PENANGGULANGAN BANJIR DENGAN RESAPAN MATERIAL BERPORI DAERAH GENANGAN KOTA MAKASSAR

Hakim duppa¹⁾

¹⁾Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Arsitektur
Universitas Pepabri Makassar
Email : hakim.duppa@yahoo.com

ABSTRACT

Flooding is the setting of the event mainland (which is usually dry) because of increased water volume. This study aimed to Assess basic soil characteristics and parameters of absorption capacity of the surface flow, creating a model porous absorption. This research method is a laboratory test of soil samples inundation areas and areas not flooded and samples of porous material such as basalt, river stones and slabs. Test results according to USCS soil characteristics and AASHTO on the road Racing center, obtained from the graph soil classification according to USCS and AASHTO → → SC A-2-7. Characteristics of soil material on the location inundated Racing center and road Pettarani III has a permeability value is 2.099×10^{-4} cm / sec and 2.856×10^{-4} cm / sec. Porous material characteristics of two types of material such as stone slabs and stone mountain building has a permeability value is 4.505×10^{-2} cm / sec and 2.955×10^{-2} cm / detik. Disimpulkan porous material grain size effect on the rate of runoff and infiltration. Porous material which has a larger grain size has greater permeability coefficient resulting in greater infiltration rate, while the smaller the rate of runoff, surface runoff or flooding means getting smaller.

Banjir adalah peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Penelitian ini bertujuan mengkaji karakteristik tanah dasar dan parameter kapasitas resapan aliran permukaan, dengan membuat model resapan berpori. Metode penelitian ini adalah uji laboratorium mengenai sampel tanah daerah genangan dan daerah tidak tergenang dan sampel material berpori seperti batu gunung, batu kali dan bongkahan. Hasil pemeriksaan karakteristik tanah menurut USCS dan AASHTO pada jalan Racing centre, diperoleh dari grafik klasifikasi tanah menurut USCS → SC dan AASHTO → A-2-7. Karakteristik material tanah lokasi tergenang pada jalan Racing centre dan jalan Pettarani III memiliki nilai permeabilitas yaitu $2,099 \times 10^{-4}$ cm/detik dan $2,856 \times 10^{-4}$ cm/detik. Karakteristik material berpori dari 2 jenis material yaitu batu gunung dan batu bongkahan bangunan memiliki nilai permeabilitas yaitu $4,505 \times 10^{-2}$ cm/detik dan $2,955 \times 10^{-2}$ cm/detik. Disimpulkan ukuran butiran material berpori berpengaruh pada laju limpasan dan resapan. Material berpori yang memiliki ukuran butiran yang lebih besar memiliki koefisien permeabilitas yang besar pula sehingga mengakibatkan laju resapan lebih besar, sedangkan laju limpasan semakin kecil, berarti limpasan permukaan atau banjir semakin kecil.

Kata kunci: Karakteristik material berpori dan permabilitas.

I PENDAHULUAN

Banjir adalah peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Banjir merupakan gejala / fenomena yang mempunyai latar belakang yang kini kian kompleks, merupakan bagian dari siklus iklim (Abdul Hamid, 2006). Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis yang basah (*Humid Tropic*) dengan ciri mempunyai curah hujan yang tinggi pada musim hujan. Akibatnya di beberapa tempat di musim penghujan terjadi bencana banjir yang menimbulkan korban dan kerugian baik, nyawa maupun harta benda, bahkan terjadinya genangan pun dapat menimbulkan kerugian.

Dinas Pekerjaan Umum (PU) mengatakan bahwa daerah kawasan yang tergenang air diakibatkan karena tidak berfungsinya sistem drainase atau juga daerah alamiah yang tergenang hanya pada saat banjir. Genangan dalam bahasa pengairan dimaknai sebagai air yang terkumpul di suatu tempat yang tidak tersalurkan karena elevasi tempat tersebut lebih rendah dari daerah sekitarnya.

Genangan merupakan luapan air yang bersifat setempat yang terjadi pada suatu wilayah pada musim hujan sebagai akibat dari bertambahnya volume air sehingga seluruh saluran penghubung yang ada tidak dapat lagi menampung kelebihan air serta memiliki ketinggian air kurang lebih 10 cm (Sri Harto, 1993).

Dengan keadaan yang demikian bila musim hujan tiba, terdapat beberapa wilayah yang tergenang banjir. Salah satunya adalah daerah Kelurahan Panaikang. Berbagai cara dilakukan oleh pemerintah dalam menangani masalah banjir, di antaranya pembangunan kanal dengan system drainase wilayah skala besar (masterplan drainase kawasan)

maupun desain – desain aturan rencana tata ruang wilayah untuk mengurangi dampak perubahan tata guna lahan. Akan tetapi, perencanaan tersebut kurang mampu mengatasi permasalahan banjir yang terjadi.

