

PEMBUATAN JALUR EVAKUASI ALTERNATIF BERDASARKAN MODEL SIMULASI BANJIR LUAPAN SUNGAI BENGAWAN SOLO DI KOTA SURAKARTA MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Yuli Priyana, Priyono, Alif Noor Anna, Agus Anggoro Sigit, Rudiyanto

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
Email: yuli_priyana@ums.ac.id

Abstract

The aim of this research is to create a disaster evacuation paths based on the results of flood modeling. The method used in this research is least cost path. The results obtained from this study were (a) the impact of a simulation model to land use is the buildings area 885,36 m², water area 10.621,97 m², vacant land with rare vegetation area 68.916,64 m², vacant land with vegetation area 78.925,16 m², and settlement area 137.251,78 m², and (b) evacuation paths produced by the method of least cost path is two lanes in Kampung Sewu and 2 lanes in the village of Jebres. The least cost path choose lane from the first starting point in intersection of three road of Beton and go accros Gotong Royong road to evacuation point in Jami' Mosque. Both of the starting point in the Bengawan Solo river embankment can to the evacuation point Sawunggaling Mosque. Jebres evacuation route in the village there are two lines of evacuation. The first lane evacuation from the starting point in intersection three road of Kentingan to the front Psychiatric Hospital Surakarta, and then to the front office Psychotherapy Center Surakarta North toward straight up in Al-Fath Mosque. Both are alternative evacuation route from the starting point in a four-way intersection in the middle of densely populated settlements can pass the road to the west to get stuck, then straight over the bridge, past the front of the Student Dormitory UNS, then to the evacuation site Al-Fath Mosque.

Keywords: simulation model, evacuation route, GIS

PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana yang dapat terjadi di mana saja, di hampir seluruh permukaan daratan pada belahan bumi ini. Adapun penyebab utama bencana banjir yang terjadi pada akhir-akhir ini pada dasarnya lebih banyak disebabkan oleh perlakuan manusia terhadap lingkungan sekitarnya. Adapun banjir yang terjadi di Surakarta awal bulan Januari tahun 2008 diakibatkan oleh curah hujan di atas normal, morfogenesis daerah, perubahan alih fungsi lahan, serta potensi air sungai yang sudah tidak mampu menampung perubahan meteorologi dan klimatologi Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo bagian hulu (Anna, dkk., 2010).

Banjir yang sering terjadi berulang-ulang mengharuskan pemerintah Kota Surakarta untuk melakukan penanggulangan bencana yang optimal dan efisien. Dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana, agar setiap kegiatan dalam setiap tahapan dapat berjalan dengan

terarah, maka disusun suatu rencana yang spesifik pada setiap tahapan penyelenggaraan penanggulangan bencana (Anna, dkk., 2012).

Salah satu strategi untuk melakukan penanggulangan bencana banjir di Kota Surakarta adalah dengan membuat model simulasi luapan banjir Bengawan Solo dengan berbagai macam skenario ketinggian air menggenang. Adanya model simulasi ini diharapkan mampu membantu Pemerintah Kota Surakarta untuk melakukan tindakan pencegahan secara dini serta membantu memperlancar proses tanggap darurat bencana banjir. Pembuatan model simulasi banjir dengan berbagai macam skenario ketinggian air menggenang ini, mampu memprediksi seberapa jauh dan besar dampak yang ditimbulkan oleh banjir Bengawan Solo. Selain itu adanya model ini akan mempermudah proses evakuasi korban.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat jalur evakuasi banjir berdasarkan hasil pemodelan banjir luapan

TINJAUAN PUSTAKA

Aplikasi SIG untuk Pembuatan Jalur Evakuasi

Penggunaan teknologi SIG dalam bidang kebencanaan paling umum adalah untuk memetakan kawasan-kawasan rawan atau berisiko bencana, peta jalur evakuasi, peta rencana kontigensi. Aplikasi SIG untuk pembuatan jalur evakuasi yang berfungsi untuk mencari rute optimum adalah *Least Cost Path*. Analisis *Least Cost Path* merupakan analisa tiap sel *raster* dimana *segmen* berpindah dari sel ke sel dengan nilai akumulasi terkecil. ESRI, (2008) dalam Ardana, (2013), menyatakan bahwa penentuan jaringan dengan melihat atribut medan terdiri atas beberapa tahap diantaranya *cost surface*, *cost distance*, *cost backlink/cost direction*, dan *cost path*. Analisis *least cost path* dapat digunakan untuk aplikasi analisis dengan tipe pergerakan seperti perancangan perjalanan, aktifitas militer, konstruksi jalan, sistem irigasi, jalur pipa, serta aplikasi lain.

