

Prediksi Genangan Banjir dengan Menggunakan Metode Rasional USSCS 1973

Studi Kasus: Perumahan BTN Hamzy, BTN Antara, BTN Asal Mula Kelurahan Tamalanrea Indah, Kota Makassar

Dana Rezky Arisandhy¹⁾, Ananto Yudono²⁾, Ihsan³⁾.

¹⁾ Program Studi Pengembangan Wilayah dan Kota, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

²⁾ Lab. Perencanaan dan Perancangan Kota, Program Studi Pengembangan Wilayah dan Kota, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

³⁾ Lab. Perencanaan dan Perancangan Kota, Program Studi Pengembangan Wilayah dan Kota, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

ABSTRACT

Flooding that occurred in the Makassar City is 23 % of the total area of the city, that is 4086 ha. This floodwaters research is focused on Tamalanrea districts , which constitute the largest districts hit by floods about approximately 1684.59 ha. The spot selected region is BTN Hamzy, Antara ,and Asal Mula Housing. Flooding that occurred in this region is caused by changes in land use, poor drainage, sloping contours and form a basin area , and impermeable soil so that runoff contributes high . High rainfall can also cause floodwaters at this location. An understanding of the process and the amount of runoff and the influenced factors are very necessary as a reference in dealing with flood control.

The purpose of this study was to determine the rate of surface runoff, extensive flooding, and flood inundation predictions, the effect of changes in rainfall intensity on surface runoff. Analysis procedure is conducted to calculate the rate of runoff using USSCS 1973 rational methods with variables: land cover, soil type, and slope contour, area, and intensity of rainfall. The results of these calculations are compared with the volume of land each contour and intensity of rain to predict floodwaters and the effect of rainfall intensity on surface runoff.

Kata Kunci : Flooding, runoff, floodwater, USSCS 1973 rational methods

PENDAHULUAN

Salah satu bencana yang paling sering terjadi di Indonesia adalah banjir. khususnya di Provinsi Sulawesi Selatan. Hal tersebut merupakan kejadian yang sering menjadi permasalahan ketika musim hujan. Pada awal Januari 2013 sebanyak delapan kabupaten/kota di Sulawesi Selatan terendam banjir, yaitu Kabupaten Maros, Pangkep. Barru, Soppeng, Makassar, Gowa, Takalar, dan Jeneponto. Bencana banjir yang tidak tertangani dengan baik akan mengakibatkan genangan air yang terjadi di beberapa wilayah. Bencana banjir tidak hanya mengakibatkan kerugian ekonomi berupa kerusakan rumah, kehilangan harta benda, serta sawah, ladang dan peternakan yang mengalami gagal panen, dan juga dapat meningkatkan potensi menyebarnya wabah penyakit dan trauma selama dan pasca banjir (Harian Fajar, 6 Januari 2013).

Kejadian banjir di Kota Makassar dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan luas area genangan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Kodoatie dan Sugiyanto (2002) mengatakan bahwa banjir dan genangan yang terjadi di suatu lokasi diakibatkan oleh tindakan manusia dan sebab-sebab alami. Tindakan manusia seperti perubahan *land use* di daerah aliran sungai, pembuangan sampah, erosi dan sedimentasi, kawasan kumuh di sepanjang sungai dan drainase, perencanaan sistem pengendali banjir tidak tepat, kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai, penurunan tanah dan rob, dan kerusakan bangunan pengendali banjir. Sedangkan yang termasuk dalam sebab-sebab alami diantaranya adalah curah hujan yang tinggi, pengaruh fisiografi/geofisik sungai, kapasitas sungai, pengaruh air pasang, dan penurunan tanah.

Penelitian genangan banjir ini difokuskan pada Kecamatan Tamalanrea, yang merupakan kecamatan terluas dilanda banjir, yaitu seluas 1684.59 Ha (lihat tabel 1.1). Adapun *spot* kawasan terpilih yaitu Perumahan BTN Hamzy, BTN Antara, dan BTN Asal Mula; yang setiap musim hujan sering mengalami bencana banjir dan genangan. Berdasarkan Pedoman Pengendalian Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Banjir (Kementrian PU, Dirjen Penataan Ruang) lokasi penelitian (BTN Hamzy, Antara, Asal mula) masuk dalam kategori wilayah rawan banjir dengan kriteria : daerah dataran banjir, daerah cekungan, dan daerah sempadan sungai. Banjir yang terjadi pada kawasan tersebut disebabkan karena perubahan guna lahan, jaringan drainase yang buruk, Selain itu faktor alam memberikan kontribusi yang cukup besar diantaranya curah hujan tinggi (termasuk daerah hulu Sungai Tallo), sebagian besar wilayah pada kawasan studi berada pada daerah cekungan karena didukung oleh kondisi kontur yang miring, dan kondisi tanah (inceptisol dan ultisol) yang kedap air sehingga memberikan kontribusi air limpasan yang tinggi.

