka digunakan dua titik bantu yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu: 60 m dan 80 m. Fungsi yang diperoleh dengan menggunakan dua titik bantu digunakan untuk mencari jarak pelayanan optimum dari ruang terbuka publik. Fungsi yang

dihasilkan dari empat titik bantu tersebut menunjukkan R^2 mendekati satu sehingga defiasi dari fungsi tersebut semakin kecil dan mendekati linier.

Pada skenario jenis ruang terbuka publik kering, fungsi yang diperoleh dari empat titik bantu adalah :

$$y = 163,4x + 293,5$$

Kapasitas maksimum dari ruang terbuka publik kering adalah 3.065 jiwa, sehingga dari fungsi tersebut, fungsi untuk jarak



Gambar 4. Jangkauan Pelayanan Ruang Terbuka Publik pada Jarak 80m

pelayanan optimum dari ruang terbuka publik kering adalah :

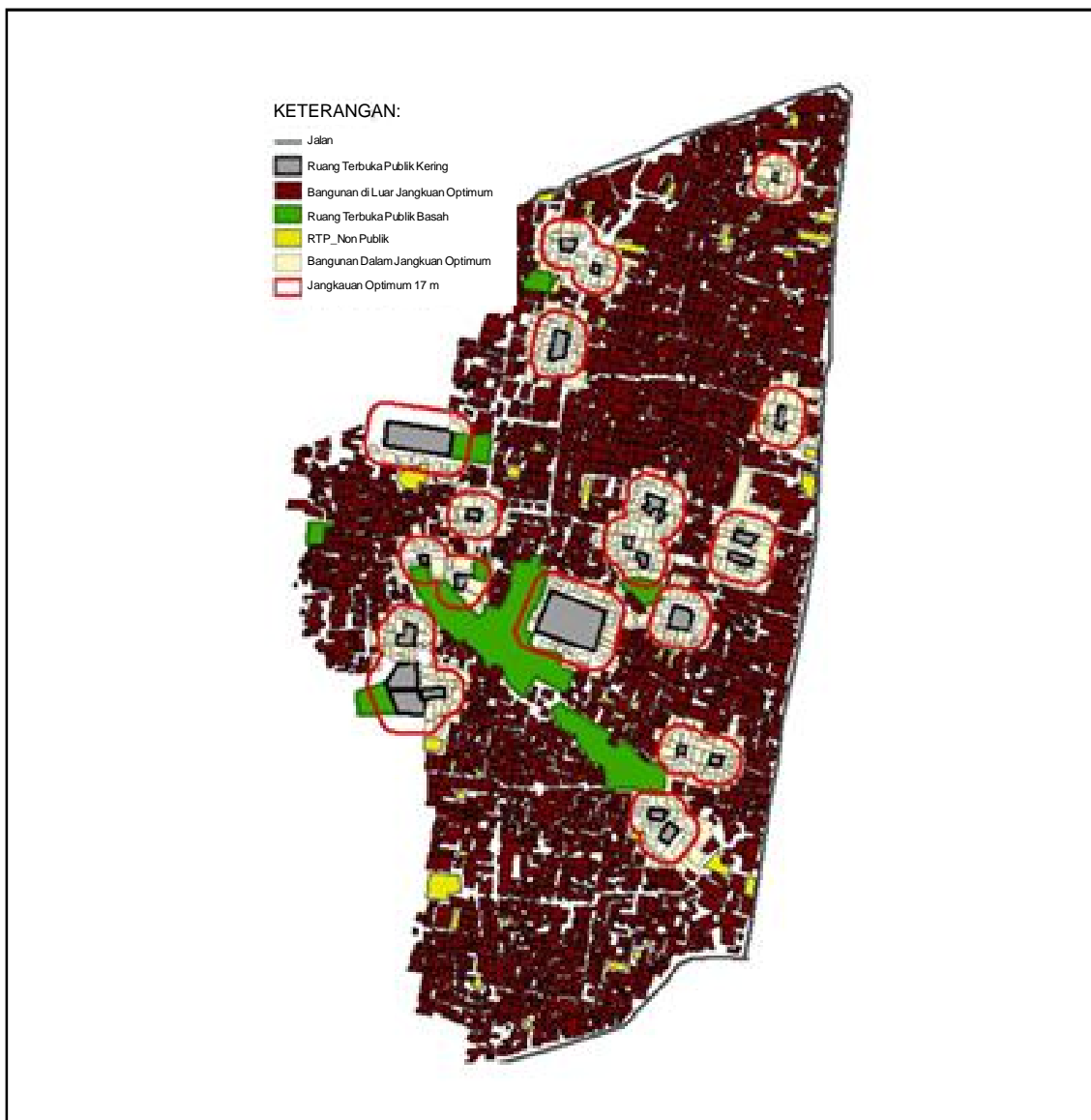
$$3.065 = 163,4x + 293,5$$

Dari fungsi tersebut, diperoleh bahwa jarak pelayanan optimum dari ruang terbuka publik kering adalah 17 m dari ruang terbuka publik. Jarak tersebut menunjukkan bahwa pelayanan optimum dari ruang terbuka publik kering sangat kecil dan sempit sehingga masih banyak bangunan-bangunan yang tidak dapat terlayani oleh ruang terbuka publik di wilayah studi. Hal ini menunjuk-

kan bahwa diperlukan ruang terbuka lain di lokasi-lokasi yang masih belum dapat terlayani oleh ruang terbuka publik (Gambar 5).

KESIMPULAN DAN SARAN

Tulisan ini telah menunjukkan bahwa ruang terbuka publik di wilayah studi belum mampu menampung seluruh penduduk yang ada di wilayah studi sesuai dengan standar Departemen PU. Hal ini menyebabkan ruang bergerak seluruh penduduk



Gambar 5. Jangkauan Pelayanan Optimum RTP

apabila harus melakukan evakuasi ke ruang terbuka publik yang ada sangat sempit dan sulit untuk bergerak. Dari segi jarak pelayanan, ruang terbuka publik juga belum mampu melayani penduduk dalam jarak yang dapat ditempuh oleh penduduk dengan berjalan kurang dari satu menit, yaitu pada jarak 60 m dan 80 m. Hal ini menunjukkan bahwa perlu adanya persebaran ruang terbuka publik secara merata di wilayah studi. Pelayanan optimum dari ruang terbuka publik juga belum mampu melayani seluruh penduduk yang ada.

Secara umum, studi ini berguna bagi arsitek dan perencana kota (*urban planner*), pemerintah daerah dan juga masyarakat sehingga dapat mempertimbangkan untuk tetap menyediakan ruang terbuka publik yang selain berfungsi sebagai tempat interaksi penghuni, tetapi juga dapat berguna untuk tempat yang aman untuk mengungsi dalam mengantisipasi gempa susulan. Integrasi dari kajian-kajian seperti ini, akan berguna di dalam mengurangi risiko bencana yang diakibatkan oleh gempa susulan. Pada kenyataannya, kajian seperti ini masih belum banyak dilakukan dan dipertimbangkan di dalam analisis *urban design*, terutama terkait dengan

permukiman-permukiman padat di perkotaan yang banyak ditemui di Indonesia.

Studi ini pada dasarnya belum mempertimbangkan ruang terbuka publik yang pada kenyataan sulit diakses pada saat normal, seperti ruang terbuka yang tidak kering (tanah yang basah dan sawah), yang terdapat dilokasi studi. Selain itu, skenario gempa yang dilakukan masih belum mempertimbangkan kapan waktu gempa berlangsung yang akan berakibat pada perbedaan dalam proporsi jumlah penduduk yang terdapat pada lokasi studi. Jika gempa terjadi pada siang hari, kemungkinan jumlah penduduk yang berada di rumah tidak sebanyak jumlah semua penduduk karena sebagian penduduk akan beraktivitas di luar rumah atau di luar lokasi studi. Di sisi lain, aspek yang penting dipertimbangkan juga adalah kerentanan fisik bangunan yang perlu dimasukkan dalam mempertimbangkan bangunan-bangunan dengan potensi rubuh yang berakibat pada penghuni bangunan yang tertimpa cedera dan tidak memiliki waktu untuk berevakuasi. Keterbatasan-keterbatasan ini diharapkan dapat diperbaiki dalam tulisan dan skenario yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas, 2006, *Preliminary Damage and Loss Assessment, Yogyakarta and Central Java Natural Disaster*, The 15th Meeting of The Consultative Group on Indonesia, Jakarta, June 14, 2006.
- Bappenas, 2009, *West Sumatra and Jambi Natural Disasters: Damage, Loss and Preliminary Needs Assessment*, A joint report by BNPB, Bappenas and the Provincial and District Governments of West Sumatra and Jambi and international partners, October 2009
- Sagala, S. and Bisri, M. (2011). *Perencanaan Tata Ruang Berbasis Kebencanaan di Indonesia*, dalam Anwar, H. dan Haryono, H. (2011) *Perspektif Kebencanaan dan Lingkungan*

di Indonesia: Studi Kasus dan Pengurangan Risikonya. Penerbit Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

FEMA. *Earthquake Preparedness*. FEMA, 2006.

Sengara, W. Surahman, A. dan Pribadi, K.S. (1999). *Seismic Hazards and Countermeasures in Bandung, Indonesia*, Institut Teknologi Bandung.

Sagala, S., Handika, P. dan Arisandy, M. (2011) *Megakota Jakarta: Persoalan Kebencanaan dan Pendekatan Penanganannya*, dalam Gunawan, M., Nurzaman, S., Warpani, S. (2011), Menarik Pelajaran dari 50 Tahun Perjalanan Perencanaan Wilayah dan Kota di Indonesia, Penerbit ITB.

BAKORNAS PBP. *Arahan Kebijakan Mitigasi bencana Perkotaan Di Indonesia*. Jakarta: BAKORNAS PBP, 2002.

Rahayu, H. dan Kertapati, E. *RADIUS: Rencana Tindak Mitigasi Bencana Gempa Di Kotamadya Bandung*. Bandung : IDNDR LP-ITB, 1999.

Fauzi, Y., Susilo, B. dan Mayasari, Z. 2009, Analisis Kesesuaian Lahan Wilayah Pesisir Kota Bengkulu Melalui Perancangan Model Spasial dan Sistem Informasi Geografis (SIG), *Forum Geografi*, Vol. 23, No. 2, Desember 2009: 101-111

Mutalazimah, Handaga, B., Sigit, A. Aplikasi Sistem Informasi Geografis pada Pemantauan Status Gizi Balita di Dinas Kesehatan Sukoharjo, *Forum Geografi*, Vol. 23, No. 2, Desember 2009, 153-166

A.L. Montoya, Urban Disaster Management: A case of Earthquake Risk Management in Cartago, Costa Rica, PhD *Thesis*, Netherlands, ITC, 2002.

P. Singh, Population vulnerability for earthquake loss estimation using community based approach with GIS, Master *Thesis*, Netherlands, ITC, 2005.

A. Budiarto, T. de Jong, *Escape Building Planning for Tsunami-prone Area, A Case Study of Meulaboh City, Aceh, Indonesia*, International Disaster Reduction Conference, Davos Switzerland, 27 August - 1 September 2006

Departemen Pekerjaan Umum, *Persyaratan Aksesibilitas Pada Jalan Umum No. 022/T/BM/1999*, Jakarta, 1999

S. Carr, M. Francis, L.G. Rivlin, dan A.M. Stone. *Public Space*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

R.B. Sleight, *Human Factors and Traffic Safety*. New York: John Wiley & Sons, 1972.

J. Edwards, *Transportation Planning Handbook*, Institute of Transportation Engineers, 1992.