Mei, dkk. (2013) menyatakan bahwa *Least cost path* rute ini dibuat diatas *background* data raster yang sudah merupakan biaya permukaan (*cost surface*). Dalam analisis *least cost path* ini secara garis besar memiliki dua aspek atau langkah yang harus ditempuh secara berurutan.

Langkah yang pertama adalah pembuatan biaya permukaan (*cost surface*) yang merupakan akumulasi dari bobot tiap piksel yang sudah ditentukan. *Cost surface* merupakan fungsi identifikasi harga/impedansi dari perjalanan pada tiap sel. Teknisnya adalah dengan mengidentifikasi harga dari parameter-parameter yang berpengaruh untuk tujuan yang diinginkan dengan analisis sel (Purwanti, 2011, dalam Ardana 2013). Secara umum *cost raster* menggambarkan *suitable area* dari tiap sel untuk menemukan aliran atau perjalanan efektif dari sumber menuju tujuan.

Penelitian menggunakan metode *weighted sum* dalam menghasilkan *cost surface* pada contoh kasus yang diambil dari ArcGis 9.3 Desktop Help, tiap nilai piksel pada InRas 1, dikalikan dengan weight 0,75 kemudian dijumlahkan dengan hasil perkalian dari *weight* parameter lain yakni InRas 2 dengan nilai piksel pada InRas 2 tersebut $((2,2*0,75)+(3*0,25)=2,4)$.

Penggunaan *cost distance* dalam analisis ini didasarkan pada representasi sel berupa *node* dan *link node* mempresentasikan pusat sel,

sedang *line* dapat terdiri dari dua yaitu lateral *link* yang menghubungkan *node* dengan *node* empat tetangga terdekat secara horizontal, sedang diagonal *link* menghubungkan dengan empat tetangga yang ada pada posisi diagonal nilai jaraknya 1,0 sel untuk lateral *link* dan 1,414 sel untuk diagonal *link*.

Langkah yang kedua *Cost distance* secara umum menganalisis akumulasi terkecil setiap sel untuk lokasi sumber spesifik sepanjang *cost surface*. Merupakan input untuk menemukan segmen terpendek menuju lokasi tujuan yaitu dengan menghubungkan *node* dari satu sel ke sel sebelumnya dengan memperhatikan nilai yang dihitung. Setiap sel diberi satu nilai sebagai fungsi akumulasi *cost* terkecil untuk dapat dikembalikan lagi ke titik awal (Purwanti, 2011, dalam Ardana, 2013). Total *cost* yang melintasi tiap sel akan dikalikan dengan resolusi (jarak antar titik tengah sel *raster*).

Selanjutnya adalah *cost backlink* merupakan analisis yang mengidentifikasi sel tetangga yang merupakan sel akumulasi *cost* terkecil dari *costpath* untuk dapat kembali ke sumber asal terdekat. Dapat diidentifikasi sebagai arah yang menggambarkan rute yang melintasi tiap sel pada segmen harga terkecil menuju ke sumber terdekat. *Algoritma* yang digunakan untuk mengkomputasi arah *raster* dengan memberikan kode pada tiap sel untuk mengidentifikasi sel mana yang bertetangga yang ada pada segmen terpendek kembali ke sumber terdekat. Secara teknis digunakan untuk menganalisis sel sebelumnya yang digunakan untuk mengkalkulasi akumulasi *cost* dari sel yang dihitung.

Eksekusi terakhir adalah *Cost path* analisis ini mengkalkulasikan segmen terpendek dari sumber ke tujuan dengan mendefinisikan akumulasi *cost surface* pada *cost distance* dan *cost backlink/cost direction*. Segmen berjalan dari titik tujuan menuju titik sumber dan ini meminjam rute relatif yang paling murah pada yang didefinisikan dari *cost raster* yang merupakan input dari fungsi pembobotan jarak. Dalam menggunakan analisis *cost path* sangat penting untuk mempertimbangkan bagaimana membobotkan *raster* untuk membuat *cost raster*. Cara pembobotan raster bergantung dari aplikasi yang akan dilakukan dan hasil yang akan dicapai (Purwanti, 2011 dalam Ardana, 2013).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Metode ini memberikan penjelasan, deskripsi dan gambaran mengenai wilayah studi secara detail dan lengkap. Sedangkan dalam melakukan analisis, metode yang digunakan berupa metode analisis jaringan jalan. Analisis jaringan jalan dilakukan didalam software ArcGIS dengan metode *Leas Cost Path* untuk menemukan rute evakuasi efektif dengan cara menganalisis atribut-atribut jalan.

