



REKAYASA SIPIL

<http://rekayasasipil.ub.ac.id>

[Home](#)
[About](#)
[Login](#)
[Register](#)
[Search](#)
[Current](#)
[Archives](#)
[Announcements](#)

Home > Vol 9, No 1 (2015) > Utama

Kajian Kerentanan Kawasan Berpotensi Banjir Bandang Dan Mitigasi Bencana Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Kuranji Kota Padang

Lusi Utama, Afrizal Naumar

Abstract

Penelitian ini bertujuan mengetahui zonasi banjir di sepanjang Batang Kuranji serta mitigasi akibat banjir. Banjir di Batang Kuranji disebabkan kerusakan DAS, perubahan fungsi lahan, runtuhnya bendungan alami dan patahnya saluran air. Dengan menggunakan data curah hujan tahun 2003 sampai tahun 2012 (saat terjadinya banjir bandang) didapat tinggi curah hujan 147,812 mm, debit banjir 440.384 m³/detik. Dari analisa peta citra dan korelasi terhadap parameter penyebab banjir, wilayah ini mempunyai dua kelas kerentanan yaitu kerentanan sedang di daerah tengah dan hilir, kerentanan rendah di daerah tengah. Daerah yang berpotensi mengakibatkan terjadinya banjir adalah daerah hulu, karena mempunyai tingkat kelerengan yang tajam (45% – 55%) dan berbukit. Mitigasi adalah dengan membuat peraturan pengaturan tata ruang, monitoring peruntukan lahan, sosialisasi kawasan banjir, normalisasi sungai, pelestarian hutan, perbaikan lereng, pembangunan saluran air.

Keywords

Article Tools



Print this article



Indexing metadata



How to cite item



Finding References



Email this article (Login required)



Email the author (Login required)

About The Authors

Lusi Utama Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bung Hatta Indonesia

Afrizal Naumar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bung Hatta Indonesia

About Rekayasa Sipil

Aim and Scope

Editorial Board

KAJIAN KERENTANAN KAWASAN BERPOTENSI BANJIR BANDANG DAN MITIGASI BENCANA PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BATANG KURANJI KOTA PADANG

Lusi Utama¹, Afrizal Naumar¹

¹Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Universitas Bung Hatta Jalan Sumatera Ulak Karang Padang
Korespondensi : lusi_utamaindo115@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui zonasi banjir di sepanjang Batang Kuranji serta mitigasi akibat banjir. Banjir di Batang Kuranji disebabkan kerusakan DAS, perubahan fungsi lahan, runtuhnya bendungan alami dan patahnya saluran air. Dengan menggunakan data curah hujan tahun 2003 sampai tahun 2012 (saat terjadinya banjir bandang) didapat tinggi curah hujan 147,812 mm, debit banjir 440.384 m³/detik. Dari analisa peta citra dan korelasi terhadap parameter penyebab banjir, wilayah ini mempunyai dua kelas kerentanan yaitu kerentanan sedang di daerah tengah dan hilir, kerentanan rendah di daerah tengah. Daerah yang berpotensi mengakibatkan terjadinya banjir adalah daerah hulu, karena mempunyai tingkat keterlerangan yang tajam (45% – 55%) dan berbukit. Mitigasi adalah dengan membuat peraturan pengaturan tata ruang, monitoring peruntukan lahan, sosialisasi kawasan banjir, normalisasi sungai, pelestarian hutan, perbaikan lereng, pembangunan saluran air.

Kata kunci : banjir, kerentanan, mitigasi, peta, zonasi

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global yang terjadi belakangan ini ternyata berdampak pada terjadinya akumulasi curah hujan tinggi dalam waktu yang singkat. Dengan curah hujan tahunan yang relatif sama, namun dengan durasi yang singkat akan berdampak pada meningkatnya intensitas banjir yang terjadi.



Kemiringan lereng yang tajam

Gambar 1. Keadaan hulu yang tandus

Banjir bandang adalah aliran massa sedimen (pasir, kerikil, batu dan air) dalam satu unit dengan kecepatan tinggi. Terjadi karena keseimbangan statik antara gaya geser yang ditimbulkan oleh aliran lebih besar dari gaya geser massa sedimen yang menahan. Karena massa yang mengalir ini mempunyai percepatan maka ketinggian dan kecepatannya akan selalu bertambah, dan pada tingkat batas tertentu keadaan menjadi tidak stabil sehingga massa sedimen terangkat dengan cepat yang menimbulkan banjir bandang. (Maryono A.,2005).

Banjir bandang (*debris flow*) atau yang dikenal dengan galodo telah melanda Batang Kuranji pada hari Selasa tanggal 24 Juli 2012 pukul 18.00 WIB. Daerah yang terkena bencana banjir bandang ini meliputi 19 Kelurahan dalam 7 kecamatan di Kota

Padang dan hari Rabu tanggal 12 September 2012 pukul 16.30 WIB berupa air yang bercampur lumpur telah memporakporandakan rumah dan peralatannya. Pemerintah Kota Padang mengklaim kerugian akibat banjir bandang Rp 263,9 Milyar sedangkan Pemerintah Provinsi Sumatera Barat menaksir kerugian sementara diperkirakan Empat Puluh Milyar Rupiah (Padang Ekspres 28 Juli 2012), dengan perincian rumah rusak sebanyak 878 unit, rumah ibadah rusak 15 unit, irigasi rusak 12 unit, jembatan rusak 6 unit, Sekolah rusak 2 unit, pos kesehatan rusak 1 unit.

Secara umum ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Faktor-faktor tersebut adalah kondisi alam (letak geografis wilayah, kondisi topografi, geometri sungai dan sedimentasi), peristiwa alam (curah hujan dan lamanya hujan, pasang, arus balik dari sungai utama, pembendungan aliran sungai akibat longsor, sedimentasi dan aliran lahar dingin), dan aktifitas manusia (pembudidayaan daerah dataran banjir), peruntukan tata ruang di dataran banjir yang tidak sesuai dengan fungsi lahan, belum adanya pola pengelolaan dan pengembangan dataran banjir, permukiman di bantaran sungai, sistem drainase yang tidak memadai, terbatasnya tindakan mitigasi banjir, kurangnya kesadaran masyarakat di sepanjang alur sungai, penggundulan hutan di daerah hulu, terbatasnya upaya pemeliharaan. Curah hujan harian tanggal 9 September 2012 tercatat 31 mm, 10 September 2012 adalah 7 mm sedang pada 12 September 2012, saat terjadinya banjir bandang curah hujan harian adalah maksimal yaitu 54 mm. Kemiringan lereng rata-rata di daerah hulu antara 45% sampai 55% (sumber Kuranji dalam angka 2012). Batang Kuranji terletak di Kota Padang sekaligus ibu kota dari propinsi Sumatera Barat. Kota ini memiliki wilayah seluas 694,96 km² dengan kondisi geografi berupa daerah perbukitan yang ketinggiannya mencapai 1.853 m dari