Secara keseluruhan faktor-faktor penyebab genangan banjir memberikan kontribusi besar terhadap laju limpasan permukaan. Pemahaman mengenai proses dan besarnya limpasan yang terjadi serta faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai referensi dalam penanganan dan strategi pengendalian banjir. Oleh karena itu limpasan permukaan merupakan masalah yang seharusnya diidentifikasi dan diatasi terlebih dahulu sebelum upaya-upaya lain penanganan pengendalian banjir dilakukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (kali) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang (Suripin, 2004). Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan atau jebolan dan air banjir, disebabkan oleh kurangnya kapasitas penampang saluran pembuang. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir

arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang. Proses hidrologis (siklus air) dipengaruhi oleh jumlah air hujan dan daya resap tanah (luas dan jenis tanah). Air permukaan ini akan muncul bila jumlah air yang masuk tidak sama dengan air yang terserap oleh tanah. Air permukaan merupakan fenomena hidrologi yang terjadi karena kapasitas sistem tidak mencukupi, dapat menyebabkan: (a) Kuantitatif genangan: luapan banjir dari saluran yang ada (permukaan air maksimum) serta luas, kedalaman, frekuensi, dan durasi genangan air, (b) Kualitatif genangan : adanya akibat dari air permukaan seperti dampak sosial, ekonomis dan budaya (Sukarto,2002).

Tabel 1. Luas Kawasan Genangan Banjir per kecamatan di Kota Makassar

Kecamatan	Luas (Ha)
Kec. Biringkanaya	559.97
Kec. Bontoala	0.65
Kec. Makassar	30.52
Kec. Mamajang	1.95
Kec. Manggala	190.47
Kec. Mariso	63.43
Kec. Panakkukang	409.37
Kec. Rappocini	273.87
Kec. Tallo	329.22
Kec. Tamalanrea	1,684.59
Kec. Tamalate	415.67
Kec. Ujung Pandang	36.81
Kec. Ujung Tanah	5.56
Kec. Wajo	84.64
Total	4,086.73

Limpasan permukaan (*surface runoff*) adalah bagian dari curah hujan mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau, dan lautan. Air hujan yang jatuh ke permukaan dan masuk ke dalam tanah disebut air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Ada juga bagian air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama tanah yang hampir atau telah jenuh, air tersebut keluar ke permukaan lagi dan lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kedua fenomena aliran air permukaan yang disebut terakhir tadi disebut air larian. faktor yang

mempengaruhi besarnya *runoff* adalah tutupan lahan, jenis tanah, curah hujan, dan kemiringan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

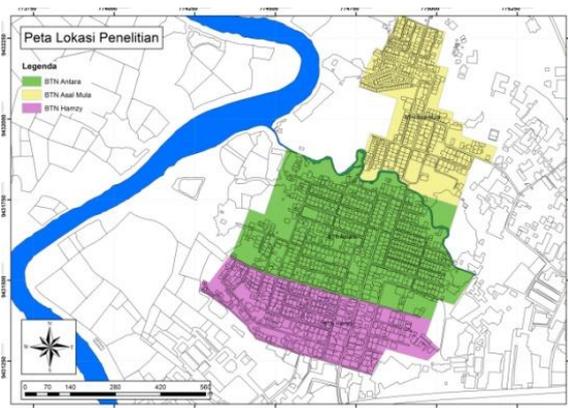
Tabel 2. Metode Penelitian

No	Tujuan	Variabel	Atribut	Sumber Data	Teknik Analisis	Alat Analisis
1	Mengetahui besar laju limpasan permukaan pada Perumahan BTN Hamzy, BTN Antara, dan BTN Asal Mula	Tutupan Lahan	Jenis tutupan lahan	Google earth	Klasifikasi	Symbolgy(ArcGis)
		Jenis Tanah	Jenis tanah	Peta Vektor Geologi Kota Makassar	Cip (memotong)	Analyst Tools (ArcGis)
		Kemiringan Lereng	Persentase	Data DEM	Interpolasi Kontur	Spatial Analyst (ArcGis)
		Intensitas Hujan	mm/jam	BMKG Kota Makassar	-	-
		Luas Area	m ²	Google earth	Perhitungan	Calculate Geometry (ArcGis)
2	Mendapatkan luas dan prediksi area yang tergenang banjir pada periode waktu tertentu	Laju Limpasan	m ³ /detik	Hasil Analisis	Metode Rasional USSCS	Persamaan Umum Metode Rasional USSCS 1973
		Volume Kontur	m ³	Peta Kontur	Perhitungan	Persamaan $V = \text{Luas} \times \text{Tinggi}$

Ket: variabel pertanyaan penelitian ketiga merupakan kombinasi antara pertanyaan penelitian pertama dan kedua.

PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada pada perumahan BTN Hamzy, BTN Antara, BTN Asal Mula. Berada pada Kecamatan Tamalanrea, Kelurahan Tamalanrea Indah. Secara administratif memiliki batas-batas sebagai berikut; Sebelah Utara berbatasan dengan Kelurahan Kapasa, Sebelah Selatan dengan Kelurahan Tamalanrea Jaya, Sebelah Barat dengan Kelurahan Tello Baru, Kecamatan Panakukkang, dan Sebelah Timur dengan Kelurahan Tamalanrea.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Penulis, 2013

Curah Hujan

Curah hujan maksimum wilayah (rata-rata) dihitung dengan mengambil nilai rata-rata curah hujan harian maksimum pada hari dan tahun yang sama dari masing-masing stasiun yang digunakan. Curah hujan rata-rata pada daerah studi ini

dihitung dengan metode *Polygon Thiessen*. Hasil rekapitulasi perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata daerah untuk masing-masing sub DPS dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah Hujan Harian Maksimum Rata-rata tiap Sub DAS

Tahun	DPS Tello					
	SDPS Mangalarang	SDPS Tello Hulu	SDPS Taccerekang	SDPS Bangkala	SDPS Tello Hilir	SDPS Pampang
1984	80	131	113	97	158	159
1985	89	116	125	94	86	109
1986	117	101	143	119	129	114
1987	102	131	150	117	137	90
1988	80	121	110	79	122	147
1989	59	97	75	70	77	77
1990	69	93	73	85	119	81
1991	77	64	100	104	213	172
1992	109	47	125	111	120	76
1993	74	91	75	76	89	96
1994	68	127	75	62	76	110
1995	40	17	40	51	58	46
1996	36	65	40	61	96	113
1997	107	134	75	84	80	142
1998	38	63	52	62	79	62
1999	73	132	79	136	113	189
2001	103	160	142	128	154	140
2002	71	70	68	72	69	89
2003	59	61	66	68	37	59
2004	79	65	108	95	125	100
2005	131	215	193	128	233	316
2006	95	137	123	155	165	122
2007	133	153	183	171	179	132
2008	98	98	138	122	151	127

Jenis Tanah

Jenis tanah pada lokasi penelitian terbagi menjadi dua yaitu jenis tanah Inceptisol dan jenis tanah Ultisol. Jenis tanah inceptisol termasuk ke dalam jenis tanah alluvial. Tanah inceptisol memiliki kadar posfor rendah, sedangkan kadar alumunium dan zat besinya tinggi. Keasaman yang dikandung jenis tanah ini antara 5,0 sampai dengan 7 dengan tingkat kejenuhan 0-72 persen. Oleh karena itu, tanah ini termasuk tanah yang memiliki tingkat keasaman sedang. Jenis tanah Ultisol ini memiliki lapisan solum tanah yang agak tebal, yaitu 90-180 cm dengan batas-batas antara horizon yang nyata. Warna tanah ini kemerah-merahan hingga kuning

atau kekuning-kuningan. Struktur B horizonnya adalah gumpak (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Jenis Tanah Lokasi Penelitian
Sumber: Penulis 2013

Dari luas wilayah penelitian 234,2 ha. Jenis tanah inceptisol yang memiliki cakupan daerah terluas dibandingkan jenis tanah ultisol. Luas daerah tanah inceptisol sebanyak 206,6 ha. Sedangkan tanah ultisol seluas 27,6 ha.

Kontur dan Kemiringan Lereng

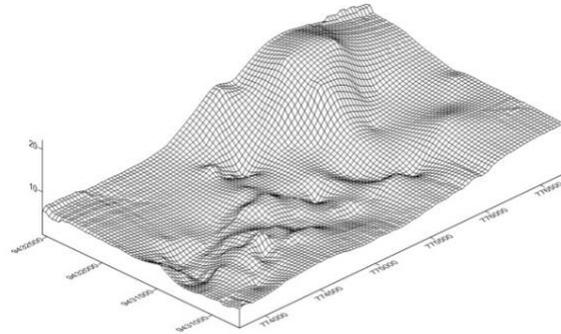
Kontur salah satu faktor alam yang berperan dalam bencana banjir. Kontur pada lokasi penelitian paling rendah ialah 1 mdpl dan yang paling tinggi mencapai 12 mdpl. Berikut ini merupakan hasil interpolasi kontur menggunakan *spatial analyst tools* pada arcGIS 10.



Gambar 3. Peta Kontur Lokasi Penelitian
Sumber; Penulis pada ArcGIS 2013

Dari gambar diatas menunjukkan lokasi penelitian berada pada daerah cekungan. Cekungan terendah berada di bagian barat, areal tepi sungai. sedangkan daerah ketinggian berada di bagian timur. Dari sisi topografi, hal ini mengindikasikan

bahwa lokasi ini rawan genangan banjir. Karena air yang berada di ketinggian yang tidak terserap oleh tanah yang jenuh, menyuplai ke daerah yang rendah. Lebih jelasnya bisa kita lihat pada 3D kontur tampilan wireframe (gambar 4).



Gambar 4. Tampilan 3D Kontur Wireframe
Sumber: Penulis dengan program Surfer, 2013

Kemiringan lereng pada lokasi penelitian terbagi dalam lima kelas yaitu 0-8% (datar), 8-15% (landai), 15-25% (agak curam), 25-45% (curam), dan lebih dari 45% (sangat curam).



Gambar 5. Peta Kemiringan Lereng Lokasi Penelitian
Sumber: Penulis, 2013

Tutupan Lahan

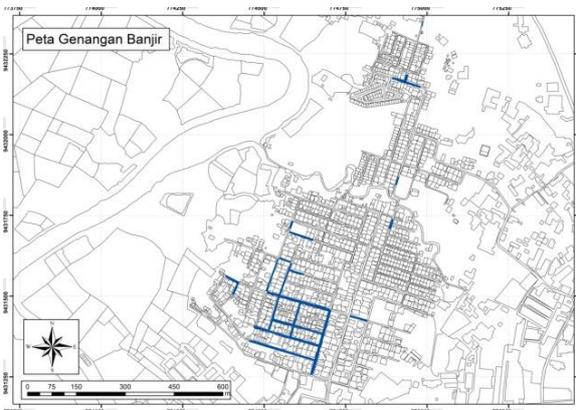
Pada umumnya tutupan lahan di daerah tepi sungai di dominasi oleh permukiman, sawah, rawa-rawa, hutan bakau, tambak, dan lahan terbuka. Seperti halnya uraian di atas lokasi studi terdiri dari tutupan lahan seperti permukiman, rawa-rawa, tambak, vegetasi bakau, ruang terbuka, sungai, dan jalan. Dari total luas lahan 234, 2 ha. Tutupan lahan ruang terbuka merupakan yang paling luas sebesar 72.03 ha. Sedangkan yang paling kecil daerahnya adalah rawa-rawa sebesar 4.02 ha.



Gambar 6. Peta Tutupan Lahan
Sumber; Penulis, 2013

Genangan dan Banjir Lokasi Penelitian.

Berdasarkan hasil survey lapangan, BTN Hamzy merupakan perumahan yang paling tergenang banjir dibandingkan dengan BTN Antara, dan BTN Asal Mula. Jika curah hujan tinggi, Ketinggian banjir mencapai 1-2 meter. Berikut ini peta genangan yang dibuat berdasarkan data lapangan ketika hujan dengan durasi 1-2 jam.



Gambar 7 Peta Genangan Banjir
Sumber: Penulis, 2013

PEMBAHASAN

Analisis metode rasional

Ada dua cara menghitung laju limpasan. Yang pertama menggunakan metode rasional dan yang kedua menggunakan metode hidrograf. Dalam penelitian ini metode rasional dipilih karena perhitungannya sederhana dibandingkan metode hidrograf, selain itu data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan telah tersedia.

Dalam persamaan (1) Laju limpasan dipengaruhi oleh koefisien aliran permukaan, intensitas hujan, dan luas area. Nilai koefisien limpasan mengacu pada tutupan lahan sedangkan untuk intensitas hujan menggunakan data intensitas hujan per 1 januari 2013. Karena data yang tersedia hanya data curah hujan.

Tabel 4. Jenis dan Luas Tutupan Lahan, dan Koefisien Aliran Permukaan

No	Tutupan Lahan	Luas (Ha)	C
1	Bangunan	42.19	0,75
2	Jalan	12.00	0,7
3	Rawa	4.02	0.13
4	Ruang Terbuka	72.03	0.2
5	Tambak	51.02	0.1
6	Vegetasi Bakau	38.47	0.4

Sumber: Suripin, 2004

Berikut ini merupakan perhitungan C berdasarkan tutupan lahan.

$$C_{DAS} = \frac{42.19 \times 0.75 + 12.00 \times 0.7 + 4.02 \times 0.13 + 72.03 \times 0.2 + 51.02 \times 0.1 + 38.47 \times 0.4}{42.19 + 12.00 + 4.02 + 72.03 + 51.02 + 38.47}$$

$$= \frac{75.45}{219.73}$$

$$= 0.34$$

Sehingga, debit yang terjadi:

$$Q = 0.002778 \times 0.34 \times 100 \times 219.73$$

$$= 20.75 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Prediksi Genangan Banjir Periode Waktu Tertentu

Prediksi genangan banjir dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil perhitungan laju limpasan dan volume area penelitian per kontur. Apabila nilai laju limpasan lebih besar dari nilai volume area penelitian maka diindikasikan pada kontur tersebut tergenang banjir.

Perhitungan volume area penelitian yang mengacu pada tiap garis kontur, dihitung dengan cara mengalikan luas tiap garis kontur dengan ketinggiannya. Namun, garis kontur yang tertutup saja yang bisa dihitung sedangkan garis kontur yang tak tertutup diabaikan. Pada perhitungan laju limpasan dengan intensitas hujan 100 mm dihasilkan laju limpasan permukaan sebesar 20.75 m³/detik kemudian dikonversi pada satuan m³/jam sehingga hasilnya 74.700 m³/jam. Kemudian hasil tersebut dikomparasikan dengan volume lahan per kontur. Diasumsikan daerah tersebut banjir jika laju limpasan per jam lebih besar dibandingkan dengan volume lahan per kontur.

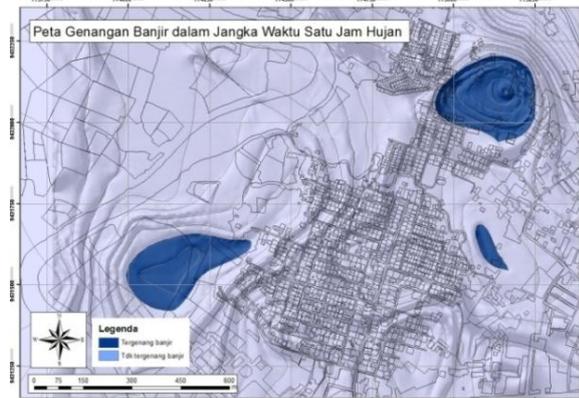
Kesimpulannya jika intensitas hujan 100 mm dalam kurun waktu satu jam maka kategori area yang tergenang banjir di lokasi penelitian adalah seluas 118380.26 m² dengan jangkauan sampai ke daerah ketinggian 4.5 m dari permukaan laut. Berikut ini hasil analisis jika hujan hingga selama tiga jam.

Tabel 5 Luas Genangan Banjir per Satuan Jam

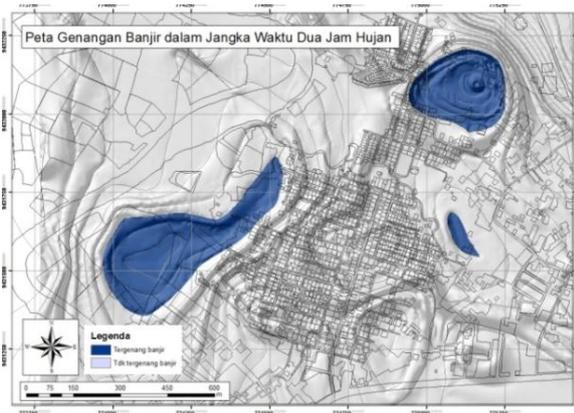
Waktu (Jam)	Luas (m2)
1	118380.26
2	179380.26
3	302380.26

Sumber: Hasil Analisis

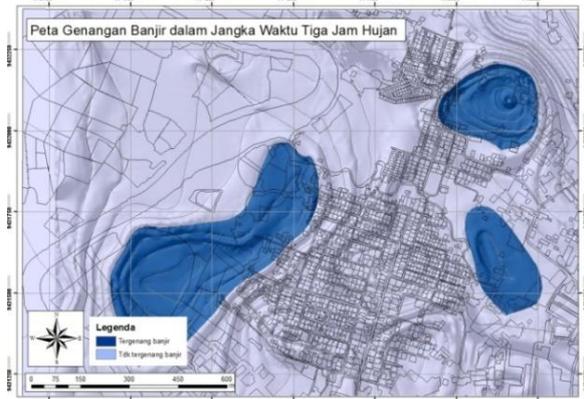
Berikut ini merupakan peta banjir dalam jangka waktu satu, dua, dan tiga jam serta peta genangan banjir metode rasional.



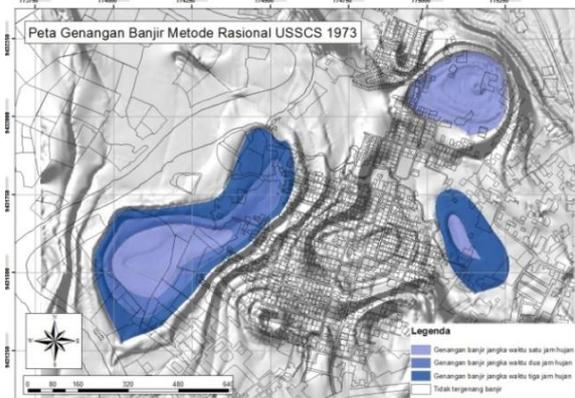
Gambar 8. Peta genangan banjir dalam jangka waktu satu jam hujan



Gambar 9. Peta genangan banjir dalam jangka waktu dua jam hujan



Gambar 10. Peta genangan banjir dalam jangka waktu tiga jam hujan



Gambar 11. Peta genangan banjir metode rasional USSCS 1973

Prediksi Genangan Banjir berdasarkan Perubahan Intensitas Hujan

Prediksi genangan banjir berdasarkan perubahan intensitas hujan mengacu pada klasifikasi intensitas hujan menurut Suripin 2004, dimana kelas intensitas hujan terbagi menjadi lima kelas (Tabel 6). Kemudian untuk kelas tutupan lahan diasumsikan tidak berubah.

Jika kita meninjau kembali intensitas hujan periode januari silam maka hal tersebut termasuk ke dalam kategori hujan sangat deras menurut acuan intensitas hujan Suripin 2004.

Tabel 6. Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Kondisi
Hujan Sangat Lemah	<1,20	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan Lemah	1,20-3,00	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat puddel
Hujan Normal	3,00-18,0	Dapat dibuat puddel dan bunyi hujan kedengaran
Hujan Deras	18,0-60,0	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan bunyi keras hujan terdengar berasal dari genangan
Hujan Sangat Deras	>60,0	Hujan seperti ditumpahkan, sehingga saluran drainase meluap

Sumber : Suripin, 2004

Hujan Sangat Lemah

Untuk perhitungan laju limpasan derajat hujan sangat lemah, intensitas hujan yang digunakan ialah 1.20 mm/jam. maka:

$$C_{DAS} = \frac{42.19 \times 0.75 + 12.00 \times 0.7 + 4.02 \times 0.13 + 72.03 \times 0.2 + 51.02 \times 0.1 + 38.47 \times 0.4}{42.19 + 12.00 + 4.02 + 72.03 + 51.02 + 38.47}$$

$$= \frac{75.45}{219.73}$$

$$= 0.34$$

$$Q = 0.002778 \times 0.34 \times 1.20 \times 219.73$$

$$= 0.25 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Pada perhitungan hujam sejam, dua jam, maupun tiga jam daerah yang tergenang banjir merupakan daerah dengan elevasi 1.5 mdpl seluas 80.26 ha.

Hujan Lemah

Untuk perhitungan laju limpasan derajat hujan lemah, intensitas hujan yang digunakan ialah 3.00 mm/jam, maka :

$$C_{DAS} = \frac{42.19 \times 0.75 + 12.00 \times 0.7 + 4.02 \times 0.13 + 72.03 \times 0.2 + 51.02 \times 0.1 + 38.47 \times 0.4}{42.19 + 12.00 + 4.02 + 72.03 + 51.02 + 38.47}$$

$$= \frac{75.45}{219.73}$$

$$= 0.34$$

Sehingga, debit yang terjadi:

$$Q = 0.002778 \times 0.34 \times 3.00 \times 219.73$$

$$= 0.62 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Pada perhitungan hujam sejam, dua jam, maupun tiga jam daerah yang tergenang banjir sama halnya dengan intensitas sebelumnya namun laju limpasan yang dihasilkan per jam lebih besar, yakni jika hujan sejam maka laju limpasan sebesar 2232 m³/jam, jika dua jam hujan, laju limpasan

sebesar 4464 m³/2 jam, dan jika 3 jam hujan maka nilainya sebesar 6696 m³/jam

Hujan Normal

Untuk perhitungan laju limpasan derajat hujan normal, intensitas hujan yang digunakan ialah 18.00 mm/jam, maka:

$$C_{DAS} = \frac{42.19 \times 0.75 + 12.00 \times 0.7 + 4.02 \times 0.13 + 72.03 \times 0.2 + 51.02 \times 0.1 + 38.47 \times 0.4}{42.19 + 12.00 + 4.02 + 72.03 + 51.02 + 38.47}$$

$$= \frac{75.45}{219.73}$$

$$= 0.34$$

$$= 3.73 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Pada perhitungan hujan sejam diperoleh jumlah laju limpasan sebanyak 13428 m³/jam, per dua jam sebesar 26856 m³/2 jam, dan jika hujan selama tiga jam maka jumlah limpasan sebanyak 40284 m³/3jam.

Hujan Deras

Untuk perhitungan laju limpasan derajat hujan deras, intensitas hujan yang digunakan ialah 60.00 mm/jam, maka:

$$C_{DAS} = \frac{42.19 \times 0.75 + 12.00 \times 0.7 + 4.02 \times 0.13 + 72.03 \times 0.2 + 51.02 \times 0.1 + 38.47 \times 0.4}{42.19 + 12.00 + 4.02 + 72.03 + 51.02 + 38.47}$$

$$= \frac{75.45}{219.73}$$

$$= 0.34$$

Sehingga, debit yang terjadi:

$$Q = 0.002778 \times 0.34 \times 60.00 \times 219.73$$

$$= 12.45 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

Pada perhitungan hujan sejam diperoleh jumlah laju limpasan sebanyak 44820 m³/jam, per dua jam sebesar 89640 m³/2 jam, dan jika hujan selama tiga jam maka jumlah limpasan sebanyak 134460 m³/3jam.

Hujan sangat deras

Untuk perhitungan laju limpasan derajat hujan sangat deras, intensitas hujan yang digunakan ialah 150.0 mm/jam, maka:

$$C_{DAS} = \frac{42.19 \times 0.75 + 12.00 \times 0.7 + 4.02 \times 0.13 + 72.03 \times 0.2 + 51.02 \times 0.1 + 38.47 \times 0.4}{42.19 + 12.00 + 4.02 + 72.03 + 51.02 + 38.47}$$

$$= \frac{75.45}{219.73}$$

$$= 0.34$$

Sehingga, debit yang terjadi:

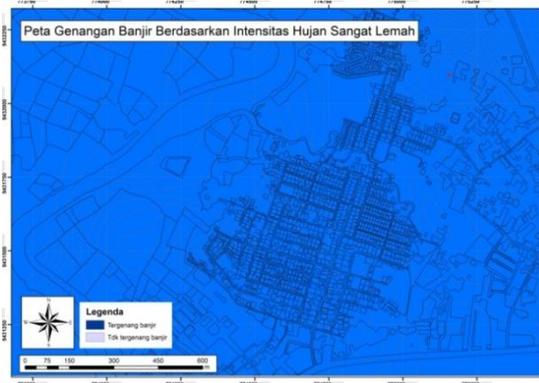
$$Q = 0.002778 \times 0.34 \times 150.00 \times 219.73$$

$$= 31.13 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Pada perhitungan hujan sejam diperoleh jumlah laju limpasan sebanyak 112068 m³/jam, per dua jam sebesar 224136 m³/2 jam, dan jika hujan selama tiga jam maka jumlah limpasan sebanyak 336204 m³/3jam.

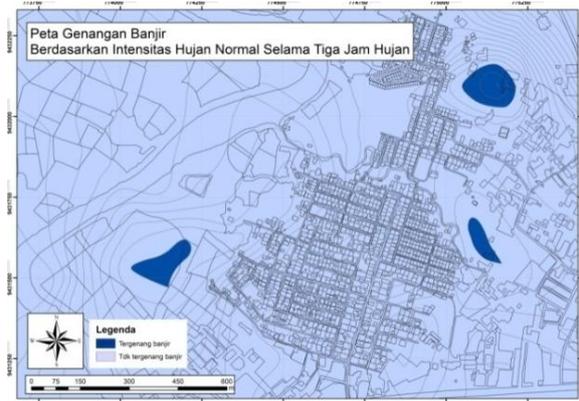
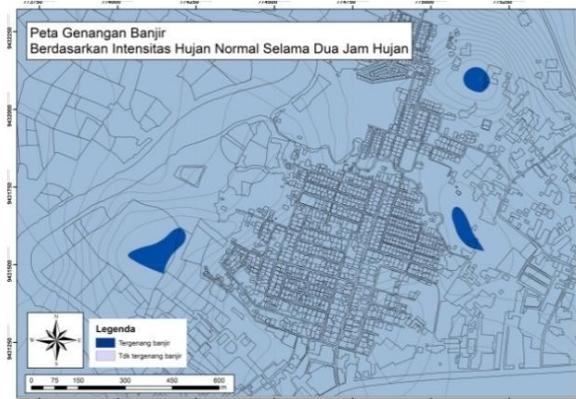
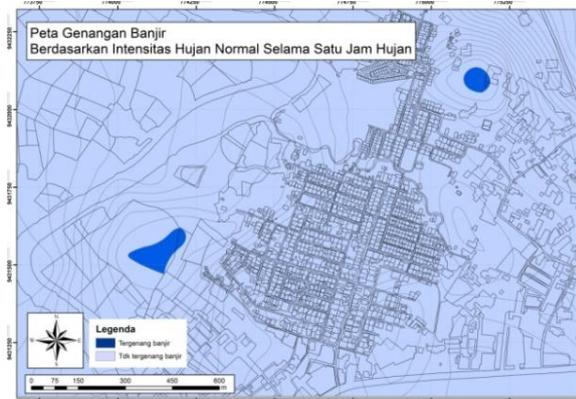
Berikut ini merupakan peta genangan banjir per jam berdasarkan kelas intensitas hujan.

1. Hujan sangat lemah dan hujan lemah



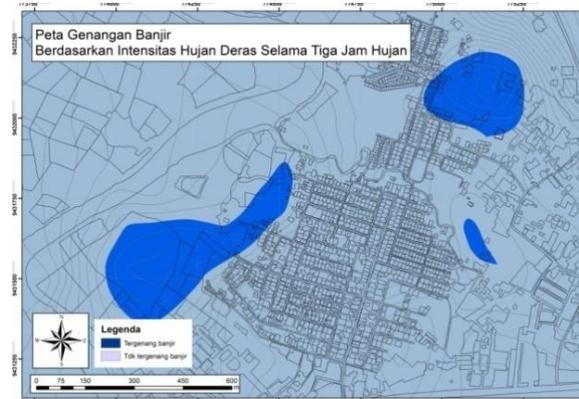
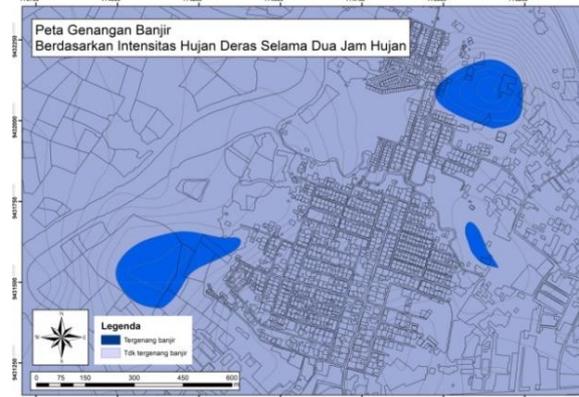
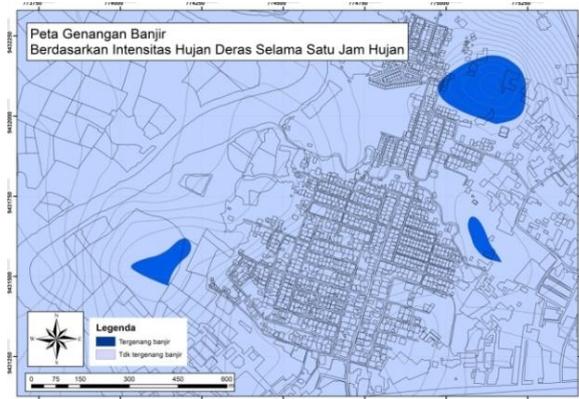
Gambar 12 Peta genangan banjir berdasarkan intensitas hujan sangat lemah

2. Hujan Normal



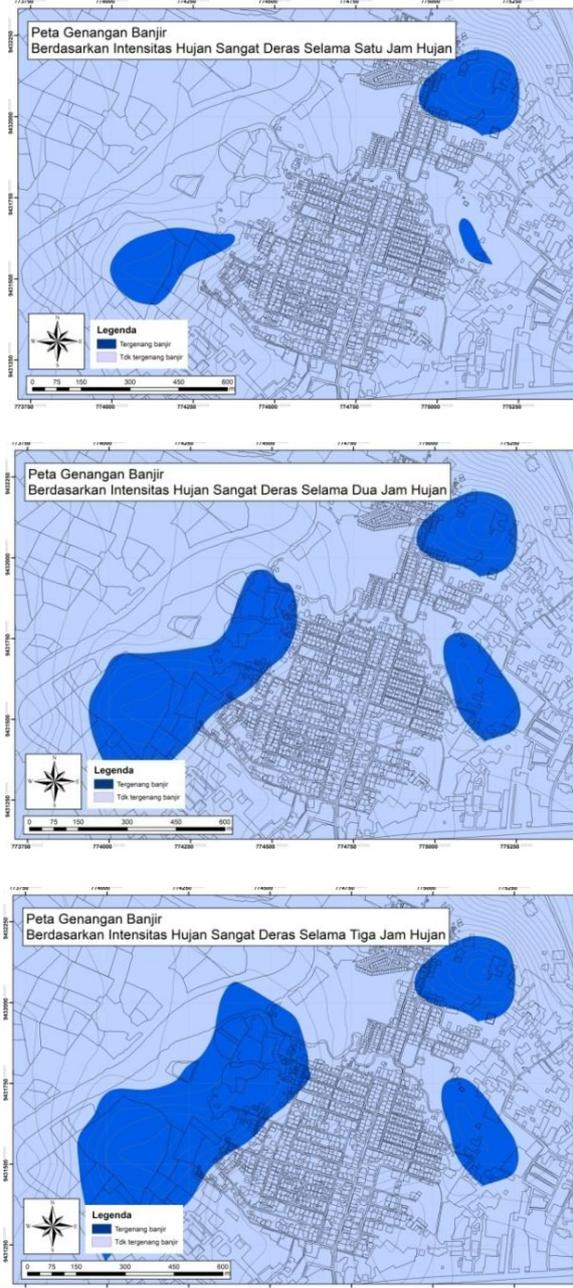
Gambar 13 a, b, c. Peta genangan banjir berdasarkan intensitas hujan normal selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam

3. Hujan deras



Gambar 14 a, b, c. Peta genangan banjir berdasarkan intensitas hujan Deras selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam

4. Hujan sangat deras



Gambar 15 a, b, c. Peta genangan banjir berdasarkan intensitas hujan sangat deras selama 1, 2, dan 3 jam

KESIMPULAN

1. Laju limpasan pada wilayah penelitian dipengaruhi oleh intensitas hujan yang tinggi, koefisien aliran permukaan, serta luas areal penelitian. Laju limpasan diketahui sebesar 20.75 m³/detik.

2. Luas genangan banjir dalam kurun waktu satu jam diketahui seluas 118.380,26 m². Dalam kurun waktu dua jam seluas 179.380,26 m². Dan dalam kurun waktu tiga jam seluas 302.380,26 m².
3. Pengaruh intensitas hujan terhadap limpasan sebagai berikut:

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Laju Limpasan (m ³ /detik)
Hujan Sangat Lemah	<1,20	0.25
Hujan Lemah	1,20-3,00	0.62
Hujan Normal	3,00-18,0	3.73
Hujan Deras	18,0-60,0	12.45
Hujan Sangat Deras	>60,0	31.13

DAFTAR PUSTAKA

- Arham. 2013. *Flood Prone Per Administrative Division*. Makassar: Wacana Sulawesi Selatan.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- BMKG Kota Makassar. 2012. *Curah Hujan dan Hari Hujan Kota Makassar, Suhu Rata-rata, Suhu Minimum dan Suhu Maksimum Kota, Kelembaban Udara dan Penyinaran Matahari Kota Makassar Kelembaban Udara dan Penyinaran Matahari Kota Makassar*.
- Direktorat Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Penataan Ruang. 2003. *Pedoman Pengendalian Pemanfaatan Ruang di Kawasan Rawan Bencana Banjir*.
- Gemilang, A.A. 2008. *Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan Kota Makassar*. Bogor: Manajemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Harto, Sri. 1994. *Hidrologi Terapan*. Jakarta: Gramedia
- Imran. 2008. *Analisis Daerah Resapan Penyebab Banjir Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan*. Makassar : LP2M Universitas Hasanuddin.
- Jayadi, R. 2000. *Hidrologi I (Pengenalan Hidrologi)*. Diklat Kuliah. Jurusan Teknik Sipil. FT-UGM Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert. & Sjarief, Roestam. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Masnawati. 2012. *Simulasi Aliran Permukaan dengan Parameter Kecepatan Alir Menggunakan Persamaan Bernoulli*. Makassar: Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.

Sari, Santi. 2011. *Studi Limpasan Permukaan Spasial Akibat Perubahan Penggunaan Lahan: Menggunakan Model Kineros*. Malang: PPS Universitas Brawijaya.

Setiawan, Achmad. 2011. *Identifikasi Kawasan Rawan Bencana Banjir di Sepanjang Aliran Sungai Tallo Makassar*. Tugas Akhir Prodi PWK Jurusan Arsitektur Unhas. Makassar