Hal ini perlu dilakukan penelitian mendalam untuk menemukan alternatif pemecahan masalah yang lain. Dari daur hidrologi, dapat dipahami bahwa air tanah yang berinteraksi dengan air permukaan serta komponen – komponen lain yang terlibat dalam daur hidrologi termasuk bentuk topografi, jenis batuan penutup, penggunaan lahan, tumbuhan penutup, serta manusia yang berada di permukaan (Handoyo, 2008). Salah satunya dengan memaksimalkan kandungan air tanah. Berikut faktor – faktor penentu potensi air tanah : Curah hujan, Material batuan, Geomorfologi / lereng, Vegetasi.

Seperti yang diuraikan di atas, untuk memaksimalkan kandungan air tanah dapat dilakukan dengan memberikan material batuan berpori dalam tanah untuk meningkatkan daya atau kapasitas resapan lapisan tanah, sehingga limpasan permukaan yang terjadi dapat diminimalisir karena air yang mengalir di permukaan akan dimungkinkan berinfiltrasi ke dalam tanah dalam jumlah yang lebih banyak dan dalam waktu yang lebih singkat. Pembuatannya dilakukan dengan cara mengganti lapisan tanah dengan menggunakan material berpori, seperti batu gunung ataupun batu bongkahan bangunan.

II BAHAN DAN METODE

2.1 Lokasi dan Rancangan penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika tanah Program studi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Metode yang digunakan adalah Uji laboratorium

karakteristik material berpori sebagai parameter resapan..

2.2 Populasi Sampel

Sampel tanah diambil pada 2 lokasi dari 19 lokasi tergenang di Kota Makassar, dan 1 lokasi tidak tergenang. Sampel tanah tergenang adalah berlokasi di Jalan AP Pettarani III, Kelurahan Panakukang dan Jalan Racing Centre Kelurahan Panakukang Kecamatan Panakukang, dan lokasi tidak tergenang di Kompleks Kampus Unhas, sebelah barat Lab Mekanika Tanah.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh melalui dokumentasi data yang ada di lembaga atau instansi yang terkait dengan lokasi penelitian. Adapun data sekunder yang digunakan adalah : Peta lokasi genangan kota Makassar, peta lokasi daerah-daerah yang tergenang kota Makassar yang pembagian wilayahnya menurut PU Kotamadya. Luas daerah genangan kota Makassar diperoleh dari penelitian pascasarjana Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yaitu: terdapat 19 titik yang menjadi lokasi genangan yang ada di kota Makassar

Data Primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari pengujian tanah di laboratorium. Data primer yang diperoleh adalah: Nilai koefisien resapan tanah (*permeabilitas*), kepadatan tanah (Berat volume), ukuran dan bentuk butiran (Uji saringan dan hidrometer), jenis tanah (*Specific Gravity*), batas-batas atterberg, hubungan kadar air dan kepadatan tanah (Kompaksi).

2.3 Rancangan Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan beberapa tahap, antara lain, Penentuan lokasi pengambilan sampel. Tiap daerah genangan ditentukan satu titik. pengambilan sampel tanah tidak

terganggu dilakukan dengan cara handboring (manual), yaitu memasukkan tabung hand boring berukuran 60 cm dan diameter 7,5 cm, kedalam titik yang ditentukan dengan kedalaman 1 m. Sampel tanah yang telah diambil dari lubang pengeboran disimpan dan dilindungi dan di amankan, dengan tujuan untuk menjaga struktur tanah dan komposisi fisik sesuai dengan kondisi aslinya sampai dikeluarkan dari tabung untuk ditest di laboratorium. Pengujian tanah di laboratorium tanah yang diperoleh dari daerah penelitian diuji di laboratorium mekanika tanah. Pengujian yang dilakukan yaitu: Percobaan permeabilitas, dilakukan dengan metode *falling head*, (ASTM D2434- 68)

III HASIL PENGUJIAN

Tabel 1 Pengujian permeabilitas dilakukan dengan *Metode Constant Head* untuk mengetahui kemampuan material tanah untuk dapat dirembesi oleh air. Dari hasil pengujian di laboratorium mekanika tanah menunjukkan bahwa permeabilitas tanah pada daerah genangan Jalan Racing Centre 2,099 x 10⁻⁵ cm/detik. Kepadatan tanah daerah tergenang memiliki kadar air tanah 17,44 %, berat volume basah tanah 1,850 gr/cm³ dan berat volume kering tanah 1,300 gr/cm³.

Pada daerah genangan Jl. Pettarani III nilai permeabilitasnya adalah 2,856 x 10⁻⁴ cm/detik. Kepadatan tanah daerah tergenang memiliki kadar air tanah 25,00 %, berat volume basah tanah 1,740 gr/cm³ dan berat volume kering tanah 1,300 gr/cm³.