permukaan laut. Terletak antara 0° 57' 2,76" LS dan 100° 21' 41,64" BT. Luas DAS 202,70 km². Batang Kuranji mempunyai anak-anak sungai di daerah hulu yaitu Batang Belimbing dengan luas DAS 62,64 km² dan panjangnya 17,08 km serta Batang Danau Limau Manih dengan luas DAS 31,93 km² dan panjang 16,42 km. Lebar rata-rata Batang Kuranji di daerah hulu adalah 20 - 80 m dengan kedalaman air rata-rata 20 cm - 60 cm. Di daerah tengah Batang Kuranji terdapat anak sungai Batang Sungkai dengan luas DAS 6 km² dan panjang 3,63 km serta Batang Padang² Jariah Karuah dengan luas DAS 82,26 km² dan panjang 18,86 km. Lebar sungai di tengah Batang Kuranji rata-rata 50 - 80 m dengan kedalaman 2 m - 3 m. Daerah hilir Batang Kuranji mempunyai lebar 80 m dengan kedalaman air rata-rata 2 m - 3 m (hasil pengukuran di lapangan). Lebih dari 60% luas Kota Padang (\pm 434,63 km²) merupakan daerah perbukitan yang ditutupi hutan lindung, sementara selebihnya merupakan daerah efektif perkotaan, jumlah penduduk berdasarkan sensus tahun 2010 sebanyak 833.562 jiwa. Suhu udara antara 23 - 32 °C pada siang hari dan 22 - 28 °C di malam hari, dengan kelembaban 78 - 81%. Tingkat curah hujan maksimum mencapai rata-rata 405,58 mm per bulan. Daerah hulu Batang Kuranji berada pada ketinggian 150 - 175 m, bagian tengah pada ketinggian 125 - 150 m, dan bagian hilir pada ketinggian 1 - 12 m. Akibat dari perbedaan tinggi yang sangat besar ini, mengakibatkan jika di hulu terjadinya debit yang besar, mengakibatkan daerah hilir menjadi banjir. Penelitian ini bertujuan menentukan faktor-faktor penyebab terjadinya banjir bandang dan menentukan zonasi daerah yang berpotensi banjir bandang pada DAS Batang Kuranji. Sedang manfaat penelitian adalah: tersedianya data dan informasi tentang sebaran lokasi berpotensi rawan banjir sehingga diharapkan dapat bermanfaat bagi para perencana dan pengambil kebijakan

untuk lebih meningkatkan dalam taraf detail desain.

2. STUDI PUSTAKA

Secara umum faktor penyebab banjir adalah:

1. Perubahan lingkungan
2. Parameter-parameter kerawanan banjir

2.1 Perubahan Lingkungan

Dengan semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk, semakin terdesaknya perubahan kondisi lingkungan. Perubahan ini mengakibatkan berkurangnya tutupan lahan, juga berpengaruh pada jumlah vegetasi semakin berkurang, khususnya di daerah perkotaan. Dari hasil inverstigasi BPN Kota Padang, bahwa dari tahun 2009 – tahun 2012 terjadi perubahan penggunaan lahan seperti terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perubahan penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	Luas Lahan (Ha)		Perubahan Luas Penggunaan Lahan (Ha)
	Tahun 2009	Tahun 2012	
Pemukiman	176,84	327,55	150,71
Sawah Tadah Hujan	399,55	289,74	109,81
Kebun campuran	972,06	1005,29	33,23
Tegalan	2,50	3,65	1,15
Semak	75,52	58,27	17,25
Hutan Sejenis	7,62	6,87	0,75
Lain-Lain	116,78	59,5	57,28
Jumlah	1.750,87	1.750,87	378,18

Sedangkan tutupan lahan vegetasi yang tumbuh di atas permukaan bumi akan menyebabkan semakin tingginya aliran permukaan (*run off*). Aliran permukaan terjadi apabila curah hujan telah melampaui laju infiltrasi tanah. Menurut Castro (1959) tingkat aliran permukaan pada hutan adalah 2.5%, tanaman kopi 3%, rumput 18% sedangkan tanah kosong sekitar 60%. Sedangkan berdasarkan penelitian Onrizal

(2005) di DAS Ciwulan, penebangan hutan menyebabkan terjadinya kenaikan aliran permukaan sebesar 624 mm/th. Itu baru perhitungan yang di lakukan pada daerah hutan yg ditebang dimana masih ada tanah yang bisa meresapkan air. Adapun tutupan lahan dari data yang didapat tertabel pada **Tabel 2** sebagai berikut: Berdasarkan peta DAS Batang Kuranji di hulu bendung Gunung Nago

Tabel 2. Persentase perubahan Tutupan Lahan tahun 2009 dengan tahun 2012 (hulu)

Tata guna lahan/ Tutupan lahan	Luas tahun 2009 (Km ²)	Luas Tahun 2012 (Km ²)	%perubahan
1	2	3	4
Lahan terbuka	39.35	32.60	17,15
Semak belukar	29,69	39,54	-33,18
Ladang/kebun	62,98	82,55	-31,07
Hutan Sekunder	67,88	46,27	31.84
Hutan Primer	1,28	0,22	82,81
Jumlah	201,18	201,18	

Hasil penelitian Bruijnzeel (1982) dalam Onrizal (2005) yang dilakukan pada areal DAS Kali Mondoh pada tanaman hutan memperlihatkan bahwa debit sungai lebih tinggi dari curah hujan yang terjadi, ini membuktikan bahwa vegetasi sebagai pengatur tata air dimana pada saat hujan tanaman membantu proses infiltrasi sehingga air disimpan sebagai air bawah tanah dan dikeluarkan saat musim kemarau. Menurut Yuwono (2005) pengurangan luas hutan dari 36% menjadi 25%, 15% dan 0% akan meningkatkan laju erosi sebesar 10%, 60% dan 90%. Akibat dari erosi ini tanah menjadi padat, proses infiltrasi terganggu, banyak lapisan atas tanah yang hilang dan terangkut ke tempat-tempat yang lebih rendah, tanah yang hilang dan terangkut inilah yang menjadi sedimentasi yang dapat

mendangkalkan waduk, bendungan dan sungai.

2.2 Parameter-parameter Kerawanan Banjir

Kombinasi parameter yang digunakan pada penelitian-penelitian umumnya berbeda-beda. Hal ini lebih disebabkan dari pengaruh karakteristik daerah yang diteliti. Perbedaan jenis parameter dan jumlah parameter yang digunakan pada pemetaan kerawanan banjir menyebabkan proporsi atau besarnya nilai bobot disesuaikan dengan jumlah parameter yang digunakan dan pengaruh parameter tersebut terhadap kejadian banjir. Peta zona kerentanan dengan menggunakan peta Citra tahun 2012, digunakan sebagai dasar analisa penentuan tingkat kerawanan banjir. Adapun parameter banjir yang akan diteliti adalah berdasar : Jenis tanah, curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian, tutupan lahan dan buffer sungai, dengan menggunakan metoda analisa adalah : Dalam memberikan nilai tiap jenis sifat atau besaran dari parameter penyebab banjir bandang, semakin kecil nilai yang diberikan berarti tingkat kerentanan atau kerusakan, semakin baik. Bobot diberikan berdasar dari tingginya pengaruh parameter yang menyebabkan terjadinya banjir bandang.

Parameter-parameter penentu banjir bandang:

2.2.1 Analisa zona berdasar jenis tanah

Tanah adalah hasil pelapukan batuan yang dapat mengandung pasir, lempung, mempunyai bermacam nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Saat musim hujan menurut Himawan, 1994, terjadi penurunan mengembangnya volume tanah oleh air. Penentuan besarnya persentase penyebab banjir menurut Himawan berdasar pada dampak tingkat kerusakan yang terjadi, dari persentase terbesar sebagai berikut: intensitas curah hujan yang tinggi mempengaruhi mudahnya terjadi banjir. Tingkat kerusakan akibat luas tutupan

lahan yang berubah fungsi, mengurangi daya serap, berikutnya kemiringan dan ketinggian tempat juga berpengaruh besar mudahnya air mengalir, dan *buffer* bantaran sungai serta sifat tanah termasuk faktor terkecil dari semua faktor penyebab banjir. Dalam pengaruh tanah ini diberi bobot 10%.

2.2.2 Analisa zona berdasar tebal /curah hujan

Curah hujan sangat menentukan kerawanan gerakan tanah. Semakin besar intensitas curah hujan, gerakan tanah akan semakin besar (Schmidt and Ferguson, 1957), akibat curah hujan diberi bobot 30%.

2.2.3 Analisa zona berdasar kemiringan lereng dan Ketinggian

Kemiringan lereng dan ketinggian, didasarkan pada konsep gravitasi bumi sepanjang lereng, dimana semakin datar lereng maka gaya gravitasi semakin kuat mengikat material. Sebaliknya pada lereng yang miring hingga terjal, terjadi resultan gaya akibat adanya gaya gravitasi dengan gaya geser material. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengaruh kemiringan terhadap gerakan material umumnya banyak terjadi di daerah yang berkemiringan lereng lebih besar. Jadi kemiringan lereng merupakan salah satu faktor terjadinya gerakan tanah/bencana alam. Untuk pengaruh kemiringan dan ketinggian diberi bobot 15%.

2.2.4 Analisa zona berdasar Tutupan lahan/Penggunaan lahan

Penggunaan lahan adalah bentuk campur tangan manusia dalam memanfaatkan sumberdaya alam untuk menunjang kesejahteraan hidup. Biasanya tanpa mempedulikan aspek lingkungan, yang berakibat terjadinya bencana akibat dampak pengelolaan yang keliru. Penilaian variabel penggunaan lahan diberi bobot 20%.

2.2.5 Analisa zona berdasar buffer sungai

Pertambahan jumlah penduduk, tidak diikuti dengan tersedianya lahan pemukiman. Hal ini mengakibatkan banyaknya penduduk yang mendirikan bangunan pada daerah sempadan sungai/buffer. Buffer adalah batas dengan jarak tertentu yang dibuat mengelilingi suatu titik, garis, atau polygon. Buffer sungai dan badan air merupakan penentuan jarak tertentu dari sungai atau badan air tersebut yang memungkinkan terjadinya banjir. Skor diberikan berdasarkan kedekatan terhadap sungai atau badan air tersebut. Semakin dekat dengan sungai atau badan air tersebut, maka kemungkinan terjadinya genangan atau banjir yang berasal dari luapan sungai lebih besar.. Pemberian nilai skor pada kelas Buffer sungai didasari oleh kedekatan jarak sungai. Semakin dekat dengan sungai, maka semakin besar nilai skor yang diberikan pada kelas tersebut. Hal ini mengakibatkan terganggunya aliran air hujan yang akan mengalir ke sungai. Buffer dapat mengakibatkan terjadinya banjir diberi bobot 10%.

Tabel 3. Skoring dari parameter kerentanan banjir

Faktor pengaruh	Variabel pengaruh	Nilai Min	Nilai Maks	Bobot	Skor Min	Skor Maks
Tanah	Tekstur	20	100	10	200	1000
Iklm	Curah hujan	20	100	30	600	3000
Topografi	Kemiringan	20	100	15	300	1500
Topografi	Ketinggian	20	100	15	300	1500
Penggunaan Lahan	Tutupan	20	100	20	400	2000
Buffer	Kedekatan bangunan	20	100	10	200	1000
					2000	10000

$$\text{Skor} = \text{Nilai} \times \text{Bobot}$$

Dengan menghitung jumlah maksimum dikurangi minimum dan dibagi jumlah kelas yang diinginkan, akan didapat interval skor tingkat kerentanan sebagai berikut:

$$\text{Interval kerentanan} = (\text{Skor maksimal} - \text{Skor minimal})/3$$

Nilai 3 adalah jumlah kelas yang dibagi menurut tingkat kerentanan rendah, sedang dan tinggi. Maka nilai Interval kerentanan adalah $= (10000 - 2000)/3 = 2667$. Didapat interval skor tingkat kerentanan banjir pada **Tabel 4.**

Tabel 4. Tingkat kerentanan banjir

No	Tingkat Kerentanan	Interval Skor
1	rendah	2000 – 4667
2	sedang	4668 – 7335
3	tinggi	7336 – 10000

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis penentuan nilai skor kerentanan banjir keseluruhan daerah di Batang Kuranji berdasarkan luas.