Data kondisi fisik, meliputi: data lokasi bangunan dan gedung untuk tempat evakuasi. Data sekunder lain yang diperlukan, berupa: jaringan jalan, data penduduk dan jaringan sungai. Data Utilitas yang meliputi: fasilitas kesehatan, sosial, pendidikan, gedung olah raga, lapangan terbuka, dan gedung pemerintahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Daerah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Surakarta. Secara geografis, Kota Surakarta terletak antara 110°46'06" BT – 110°52'16" BT dan 7°31'22" LS – 7°35'43" LS atau dalam koordinat UTM terletak antara 474412 – 485510 mT dan antara 9168438 – 9160401 mU, dengan luas wilayah kurang lebih 44,04 km².

Kota Surakarta atau lebih dikenal dengan 'Kota Solo' merupakan sebuah kota administratif yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Wilayah Kota Surakarta di sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Boyolali, sebelah Timur dengan Kabupaten Karanganyar, sebelah Selatan dengan Kabupaten Sukoharjo dan di sebelah Barat dengan Kabupaten Sukoharjo. Secara administrasi wilayah Kota Surakarta terbagi dalam 5 wilayah kecamatan yang meliputi: Laweyan, Serengan, Pasar Kliwon, Jebres dan Banjarsari. Berikut disajikan luasan masing-masing kecamatan berdasarkan data statistik dari BPS Kota Surakarta tahun 2012.

Tabel 1. Persentase Luas Masing-masing Kecamatan

No	Kecamatan	Luas	
		km ²	%
1.	Banjarsari	14,81	33,63
2.	Jebres	12,58	28,56
3.	Laweyan	8,64	19,62
4.	Pasar Kliwon	4,82	10,94
5.	Serengan	3,19	7,25
	Jumlah	44,04	100,00

Sumber: BPS Kota Surakarta, 2012

Berdasarkan klasifikasi tipe iklim Schmidt dan Fergusson, diketahui bahwa tipe curah hujan daerah penelitian adalah tipe D atau sedang. Tipe iklim tersebut memiliki kondisi jumlah hujan pada bulan basah yang dapat mengimbangi /melebihi kekurangan hujan pada bulan kering, atau secara umum dapat diartikan bahwa Kota Surakarta memiliki iklim hujan tropik (*tropical rainy climates*).

Secara topografis wilayah Kota Surakarta berada pada ketinggian rata-rata 100 mdpal, sedangkan medan topografis di wilayah Kota Surakarta tidak terlalu banyak variasi kemiringan. Sebagian besar wilayah didominasi topografis berupa dataran dengan kemiringan tanah antara 0-3%. Namun demikian terdapat sebagian kecil wilayah dengan kemiringan 3-8% serta beberapa wilayah dengan kemiringan 8-15%. Kemiringan lereng 8%-15% hanya

dijumpai di bagian utara yaitu di Kelurahan Mojosongo dan Jebres.

Di wilayah Kota Surakarta sebagai lokasi penelitian, jenis tanah diperoleh dari pengolahan data spasial persebaran tanah Pulau Jawa wilayah koordinat UTM zona 49 S. Adapun sumber data sekunder tersebut diperoleh dari Pusat Data Tanah Badan Informasi

Geospasial (Pusdat Tanah - BIG). Berdasarkan peta tanah yang diperoleh, macam atau jenis tanah di lokasi penelitian meliputi: Asosiasi Aluvial Kelabu dan Aluvial Coklat Kekelabuan, Asosiasi Grumusol Kelabu Tua dan Mediteran Coklat Kemerahan, Mediteran Coklat Tua, Regosol Kelabu, dan Grumusol Kelabu Tua (Priyana, dkk., 2013).

Simulasi Model Luapan Banjir dengan berbagai Skenario Ketinggian Genangan

Pemodelan luapan banjir ini diskenarioikan pada ketinggian air (1 meter, 1,5 meter, dan 2

meter). Adapun bahan pertimbangan skenario tersebut adalah bahwa kejadian banjir maksimal pada ketinggian 2 meter. Adanya pemodelan banjir di daerah penelitian diharapkan dapat

membantu proses evakuasi apabila terjadi bencana. Adapun model yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Luas dampak Banjir dari Model Simulasi

No	Skenario Genangan (m)	Luas Dampak (m ²)	Prosentase (%)
1	1	77.693	14.3
2	1.5	170.462	31.3
3	2	296.601	54.4
	Jumlah	544.756	100.0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014

Berdasarkan Tabel 2. dapat kita ketahui bahwa semakin tinggi skenario genangan banjir dampak yang ditimbulkan terhadap penggunaan lahan di daerah penelitian juga semakin besar. Dampak terbesar jelas terdapat pada skenario 2 m seluas 296.601 m², sedangkan dampak terkecil terdapat pada skenario 1 m dengan luas dampak sebesar 77.693 m².