Tabel 2, Hasil perhitungan laju resapan pada material berpori batu bongkahan bangunan lebih besar daripada laju resapan material berpori batu gunung. Namun, apabila dibandingkan dengan laju resapan tanah jalan Racing Centre,

berpori sangat rendah sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menampung air yang keluar lebih cepat.

Tabel 3, Terlihat bahwa laju limpasan material tanah Jalan Racing Centre dengan kepadatan 60% konstan pada menit ke-50 dengan nilai sebesar 5,072 mm/menit, sedangkan pada material berpori konstan pada menit ke-55 baik batu gunung maupun batu bongkahan bangunan nilainya sebesar 0 mm/menit. Ini menunjukkan bahwa laju limpasan dengan lapisan material berpori lebih kecil dari laju limpasan pada sampel tanah Jalan Racing Centre.

Pada gambar 2, memperlihatkan grafik limpasan konstan terjadi pada menit ke-50 dengan laju limpasan pada sampel tanah jalan Racing Centre sebesar 5,072 mm/menit dan untuk sampel tanah dengan lapisan material berpori konstan pada menit ke-55 baik material batu gunung maupun batu

bongkahan bangunan sama-sama memiliki laju limpasan 0 mm/menit. Laju limpasan material berpori lebih kecil dibandingkan dengan laju limpasan sampel tanah Jalan Racing Centre, sehingga material berpori yang digunakan dalam penelitian dapat menjadi alternatif pengganti tanah daerah genangan.

IV PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan laju resapan dan laju limpasan dengan intensitas curah hujan sebesar 351,892 mm/jam atau dengan ketinggian 5,3 cm dapat dibuat kurva laju resapan dan laju limpasan sebagai berikut : Laju Resapan Contoh perhitungan laju resapan material tanah Jalan Racing Centre dengan ketebalan 50 mm dengan ketinggian material batu gunung 20 cm :

Perhitungan laju resapan pada menit ke - 10,

$$\text{Resapan (Q)} = 42 \text{ ml/5 menit} = 8,4 \text{ ml/menit} = 8,4 \text{ cm}^3/\text{menit.}$$

$$\text{Luas Tangkapan (A)} = p \times l = 125 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 6250 \text{ cm}^2$$

$$\text{Laju Resapan} = Q/A = 8,4/6250 = 0,0013 \text{ cm/menit}$$

Laju Limpasan Contoh perhitungan laju limpasan material tanah Jalan Racing Centre

$$\text{Perhitungan laju limpasan pada menit ke - 10 Limpasan (Q)} = 1,2 \text{ liter/5 menit} = 0,24 \text{ liter/menit} = 240 \text{ cm}^3/\text{menit}$$

$$\text{Luas Tangkapan (A)} = p \times l = 125 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 6250 \text{ cm}^2$$

$$\text{Laju Limpasan} = Q/A = 240/6250 = 0,0384 \text{ cm/menit} = 0,384 \text{ mm/menit.}$$

dengan ketebalan 50 mm dengan ketinggian material batu gunung 20 cm :

Reduksi Material Tanah dan Material Berpori, Dari pengujian tanah dan material berpori menghasilkan limpasan yang berbeda pada masing-masing percobaannya, begitu pula dengan volume air yang dihasilkan dan volume air tersebut akan konstan pada waktu tertentu. Adapun tabel rekapitulasi pengujian limpasan yang diambil pada saat volume air menjadi konstan sebagai berikut:

Sampel tanah Jalan Racing Centre: Lapisan material berpori: batu gunung

Reduksi yang terjadi =

$$\frac{\text{Limpasan tanah} - \text{limpasan batu gunung}}{\text{limpasan tanah}} \times 100 \%$$

$$= \frac{5,072 - 0}{5,072} \times 100 \% = 100 \%$$

Sampel tanah Jalan Racing Centre : Lapisan material berpori: batu bongkahan bangunan. Reduksi yang terjadi =

$$\frac{\text{Limpasan tanah} - \text{limpasan bongkahan bangunan}}{\text{limpasan tanah}} \times 100 \%$$

$$= \frac{5,072 - 0}{5,072} \times 100 \% = 100 \%$$

Perhitungan nilai reduksi di atas, lapisan material berpori batu gunung, mampu mereduksi genangan/limpasan sampai 100% dan lapisan material batu bongkahan bangunan mampu mereduksi genangan/limpasan sampai 100%. Data intensitas curah hujan maksimum pada 3 stasiun hujan periode 12 tahun untuk kota

lebih besar dibandingkan limpasan air pada lapisan material berpori serta lapisan material berpori pada batu gunung dan batu bongkahan bangunan mampu mereduksi volume air sampai mencapai 100%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa material berpori batu gunung dan batu batu bongkahan bangunan dapat menjadi alternatif pengganti lapisan tanah daerah genangan untuk meminimalisir ataupun mencegah terjadinya banjir.