KECAMATAN KOTO TANGAH (LUAS TOTAL = 157.13258 HA)

3.1 KELURAHAN AIR PACAH (luas 47.29119 ha)

Adapun luas jenis tanah yang diperhitungkan tidak seluas lahan, karena jenis tanah tersebut terdiri dari beberapa jenis yaitu tanah gambut, regosol, alluvial, litosol dan latosol. Demikian juga terhadap luas tutupan lahan, tidak semua lahan berubah fungsi diperhitungkan seperti fungsi lahan tegalan, dan hutan. Analisa yang sama, dilakukan terhadap 13 kelurahan lainnya yaitu Lubuk Minturun, Gunung Sarik, Kalumbuk, Kuranji, Pasar Ambacang, Sungai Sapih, Kuraopagang, Surau Gadang, Cupak Tengah, Kampung Dalam, Kapalo Koto, Lambung Bukik, Limau Manis. Dari hasil penjumlahan ke 15 kelurahan didapat skor total adalah 6538.547 dibulatkan menjadi **6539**, terletak pada rentang **4668 – 7335** yaitu pada tingkat **kerentanan sedang.**

Tabel 5. Skor total penentuan kerentanan banjir berdasar parameter banjir dan luas

Parameter	Skor	Skor total
Jenis tanah:		
Alluvial	47.10762/47.29	59.84
Latosol	119 x 60 =	

Parameter	Skor	Skor total
	57.77 0.16357/47.291 19 x 20 = 0.07	
Kemiringan	47.29119/47.29 119 x 100 = 100	100
Ketinggian	47.29119/47.29 119 x 100 = 100	100
Tutupan lahan	15.242025/47.2 9119 x 80 = 25.78 22.05964/47.29 119 x 60 = 27.99 9.96917/47.291 19 x 40 = 8.43	62.20
Buffer	47.29119/47.29 119 x 100 = 100	100
Curah Hujan	20270/20270 x 100 = 100	100
JUMLAH		442.01

3.2 KEL. DADOK TUNGGUL HITAM (luas = 34.35521 HA)

Jenis tanah, kemiringan, ketinggian, tutupan lahan, buffer dan curah hujan serta dihubungkan dengan peta citra akan didapat peta kawasan banjir seperti **Gambar 2. Gambar 3** merupakan zonasi ke 15 kelurahan yang terletak di sepanjang Batang Kuranji.

4. KESIMPULAN DAN SARAN 4.1 Kesimpulan

1. Parameter jenis tanah, ketinggian, kemiringan, tutupan lahan, *buffer* dan curah hujan dapat digunakan untuk menentukan daerah yang rentan banjir. Berdasar hasil analisa dari parameter penyebab banjir, bahwa wilayah Batang Kuranji terdapat 2 (dua) kelas kerentanan yaitu kerentanan sedang dan kerentanan rendah.

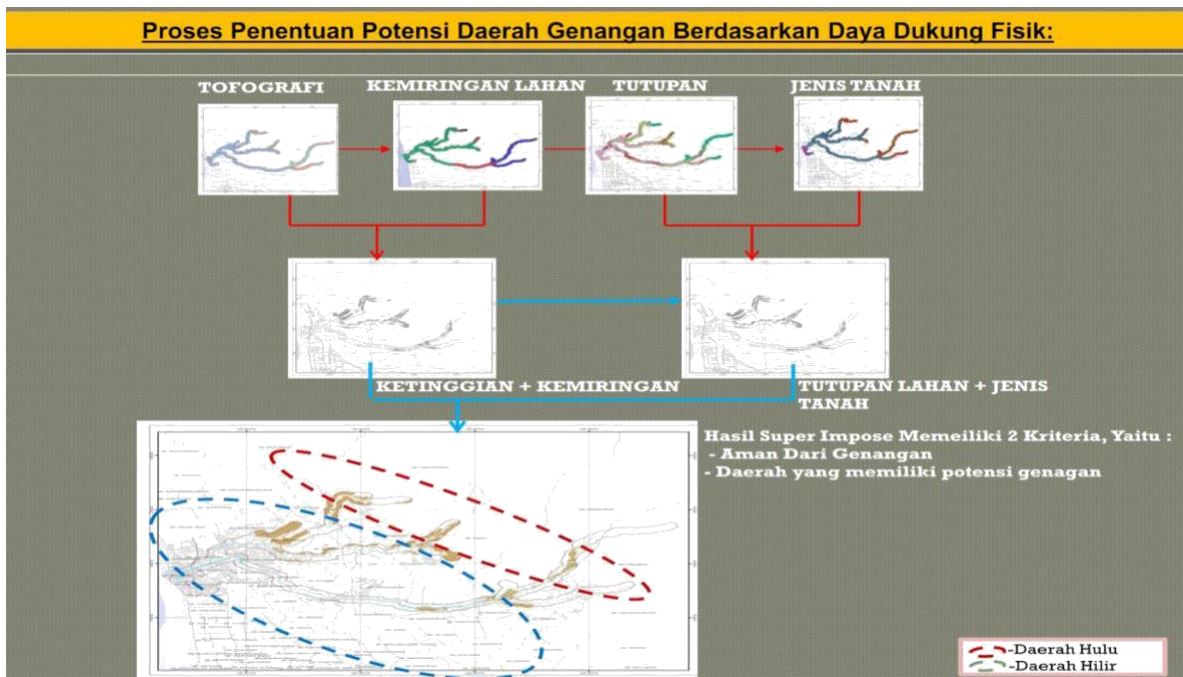
2. Daerah rawan banjir umumnya terdapat di daerah tengah dan hilir, dengan kemiringan lereng datar. Sedang daerah yang berpotensi mengakibatkan terjadinya banjir adalah daerah hulu, karena mempunyai tingkat kelerengan yang tajam dan berbukit.
3. Terdapatnya luas genangan, skoring dan tingkat kerawanan banjir. Dari hasil skoring disimpulkan daerah Batang Kuranji merupakan daerah yang berada pada kerentanan sedang.

4.2 Saran

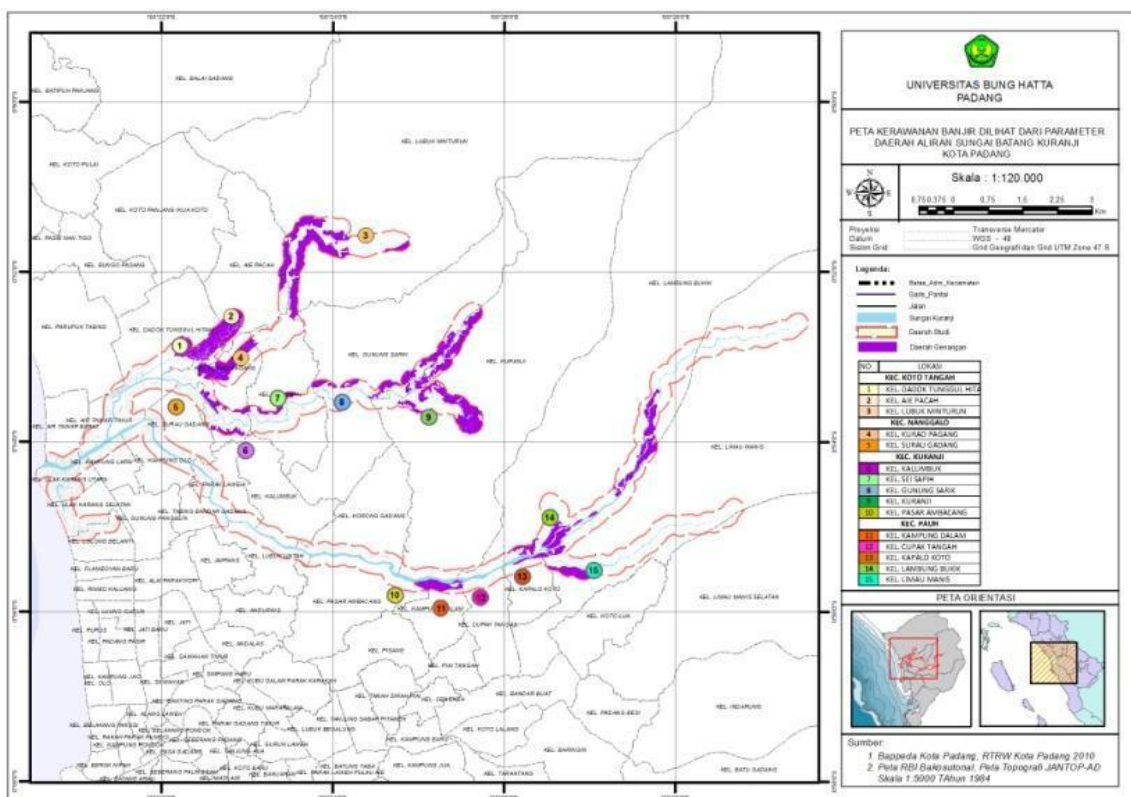
1. Perlu dilakukan mitigasi pada 15 kelurahan di sepanjang Batang Kuranji.
2. Mitigasi dapat dalam bentuk peraturan dan dalam bentuk fisik.

Tabel 6. Skor total penentuan kerentanan banjir berdasar parameter banjir dan luas

Parameter	Skor	Skor total
Jenis tanah: Alluvial	34.35521/34.35521 x 60 = 60	60
Kemiringan	34.35521/34.35521 x 100 = 100	100
Ketinggian	34.35521/34.35521 x 20 = 20	20
Tutupan lahan	19.00454/34.35521 x 60 = 33.19 15.35067/34.35521 x 40 = 17.87	51.06
Buffer	34.35521/34.35521 x 100 = 100	100
Curah Hujan	20270/20270 x 100 = 100	100
JUMLAH		431.06



Gambar 2. Penggabungan parameter banjir untuk menentukan berpotensi banjir di sepanjang Batang Kuranji



Gambar 3. Zonasi daerah genangan berdasar parameter curah hujan,buffer, kemiringan, ketinggian, tutupan lahan, jenis tanah, disepanjang Batang Kuranji

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bruijnzeel dalam Van Zuidam, R. A. (1985), “*Aerial Photo-Interpretation In Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*”. International Institute for Aerospace Surveys and Earth Sciences (ITC). Smith Publishers. Netherland
- Castro dalam Avtar ,Ram (2011), “*Landslide Susceptibility Zonation Study Using Remote Sensing and GIS Technology in the Ken Betwa River Link Area*”, India, pp 595 – 605
- Himawan dalam Eko, T. P. (2003),”*Modul Manajemen Bencana Pengenalan Banjir Untuk Penanggulangan Bencana*” (Online), (www.pedulibencana.or.id, diakses 2 Desember 2012).
- Habib, Muhammad. (2011), “*Identifikasi Kawasan Rawan Bencana Banjir Bandang DAS Batang Marambuang Kabupaten Pasaman*”, web, 1-4
- Maryono A dalam Danoedoro, Projo (2008), “*Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Respons Debit dan Bahaya Banjir*”, PUSPICS Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, 19 – 26
- Onrizal dalam DAS Ciwulan, (2005), “*Mengapa sering terjadi banjir?*”, sebuah pemikiran, 1-11
- Raharjo, P.D.(2009), “*Pemetaan Potensi Rawan Banjir Berdasarkan Kondisi Fisik Lahan Secara Umum Pulau Jawa*”. (Online), (<http://www.puguhdraharjo.wordpress.com>, diakses 22 Desember 2012)
- Ramdan, . Hikmat (2004), “*Prinsip Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*”, Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Winaya Mukti, 26 – 45
Penerbit PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Schmidt dalam Sedogo, Laurent G (2002), “*Integration of Local Participatory and RegionalPlanning for Resources Management Using*”, Magnificus of Wageningen University, pp 61, 75
- Sutopo, P. N. (2002), “*Analisis Curah Hujan dan Sistem Pengendalian Banjir di Pantai Utara Jawa Barat*”. Jurnal Sains dan TeknologiIndonesia, Vol.4, No.5, hal 114 – 122
- Susanto, Hery Awan (2006), “*Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai Banjaran* “, Jurusan Teknik Sipil Universitas Jenderal Soedirman, 3 – 6
- Yuwono, Nur,(2005), “*Penyebab Banjir, Pengurangan Luas Lahan*”, Universitas Gadjah Mada, 1-13

Keywords

About Rekayasa Sipil

Aim and Scope

Editorial Board