Daerah yang tergenang atau yang terkena dampak berdasarkan model simulasi luapan banjir cukup kecil. Hal ini disebabkan karena pada saat pembuatan model simulasi kondisi air sungai cukup dangkal. Selain itu adanya pembangunan tanggul sungai di sepanjang bantaran Sungai Bengawan Solo membuat wilayah Kota Surakarta yang berbatasan langsung menjadi aman dari bahaya luapan air.

Berdasarkan hasil analisa spasial wilayah dapat kita ketahui bahwa model pertama dengan skenario genangan banjir 1 meter dapat menjangkau wilayah Taman Wisata Jurug saja.

Evaluasi Hasil Model Simulasi Luapan Banjir

Evaluasi terhadap hasil model perlu dilakukan untuk mengukur tingkat keakurasian model yang diterapkan. Prinsip dasar dari evaluasi ini adalah membandingkan hasil model

Hal ini dikarenakan sebagian besar bantaran Sungani Bengawan Solo sudah dilakukan perbaikan tanggul sungai dengan beton, sehingga luapan air sungai tidak mungkin bisa masuk ke daerah permukiman penduduk. Adapun genangan dengan skenario 1,5 meter dapat menggenangi wilayah Taman Jurug dan sebagian Dukuh Beton Kelurahan Sewu, dan genangan dengan skenario 2 meter dapat menggenangi wilayah Taman Wisata Jurug, sebagian Dukuh Beton kelurahan sewu, sebagian Dukuh Ngepung dan Sawahan Kelurahan Sangkrah serta sebagian Dukuh Losari Kelurahan Semanggi.

Selanjutnya yang digunakan untuk sebagai bahan pertimbangan untuk membuat jalur evakuasi adalah model skenario yang kedua. Hal ini dikarenakan pada saat ini yang memungkinkan terjadi banjir adalah pada model yang kedua.

dengan kondisi aktual dilapangan. Kegiatan cek lapangan melalui wawancara dilakukan secara acak dengan berstrata (*stratified random sampling*). Pengambilan sampel dilapangan mengacu pada hasil model simulasi, yakni wilayah yang terkena dampak simulasi.

Tabel 3. Perbandingan Wilayah Hasil Simulasi dengan Kejadian Banjir Aktual yang terjadi di Kota Surakarta

Skenario Genangan (m)	Sampel	Model	Lapangan	Lokasi
1	A1	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sangkrah
	A2	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sangkrah
	A3	Tidak Terkena Luapan	Tidak Terkena Luapan	Sangkrah
	A4	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sangkrah
1,5	B1	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Semanggi

Skenario Genangan (m)	Sampel	Model	Lapangan	Lokasi
	B2	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Semanggi
	B3	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Semanggi
	B4	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Semanggi
	B5	Tidak Terkena Luapan	Tidak Terkena Luapan	T. Jurug
	B6	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Semanggi
2	C1	Terkena Luapan	Tidak Terkena Luapan	T. Jurug
	C2	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sewu
	C3	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sewu
	C4	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sewu
	C5	Tidak Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sewu
	C6	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sewu
	C7	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sewu
	C8	Tidak Terkena Luapan	Tidak Terkena Luapan	Sewu
	C9	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sewu
	C10	Terkena Luapan	Terkena Luapan	Sewu

Sumber: Analisa Hasil Model, dan Survei Lapangan, 2013

Berdasarkan Tabel 3. dapat kita ketahui bahwa terdapat perbedaan antara hasil model luapan banjir dengan data aktual dilapangan yang didapatkan dengan wawancara. Perbedaan ini disebabkan karena adanya tingkat validitas data yang diolah karena data yang digunakan hanya elevasi. Selain itu model ini dibuat

karena menggunakan asumsi yang mungkin belum benar-benar akan terjadi. Walaupun demikian model ini, dapat diuji tingkat keakurasiannya secara empirik. Adapun uraian untuk uji akurasi hasil model dapat dijelaskan sebagaimana tersaji dalam Gambar 1.

		Data Lapangan		$\Sigma 1$
		TL	TTL	
Data Model	TL	15	1	16
	TTL	1	3	4
$\Sigma 2$		16	4	20

Gambar 1. Matrik Kesalahan (Confusion Matrix) Hasil Model terhadap Data Lapangan

Keterangan:

TL : Terkena Luapan, TTL : Tidak Terkena Luapan

$\Sigma 1$: Jumlah Baris, $\Sigma 2$: Jumlah Kolom

Penilaian akurasi yang dapat dihitung dari matrik kesalahan di atas antara lain adalah (1) UA: akurasi pengguna (*user,s accuracy*), (2) PA: akurasi pembuat (*producer,s accuracy*), (3) OA: akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), dan (4) K: koefisien kappa (*Cohen,s kappa*). Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Ususer,s Accuracy (UA)