V SIMPULAN

Untuk sistem klasifikasi dari hasil pemeriksaan karakteristik tanah menurut USCS dan AASHTO pada jalan Racing centre, diperoleh dari grafik klasifikasi tanah menurut USCS $\rightarrow$ SC dan AASHTO $\rightarrow$ A-2-7 dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut termasuk dalam klasifikasi pasir berlempung dengan sifat plastisitas sedang. Karakteristik material tanah lokasi tergenang pada jalan Racing centre dan jalan Pettarani III memiliki nilai permeabilitas yang dihasilkan yaitu $2,099 \times 10^{-4}$ cm/detik dan $2,856 \times 10^{-4}$ cm/detik. Karakteristik material berpori dari 2 jenis material yaitu batu gunung dan batu bongkahan bangunan memiliki nilai permeabilitas yang dihasilkan yaitu $4,505 \times 10^{-2}$ cm/detik dan $2,955 \times 10^{-2}$ cm/detik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ukuran butiran material berpori berpengaruh pada laju limpasan dan resapan. Material berpori yang memiliki ukuran butiran yang lebih besar memiliki koefisien permeabilitas yang besar pula sehingga mengakibatkan laju resapan lebih besar, sedangkan laju limpasan semakin kecil.

Hasil perhitungan, material berpori baik batu gunung maupun batu bongkahan bangunan, sama-sama mampu mereduksi sebanyak 100% dari genangan/limpasan yang terjadi pada sampel tanah. Karena limpasan air pada tanah lebih besar dibandingkan limpasan air pada material berpori dan material berpori mampu mereduksi sampai 100%, dapat disimpulkan bahwa lapisan material batu gunung maupun batu bongkahan bangunan dapat menjadi alternatif pengganti tanah

untuk meminimalisir ataupun mencegah terjadinya banjir. Disarankan agar data yang diperoleh lebih baik, sebaiknya digunakan alat ukur dengan ketelitian yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Artikel RAPI-Nusantara-NET (2008), *Banjir adalah peristiwa terbenamnya dataran oleh air*, (Online), (www.rapi-nusantara.net.com), diakses tanggal 9 Oktober 2010).
- Asdak, C., 2002, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Fetter, C.W., 1988, *Applied Hydrogeology Second Edition*, MacMillan, New York.
- Handoyo, B., 2008, <http://www.malang.ac.id/e-Learning/FMIPA/BudiHandoyo/geografi.htm>. Tanggal 5 mei 2008.
- Harto, Sri, 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Keith Todd, D., 1980, *Ground Water Hydrology*, John Wiley and Son, Inc., New York.
- Keith Todd, D., 1980, *Ground Water Hydrology*, Mc. Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- Seyhan, Ersin, 1977, *Fundamentals of Hydrology*, Geografisch institut der Rijks-Universiteit te Utrecht, Utrecht.
- Seyhan, Ersin, 1993, *Dasar Dasar Hidrologi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soemarto, CD, 1987, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, Suyono, 1999, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tim Penyusun, 2011, *Penuntun Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah, Edisi kedelapan*, Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Sipil

disimpulkan bahwa lapisan material batu gunung maupun batu bongkahan bangunan dapat menjadi alternatif pengganti tanah untuk meminimalisir ataupun mencegah terjadinya banjir. Disarankan agar data yang diperoleh lebih baik, sebaiknya digunakan alat ukur dengan ketelitian yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Artikel RAPI-Nusantara-NET (2008), *Banjir adalah peristiwa terbenamnya dataran oleh air*, (Online), (www.rapi-nusantara.net.com, diakses tanggal 9 Oktober 2010).
- Asdak, C., 2002, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Fetter, C.W., 1988, *Applied Hydrogeology Second Edition*, MacMillan, New York.
- Handoyo, B., 2008, <http://www.malang.ac.id/e-Learning/FMIPA/BudiHandoyo/geografi.htm>. Tanggal 5 mei 2008.
- Harto, Sri, 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Keith Todd, D., 1980, *Ground Water Hydrology*, John Wiley and Son, Inc., New York.
- Keith Todd, D., 1980, *Ground Water Hydrology*, Mc. Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- Seyhan, Ersin, 1977, *Fundamentals of Hydrology*, Geografisch institut der Rijks-Universiteit te Utrecht, Utrecht.
- Seyhan, Ersin, 1993, *Dasar Dasar Hidrologi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soemarto, CD, 1987, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, Suyono, 1999, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tim Penyusun, 2011, *Penuntun Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah*, Edisi kedelapan, