

MODEL SIMULASI LUAPAN BANJIR SUNGAI BENGAWAN SOLO UNTUK OPTIMALISASI KEGIATAN TANGGAP DARURAT BENCANA BANJIR

Outburst Flood Simulation Model for Optimizing the Solo River Floods Emergency Response Activities

Yuli Priyana, Priyono, Alif Noor Anna, Agus Anggoro S

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

e-mail: yuli_priyana@ums.ac.id

ABSTRACT

This study aims to develop flood inundation based on several flood level. The results of this study are: (a) land use in the study area is divided into (1) urban area (the Business Area) which includes regional administrative center, shopping area, and office area, (2) residential areas (single home region, the region multi- unit house (residence), settlement areas and apartments), (3) industrial estate (industrial estates are less dense and dense industrial area), (4) the surface area covered with vegetation (forest - thicket, meadow area, and the area of land productive rice fields and fields), (5) the area of open land and vacant land that is intended (the city park , cemetery and park area, and (6) transportation area and the pavement surface area (area train station and bus terminal region), (b) the preparation of spatial database in this study in the form of data or data vector altitude of Digital Elevation Model (DEM). District of Jebres there are 56 points of elevation and District of Pasar Kliwon there are 48 points of elevation. Elevation of the study area ranged from 88,9 mdpal up to 127.65 mdpal and (c) the higher the flood inundation scenarios impact on land use in the study area are also getting bigger. Most obvious impact under scenario 2 m area of 296 601 m², while the smallest impact under scenario 1 m with an area of 77 693 m² impact. Extensive simulation results based on the total impact amounts to 544 756 m².

Keywords: flood simulation model, iterative spatial model, DEM, GIS

ABSTRAK

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk pemodelan banjir pada berbagai skenario ketinggian genangan air. Metode yang digunakan neighbourhood operation berupa perhitungan raster piksel yang diterapkan pada nilai model ketinggian suatu tempat (Digital Elevation Model) dengan model iterasi untuk menentukan daerah genangan. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah (a) penggunaan lahan di daerah penelitian terbagi menjadi (1) kawasan perkotaan (Bussines Area) (2) kawasan permukiman (3) kawasan industri (4) kawasan permukaan dengan vegetasi tertutup (5) kawasan lahan terbuka dan tanah kosong yang diperuntukan, dan (6) kawasan pusat transportasi dan kawasan jalan dengan perkerasan (kawasan stasiun kereta api dan kawasan terminal bus), (b) penyusunan basis data spasial dalam penelitian ini berupa data vektor ketinggian tempat atau data Digital Elevation Model (DEM). Kecamatan Jebres terdapat 56 titik elevasi dan Kecamatan Pasar Kliwon terdapat 48 titik elevasi. Ketinggian permukaan tanah di daerah penelitian berkisar antara 88,9 mdpal sampai dengan 127,65 mdpal, dan (c) 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. Luas total dampak berdasarkan hasil simulasi adalah sebesar 544.756 m².

Kata kunci: model simulasi banjir, iterasi model spasial, DEM, SIG

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 cuaca dan iklim Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo bagian hulu.

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.

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.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat pemodelan banjir dengan berbagai skenario ketinggian genangan air.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei, sampel diambil dengan metode *purposive* dengan alasan daerah yang dipilih merupakan daerah yang sering terjadi banjir. Analisa hasil menggunakan metode Sistem Informasi Geografis (SIG).

Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi: (a) data kondisi fisik lahan, meliputi: Ketinggian muka air, ketinggian permukaan tanah, dan penggunaan lahan, dan (b) data sekunder lain yang diperlukan, berupa: jaringan jalan, data penduduk dan jaringan sungai

Analisis terhadap pemodelan banjir dilakukan berdasarkan skenario ketinggian air pada saat terjadi genangan. Berbagai nilai ketinggian air tersebut diterapkan untuk membangun model, sehingga akan diketahui distribusi banjir yang berbeda-beda untuk setiap genangan. Model dibangun dengan menggunakan raster neighbourhood operation, salah satu fungsi spasial analisis dalam software ILWIS.

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).

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.

Pembuatan Database Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan adalah salah satu aspek penting yang wajib diperhatikan dalam

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

penelitian ini. Menurut definisi, penggunaan lahan (*landuse*) diartikan sebagai bentuk campurtangan (intervensi) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual (Arsyad, 1989).

Adapun klasifikasi tipe penggunaan lahan dalam penelitian ini mengacu pada kriteria fungsi kawasan (Gambar 1). Berikut ini beberapa jenis penggunaan lahan daerah penelitian yang diperoleh dari citra ikonos tahun 2011 dan divalidasi dari data tata ruang detil Kota Surakarta tahun 2012 adalah sebagai berikut:

a. Kawasan Perkotaan (*Bussines Area*)

Penggunaan lahan tipe ini mencakup daerah pusat kota (*Central Bussines District*) dan daerah sekitar pusat kota. Secara rinci daerah ini meliputi kawasan pusat administrasi pemerintahan, kawasan pertokoan, maupun kawasan perkantoran. Di daerah penelitian tipe penggunaan lahan tersebut dicontohkan seperti pada kawasan Gladak Surakarta, dan kawasan Plasa Singosaren (Coyudan).

b. Kawasan Permukiman

Tipe penggunaan lahan permukiman merupakan jenis penggunaan lahan yang paling dominan di daerah penelitian. Tipe penggunaan lahan ini tersebar di seluruh kecamatan, sedangkan kecamatan yang menduduki tingkat tertinggi untuk penggunaan lahan permukiman adalah Kecamatan Serengan dan Kecamatan Pasar Kliwon. Rincian dari tipe penggunaan lahan permukiman meliputi: kawasan rumah tunggal, kawasan rumah multi unit (*residence*), kawasan perkampungan dan apartemen.

c. Kawasan Industri

Penggunaan lahan tipe kawasan industri di daerah Kota Surakarta tidak begitu

dominan. Namun demikian tipe penggunaan lahan ini cukup diperhitungkan akan keberadaanya. Tipe penggunaan lahan kawasan industri dibagi lagi menjadi dua, yakni kawasan industri kurang padat (ringan) dan kawasan padat industri. Secara umum tipe kawasan industri berada di daerah peri-peri atau pinggiran kota, seperti yang ada pada daerah Kelurahan Mojosongo dan Kelurahan Kadipiro.

d. Kawasan Permukaan dengan Vegetasi Tertutup

Tipe penggunaan lahan permukaan dengan vegetasi tertutup dibagi lagi menjadi beberapa jenis yaitu: kawasan hutan-belukar, kawasan padang rumput, dan kawasan tanah produktif (persawahan dan ladang). Apabila melihat kondisi medan daerah penelitian, tipe penggunaan seperti ini sangat terbatas keberadaanya. Sementara itu, dari sudut pandang wilayah keberadaan tipe penggunaan demikian sangat diperlukan sebagai kantong resapan kota.

Adapun tipe penggunaan lahan untuk kawasan semak belukar yakni berada di daerah Jurug, Kecamatan Jebres bagian Timur, sedangkan untuk kawasan tanah produktif berada pada daerah Kelurahan Sumber, Kecamatan Banjarsari serta daerah Kecamatan Jebres bagian Utara.

e. Kawasan Lahan Terbuka dan Tanah Kosong yang Diperuntukan.

Tipe penggunaan lahan seperti ini juga dibagi lagi menjadi dua jenis yakni: kawasan taman kota, dan kawasan taman pemakaman (kuburan). Secara umum tipe penggunaan lahan ini tersebar di seluruh kecamatan yang ada di daerah penelitian. Untuk kawasan taman kota dicontohkan pada daerah Taman Balaikambang, dan untuk kawasan taman pemakaman dicontohkan pada daerah TPU Bonoloyo, Kecamatan Banjarsari.

f. Kawasan Pusat Transportasi dan Kawasan Permukaan dengan Perkerasan

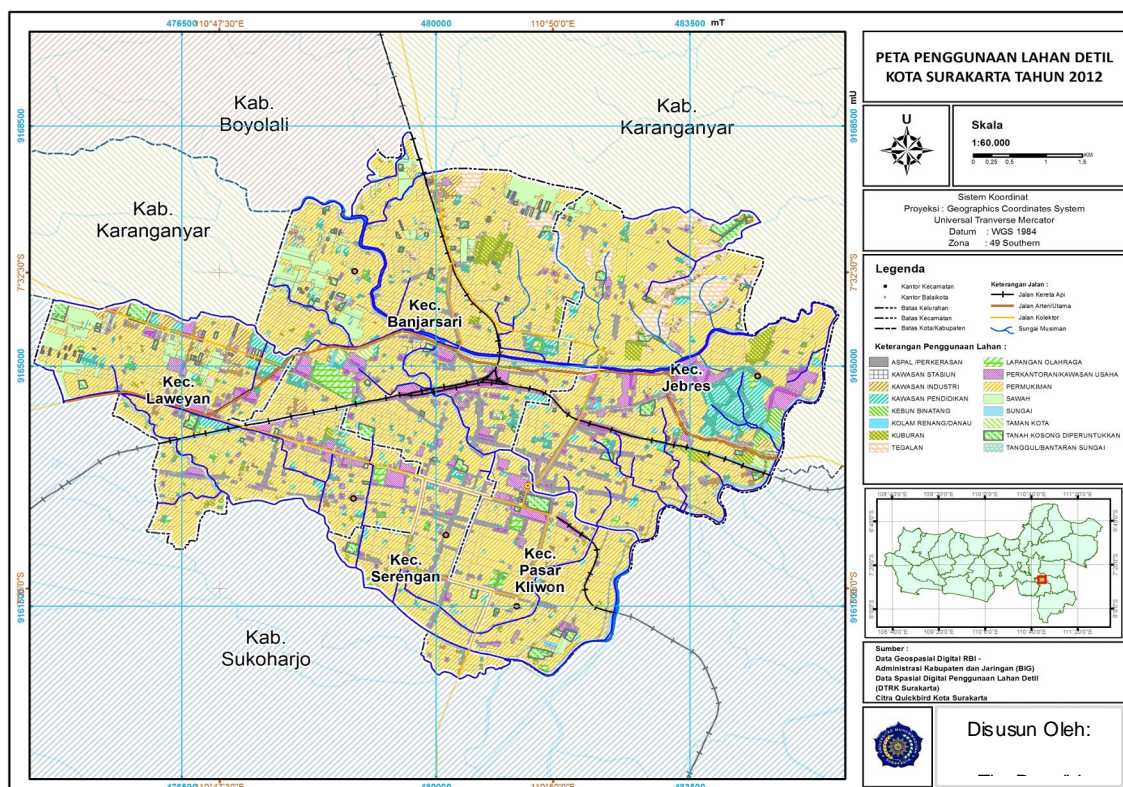
Adapun tipe penggunaan lahan pusat transportasi secara rinci meliputi kawasan stasiun kereta api dan kawasan terminal bus. Untuk tipe kawasan permukaan dengan perkerasan permukaan meliputi hampir seluruh kawasan-kawasan permukaan tanah yang ada di daerah penelitian. Umumnya jenis material perkerasan meliputi beton, cor, aspal, batubata dan paving. Seperti yang dicontohkan di daerah Stasiun Kereta Api Solo Balapan dan sepanjang kawasan Jalan Slamet Riyadi.

Pembuatan Database Ketinggian permukaan Air Sungai dan Tanah

Data ketinggian dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 macam, yakni data

ketinggian yang diambil dari permukaan tanah yang mencerminkan ketinggian permukaan tanah dan data ketinggian yang diambil dari permukaan sungai yang mencerminkan ketinggian air sungai. Untuk selanjutnya data ketinggian tersebut dirubah ke dalam peta DEM permukaan tanah dan DEM permukaan sungai.

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan dapat diketahui bahwa ketinggian air Sungai Bengawan Solo yang melewati Kota Surakarta pada titik tertinggi mencapai 89,98 mdpl dan terendah pada titik 87,6 mdpl. Pada tahun 2013 ini tinggi muka air di Sungai Bengawan Solo cukup dangkal sekitar 30 cm. Hal ini dikarenakan pada tahun ini musim kemarau relatif panjang apabila dibandingkan dengan musim penghujannya sedangkan tinggi permuka-



Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan Daerah Penelitian

an tanah di daerah penelitian berkisar antara 88,9 mpdal sampai dengan 127,65 mpdal. Berdasarkan data tersebut dapat kita simpulkan bahwa daerah penelitian mempunyai elevasi yang cukup datar. Kondisi topografi yang demikian, memungkinkan terjadi banjir luapan pada waktu musim hujan.

Pembuatan model simulasi genangan banjir dengan menggunakan data ketinggian tempat (DEM) dapat dilakukan dengan cara melakukan interpolasi data tersebut kemudian di rubah ke dalam bentuk raster map, sehingga didapat nilai pixel dari data ketinggian tersebut. Nilai pixel tersebut menyatakan nilai ketinggian tempat wilayah tersebut. Metode yang digunakan untuk membuat model tersebut adalah dengan iterasi, yakni apabila suatu tempat yang berbatasan langsung dengan sungai mempunyai ketinggian yang sama dengan ketinggian permukaan sungai, maka wilayah tersebut tidak akan terkena dampak banjir walaupun tempat dibelakangnya mempunyai ketinggian tempat di bawah ketinggian permukaan sungai. Secara detail mengenai data digital Elevation Model (DEM) daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Simulasi Model Luapan Banjir dengan berbagai Skenario Ketinggian Genangan

Pemodelan luapan banjir ini diskenariokan 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:

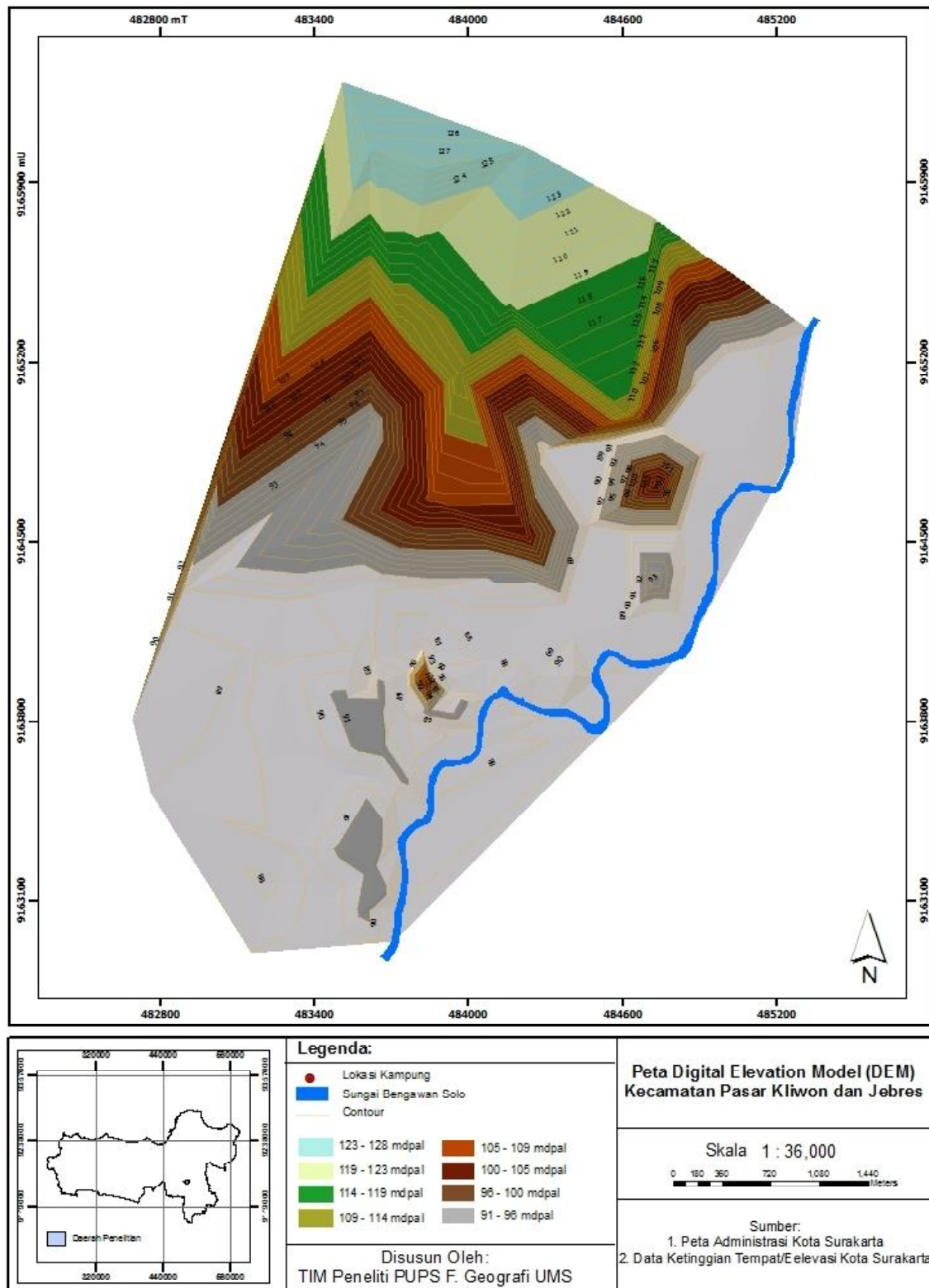
Berdasarkan Tabel 2. dapat kita ketahui bahwa semakin tinggi skenario genangan banjir dampak yang ditimbulkan terhadap penggunaan lahan di daerah penelitian juga semakin besar. Dampak terbesar jelas terdapat pada skenario 2 m seluas 296.601 m², sedangkan dampak terkecil terdapat pada skenario 1 m dengan luas dampak sebesar 77.693 m². Secara detail mengenai hasil simulasi luapan banjir dengan berbagai macam skenario dapat dilihat pada gambar 3, 4, dan 5.

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

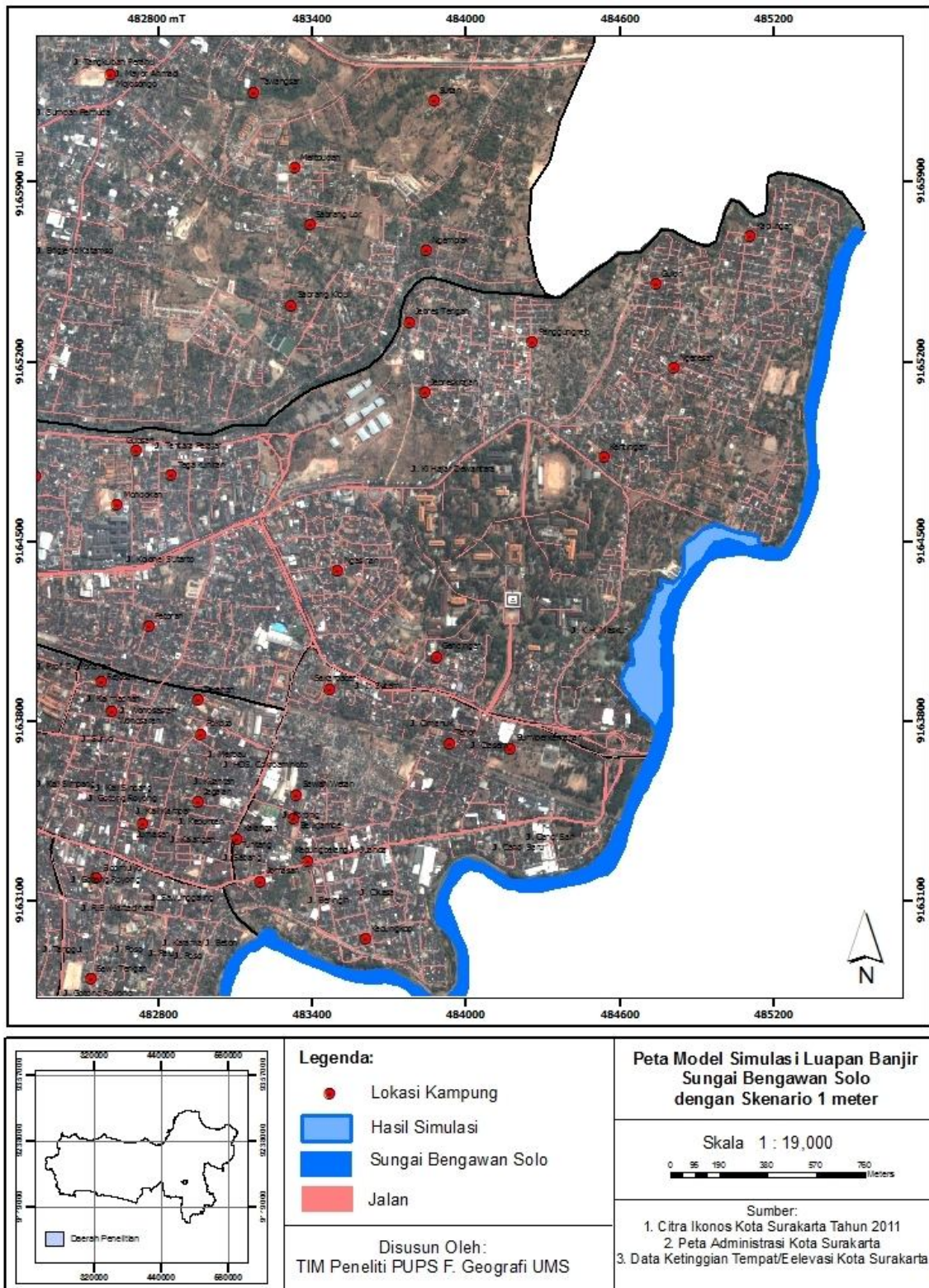
Tabel 2. Luas Dampak Banjir dari Model Simulasi

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

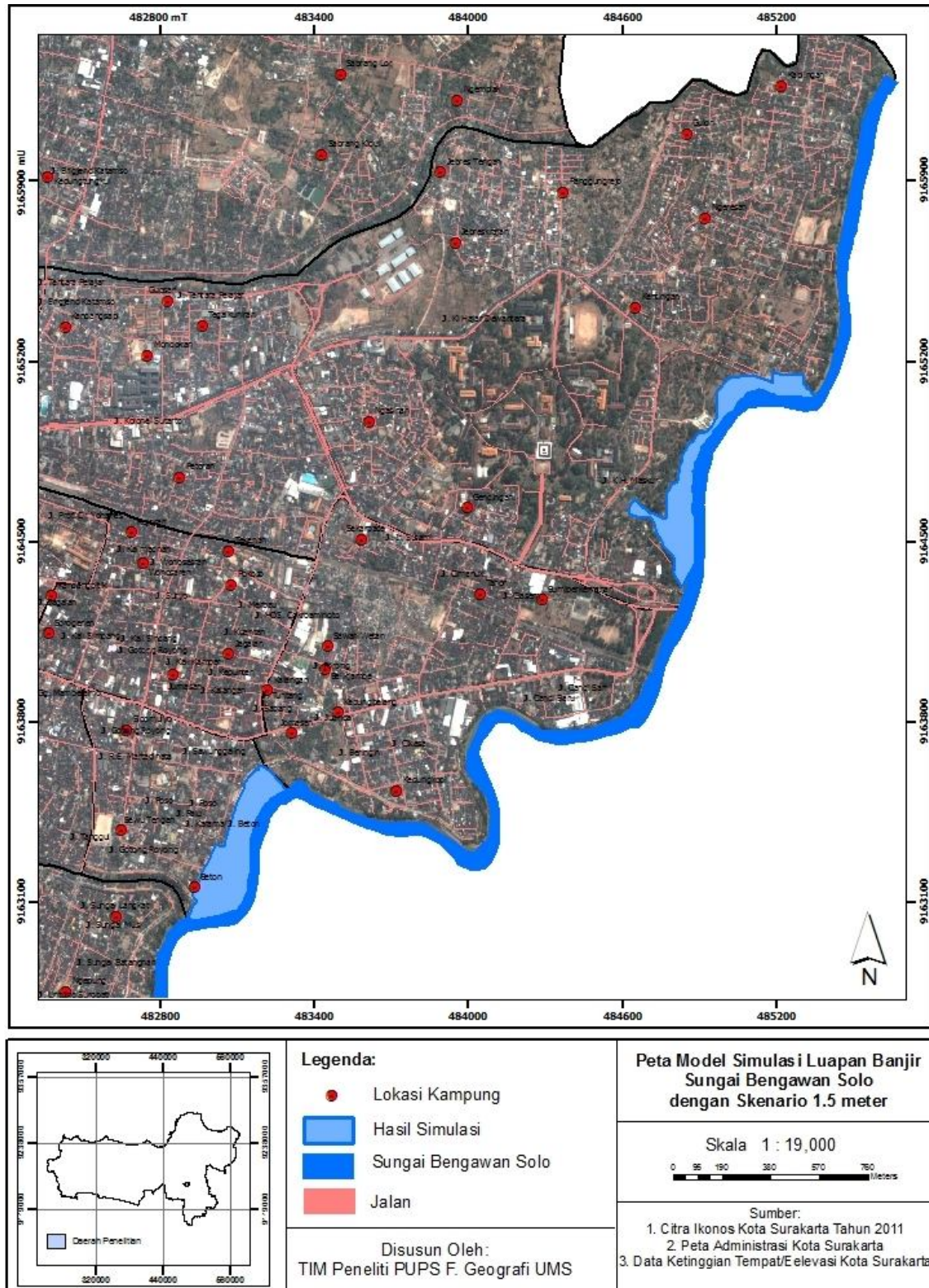
Sumber: Hasil analisis



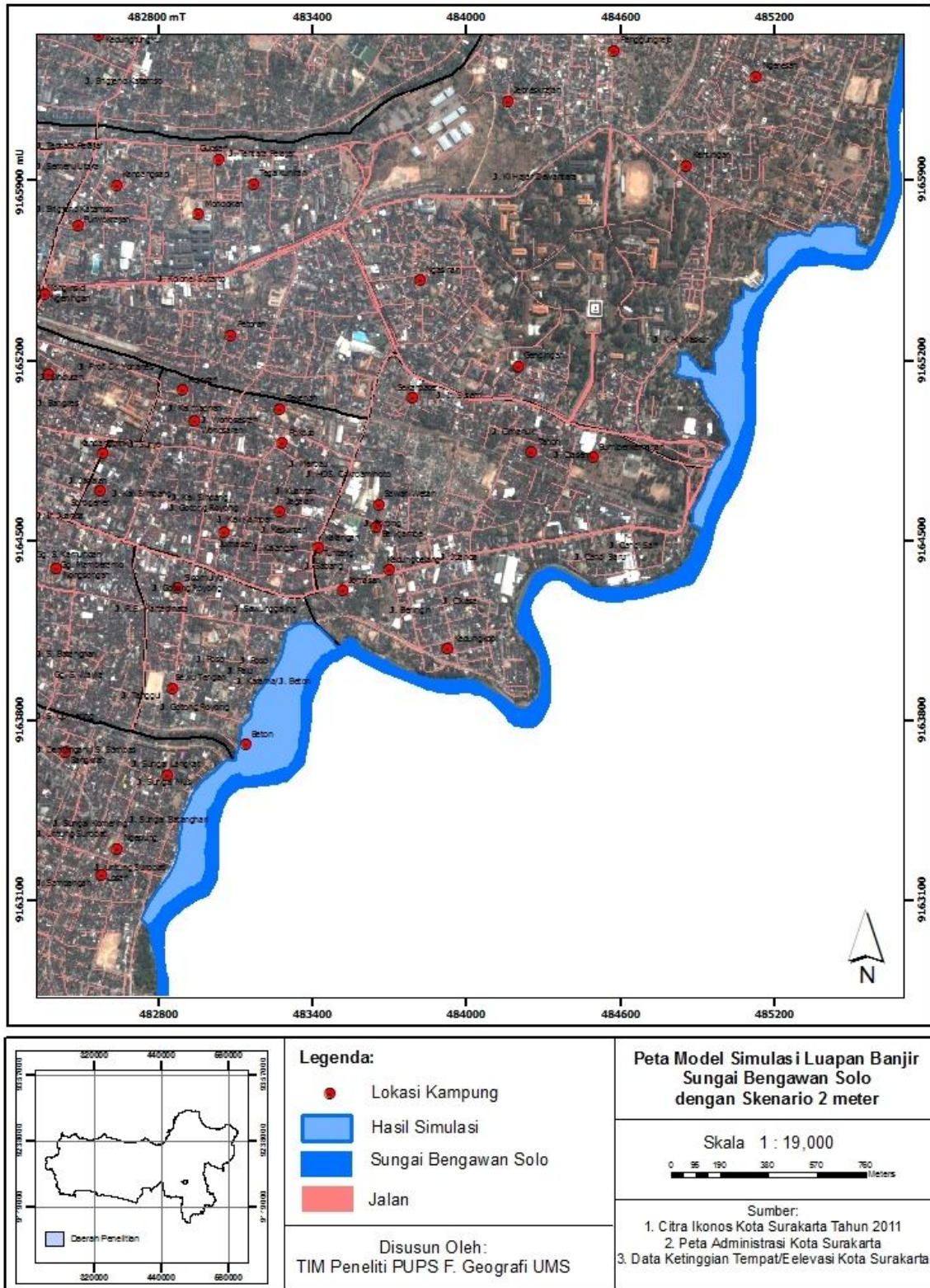
Gambar 2. Data Digital Elevation Model (DEM) Daerah Penelitian



Gambar 3. Hasil Simulasi dengan Skenario Genangan 1 m



Gambar 4. Hasil Simulasi dengan Skenario Genangan 1,5 m



Gambar 5. Hasil Simulasi dengan Skenario Genangan 2 m

Surakarta yang berbatasan langsung menjadi aman dari bahaya luapan air.

Berdasarkan pada gambar 3, 4, dan 5 dapat kita ketahui bahwa model pertama dengan skenario genangan banjir 1 meter dapat menjangkau wilayah Taman Wisata Jurug saja. 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.

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 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.

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 Tabel 4.

Penilaian akurasi yang dapat dihitung dari matrik kesalahan seperti pada Tabel 4 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. User,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. Koefisien Kappa (K):

$$\frac{20 \times 18 - (16 \times 16) + (4 \times 4)}{(20)^2 - (16 \times 16) + (4 \times 4)} = 0,6875$$

Berdasarkan Tabel 5 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 menghindarkan 0,6875 atau setara dengan 68,75% kesalahan

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
	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: hasil analisis dan survei lapangan 2013

Tabel 4. Matrik Kesalahan (Confusion Matrix) Hasil Model terhadap Data Lapangan

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

Sumber: hasil analisis

Keterangan:

TL : Terkena Luapan,

TTL : Tidak Terkena Luapan

$\Sigma 1$: Jumlah Baris,

$\Sigma 2$: Jumlah Kolom

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 = $0,61 < K < 0,80$.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut: (a) penggunaan lahan di daerah penelitian terbagi menjadi (1) kawasan perkotaan (*Bussines Area*) yang meliputi kawasan pusat administrasi pemerintahan, kawasan pertokoan, maupun kawasan perkantoran, (2) kawasan permukiman (kawasan rumah tunggal, kawasan rumah multi unit (*residence*), kawasan perkampungan dan apartemen), (3) kawasan industri (kawasan industri kurang padat dan kawasan padat industri), (4) kawasan permukaan dengan vegetasi tertutup (kawasan hutan-belukar, kawasan padang rumput, dan kawasan tanah produktif seperti persawahan dan ladang), (5) kawasan lahan terbuka dan tanah

kosong yang diperuntukan (kawasan taman kota, dan kawasan taman pemakaman, dan (6) kawasan pusat transportasi dan kawasan permukaan dengan perkerasan (kawasan stasiun kereta api dan kawasan terminal bus), (b) penyusunan basis data spasial dalam penelitian ini berupa data vektor ketinggian tempat atau data Digital Elevation Model (DEM). Kecamatan Jebres terdapat 56 titik elevasi dan Kecamatan Pasar Kliwon terdapat 48 titik elevasi. Ketinggian permukaan tanah di daerah penelitian berkisar antara 88,9 mpdal sampai dengan 127,65 mpdal, dan (c) 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. Luas total dampak berdasarkan hasil simulasi adalah sebesar 544.756 m². Pemodelan simulasi banjir ini mempunyai tingkat validitas yang baik apabila diterapkan dilapangan. Hal ini dibuktikan dengan nilai Kappa sebesar 0,6875 atau dapat dikatakan dapat mengindarkan kesalahan sebesar 68%.

Tabel 5. 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 analisis

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Aronoff, S., 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, WDL Publications: Ottawa.
- Arsyad, Sitanala. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Balai Besar Sungai Bengawan Solo. *Data Ketinggian Muka Air Sungai*. Surakarta: dikases pada alamat <http://bbwssolo.pdsda.net> pada tanggal 23 Maret 2014.
- El-Sheimy, N. 1999. *Digital Terrain Model*. Department of Geomatics Engineering. The University of Calgary
- Fleiss JL, Levin; B, Paik MC. 2003. *Statistical Methods for Rates and Proportions, 3red ed*. Hoboken: John Wiley & Sons
- Gunawan, T. 2007. *Pendekatan Ekosistem Bentang Lahan Sebagai Dasar Pembangunan Wilayah Berbasis Lingkungan Di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Makalah. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Ilwis user's guide. 2001. *Ilwis 3.0 Academic users guide*. ITC: The Netherlands.
- Prahasta, E. 2008. *Model Permukaan Dijital. Pengolahan Data DTM (Digital Terrain Model) & DEM (Digital Elevation Model) Dengan Perangkat Lunak: Surfer, Global Mapper dan Quickgrid*. Penerbit Informatika Bandung. 537 halaman.
- Priyana, Yuli. 2008. *Pengantar Meteorologi dan Klimatologi*. Diktat Kuliah. Surakarta: Fakultas Geografi: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Purwanto, T. 2002. *Pengembangan Perhitungan Paralaks Dengan Digitizer, PC ArcInfo, dan TIN PC ArcInfo Untuk Pembentukan Model Medan Digital*. Tesis, Penginderaan Jauh Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
- Sanyal, Joy, dan LU, XX. 2004. Application of Remote Sensing in Flood Management with Special Reference to Monsoon Asia: A Review. *International Journal of Natural Hazards* 33: 283–301. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Yulianto, Fajar., Marfai, Muh Aris., Parwati, dan Suwarsono. 2009. Model Simulasi Luapan Banjir Sungai Ciliwung di Wilayah Kampung Melayu-Bukit Duri Jakarta, Indonesia. *Jurnal Penginderaan Jauh Vol. 6, 2009:43-50*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Yusri., Karim, Othman A., Maulud, Khairul Nizam Abdul., Toriman, Mohd Ekhwan., dan Kamarudin, Mohd Amri. 2009. GIS Application and Flood Simulation for Siak River, Pekanbaru using XP-SWMM. *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA Vol. 12, No. 2, 157-166*. Riau: STT-US Teluk Kuantan Riau Indonesia.