Kategori Terkena Luapan : $15/16 \times 100\% : 93,75\%$

Kategori Tidak Terkena Luapan : $3/4 \times 100\% : 75\%$

2. Producer,s Accuracy (PA)

Kategori Terkena Luapan : $15/16 \times 100\% : 93,75\%$

Kategori Tidak Terkena Luapan : $3/4 \times 100\% : 75\%$

3. Overall Accuracy (OA)

: $18/20 \times 100\% : 90\%$

$$4. \text{ Koefisien Kappa (K)} : \frac{20 \times 18 - (16 \times 16) + (4 \times 4)}{(20)^2 - (16 \times 16) + (4 \times 4)}$$

$$: 0,6875$$

Tabel 4. Tabel Penilaian Evaluasi Akurasi Data Hasil Pemodelan

No	Evaluasi	Kategori Hasil Model	
		Terkena Luapan	Tidak Terkena Luapan
1	UA	93,75%	75%
2	PA	93,75%	75%
3	OA	90%	
4	K	0,6875	

Sumber: Hasil perhitungan, 2013

Berdasarkan Tabel 4. dapat kita ketahui bahwa nilai hasil perhitungan usser accuracy dan producer,s accuracy 93,75% untuk kategori terkena luapan dan 75% untuk kategori tidak terkena luapan sungai. Nilai nilai akurasi secara keseluruhan adalah sebesar 90%, dan untuk nilai Kappa (K) sebesar 0,6875, sehingga dapat dikatakan bahwa proses klasifikasi dalam model penelitian ini dapat menghindari 0,6875 atau setara dengan 68,75% kesalahan secara acak. Berdasarkan teori Fleis (2003), maka kesimpulan yang dapat diambil dari hasil evaluasi model ini adalah pembuatan model

luapan banjir dalam penelitian ini mampu menghasilkan tingkat kebenaran yang baik, yaitu dengan kelas nilai $Kappa = 0,61 < K < 0,80$.

Analisis Tempat Potensial Evakuasi

Tempat evakuasi dalam penelitian ini adalah fasilitas publik yang dianggap memenuhi kriteria dari segi aksesibilitas, ketersediaan jumlah MCK, dan kapasitas daya tampungnya. Setelah mengidentifikasi gedung-gedung yang dapat dijadikan sebagai tempat evakuasi, maka penting untuk memperkirakan kapasitas penampungan dari gedung tersebut.

Dalam penelitian ini memilih tempat evakuasi di Masjid Jami' dan Masjid Sawunggaling di Kampung Sewu, Lapangan Kampung Sewu, SD Muhammadiyah, dan Kantor Kelurahan Desa Sewu, sedang di Desa Jebres dipilih Masjid Al-Fath, dan RSJD Kota Surakarta karena dianggap telah memenuhi kriteria tempat evakuasi dari segi aksesibilitas, daya tampung, dan jumlah ketersediaan MCK. Tempat evakuasi tersebut memiliki aksesibilitas yang cukup bagus, terdapat banyak jalan, berada di areal permukiman. Dekatnya dengan permukiman dianggap baik karena dapat membantu proses perawatan para pengungsi. Jarak antara tempat evakuasi dengan titik awal pengungsi tidak terlalu jauh dan lokasinya diluar kawasan banjir Kota Surakarta.

Jalur Evakuasi Bencana

Pemilihan jalur evakuasi di dasarkan pada hasil skoring dengan menggunakan metode least cost path. Metode ini pada dasarnya akan memilih jalur dengan nilai skor terendah. Selain skor terendah dalam metode ini dipertimbangkan adanya bobot tiap-tiap parameter.

Secara detail mengani hasil pembobotan atau skoring penentuan jalur evakuasi dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Penjumlahan Skoring Parameter Penentu Jalur Evakuasi

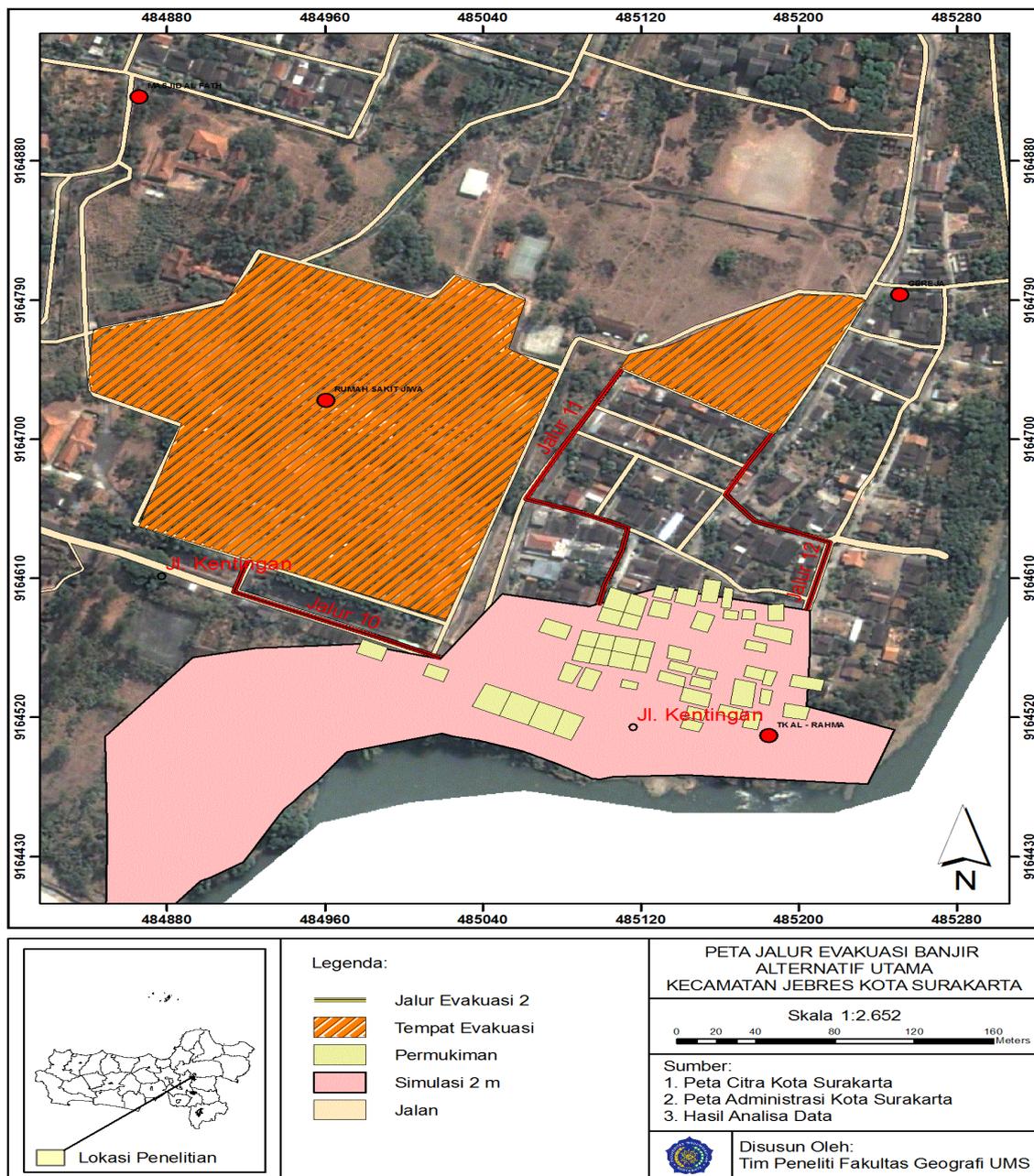
No	Jalur Evakuasi	Skor								Total
		A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Jalur 1	10.000	5	20	70	25	20	10	10	10.160
2	Jalur 2	10.000	5	20	65	25	20	10	10	10.155
3	Jalur 3	10.000	5	20	100	50	20	10	10	10.215
4	Jalur 4	10.000	5	20	100	25	20	10	10	10.190
5	Jalur 5	10.000	5	20	100	25	20	10	10	10.190
6	Jalur 6	10.000	5	20	65	25	20	10	10	10.155
7	Jalur 7	10.000	5	20	65	50	20	10	10	10.180

8	Jalur 8	10.000	10	20	65	25	20	10	10	10.160
9	Jalur 9	10.000	5	20	100	25	20	10	10	10.190
10	Jalur 10	5	10	20	70	50	20	10	10	195
11	Jalur 11	5	10	20	100	25	20	10	10	200
12	Jalur 12	5	10	20	70	25	20	10	10	170

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014

Berdasarkan Tabel 4.17 dapat kita ketahui bahwa ada 3 jalur yang mempunyai nilai terendah dan 9 jalur memiliki nilai yang tinggi. Secara administrasi jalur 1 sampai dengan jalur 10 terdapat di Kecamatan Jebres dan jalur 10 sampai 12 terdapat di Kecamatan Pasar Kliwon.

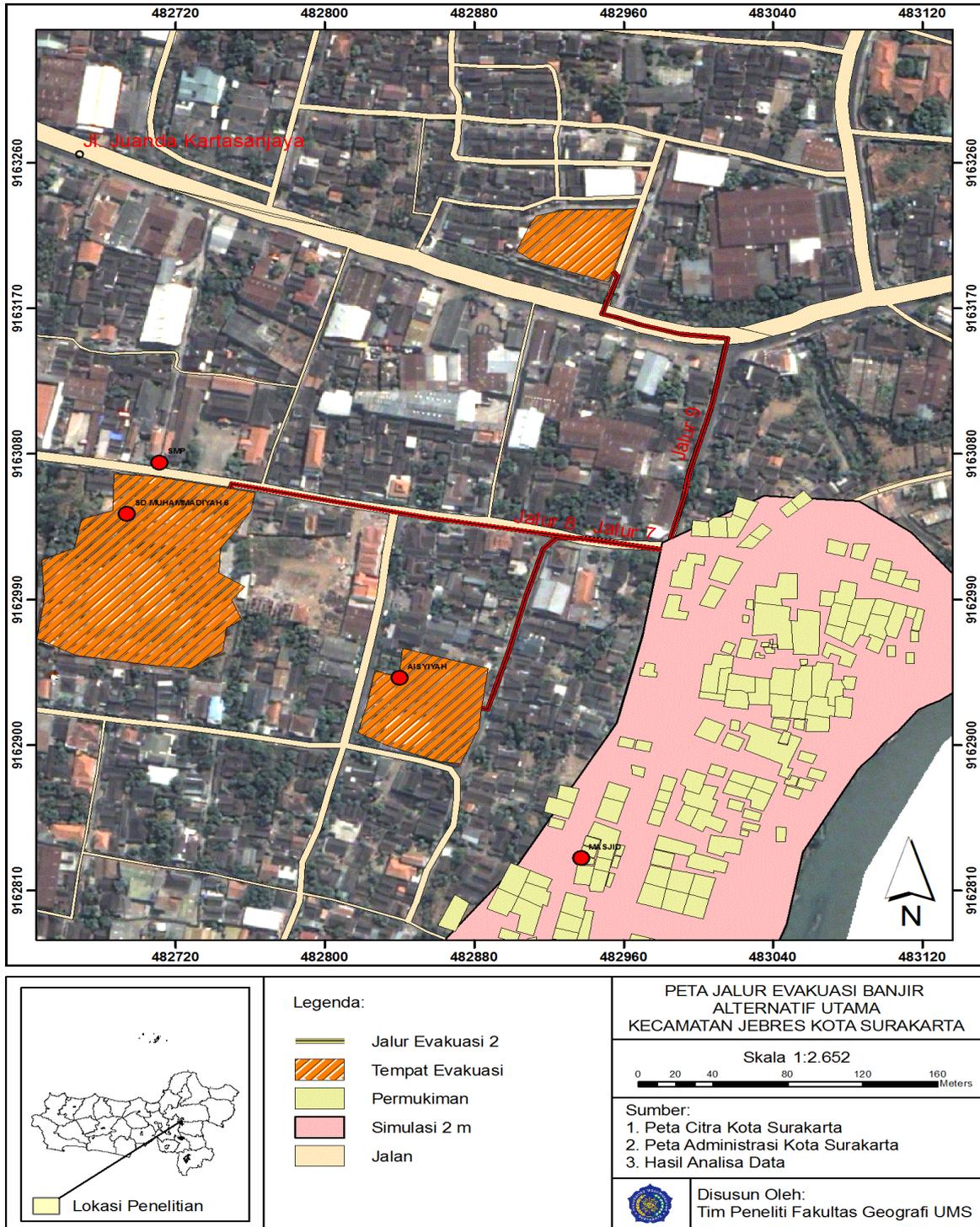
Berdasarkan data tersebut bisa dipilih prioritas bahwa pada Kecamatan Jebres jalur evakuasi dapat dipilih dari jalur 2, 6, 1, 8, 7, 9, 4, baru jalur 3 sedangkan di Kecamatan Pasar Kliwon prioritas jalur evakuasi dimulai dari jalur 12,10., dan jalur 11.



Gambar 2. Jalur Evakuasi Alternatif Utama Kecamatan Jebres

Berdasarkan Gambar 2 dapat kita ketahui bahwa prioritas utama berdasarkan perhitungan least cost path, maka memilih jalur ke dua. Adapun lokasi tempat evakuasinya adalah

meliputi Lapangan Kampung Sewu, SD Muhammadiyah, dan Kantor Kelurahan Desa Sewu.



Gambar 3. Jalur Evakuasi Alternatif Utama Kecamatan Pasar Kliwon

Berdasarkan Gambar 3 dapat kita ketahui bahwa prioritas utama jalur evakuasi bencana banjir berdasarkan hasil pemodelan dengan

perhitungan least cost path, adalah jalur 12. Adapun tempatnya evakuasinya adalah RSJD Kota Surakarta

KESIMPULAN

- 1) Dampak yang ditimbulkan dari hasil simulasi terhadap penggunaan lahan adalah bangunan dan gedung seluas 885,36 m², Daerah berair seluas 10.621,97 m², Lahan Kosong Vegetasi Jarang seluas 68.916,64 m², Lahan Kosong Vegetasi Lebat seluas 78.925,16 m², dan area permukiman seluas 137.251,78 m².
- 2) Jalan di Kota Surakarta yang berstatus jalan kota terbagi menjadi 252 ruas dengan total panjang jalan 204,220 km, dimana panjang tiap ruas jalan mulai dari 0.10 km hingga 3.85 km. Lebar jalan mulai dari 3 meter hingga 18 meter. Kondisi jalan di Kota Surakarta di tahun 2013 didominasi kondisi sedang yaitu 86,013 km, dalam kondisi baik 72,940 km, dan dalam kondisi rusak ringan 38,897 km, serta 6,370 km dalam kondisi rusak berat. Dari 252 ruas jalan Kota di Surakarta terdapat 107 jembatan yang tersebar hampir merata di semua ruas jalan. Dalam penelitian ini hanya memilih jalan yang lokasinya terkena pemodelan simulasi banjir luapan Sungai Bengawan Solo dan jalan menuju tempat evakuasi yang terpilih dimana berjumlah 12 ruas jalan atau jalur berstatus jalan kota dan jalan lokal. Panjang jalan (<100-<500 meter). Kelas lebar jalan (>=2 meter - <5 meter) merupakan kelas jalan per segmen terbanyak dibanding kelas jalan yang lain. Persebaran jalan dengan bahan permukaan aspal cukup merata dengan kondisi jalan di daerah penelitian dominan dalam kondisi baik yaitu sejumlah 9 ruas jalan. Di daerah jalur evakuasi tidak terdapat jembatan dan seluruh segmen jalan dalam penelitian ini memiliki arah jalan dua arah. Jaringan jalan di daerah penelitian dapat dikatakan sesuai untuk dijadikan jalur evakuasi.
- 3) Jalur evakuasi yang dihasilkan dengan metode *least cost path* adalah 2 jalur di Kampung Sewu dan 2 jalur di Desa Jebres. *Least cost path* memilih jalur dari titik awal pertama di simpang tiga Jalan Beton dapat melewati Jalan Gotong-royong menuju titik evakuasi di Masjid Jami'. Kedua dari titik awal di

tanggul sungai Bengawan Solo dapat menuju titik evakuasi Masjid Sawunggaling. Jalur evakuasi di Desa Jebres terdapat 2 jalur evakuasi. Jalur evakuasi dari titik awal pertama di Simpang tiga Kentingan dapat melewati Jalan Kentingan lurus melewati depan Rumah Sakit Jiwa Surakarta, kemudian hingga di depan Kantor Pusat Psikoterapi Kota Surakarta ke arah Utara lurus hingga di Masjid Al-Fath. Kedua adalah alternatif jalur evakuasi dari titik awal di sebuah simpang empat jalan di tengah permukiman padat penduduk dapat melewati jalan ke arah Barat hingga mentok, kemudian lurus melewati jembatan, melewati depan Asrama Mahasiswa UNS, kemudian menuju tempat evakuasi masjid Al-Fath dengan jalur yang dipilih *least cost path*.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Anna, Alif Noor. 2010. Analisis Karakteristik Parameter Hidrologi Akibat Alih Fungsi Lahan di Daerah Sukoharjo Melalui Citra Landsat Tahun 1997 dengan Tahun 2002, *Jurnal Geografi UMS: Forum Geografi, volume 14, Nomor 1, Juli 2010*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- 2) Anna, Alif Noor, Suharjo, Cholil, M. 2012. *Model Pengelolaan Air Permukaan untuk Pencegahan Banjir di Kota Surakarta dan Kabupaten Sukoharjo*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- 3) Ardana, Doma Madhan Setia Dan Taufik Hery Purwanto. 2012. Penentuan Jalur Evakuasi Dan Dampak Banjir Lahar Dingin Gunung Merapi Magelang, Jawa Tengah. Publikasi Internet. lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/download/174/171. Diakses pada 23 Agustus 2013 pukul 11:57
- 4) Fleiss JL, Levin; B, Paik MC. 2003. *Statistical Methods for Rates and Proportions, 3red ed*. Hoboken: John Wiley & Sons
- 5) Ilwis user's guide. 2001. *Ilwis 3.0 Academic users guide*. ITC: The Netherlands.

- 6) Priyana, Yuli. Dkk. 2013. Model Simulasi Luapan Banjir Sungai Bengawan Solo untuk Optimalisasi Kegiatan Tanggap Darurat Bencana Banjir. *Laporan Penelitian*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS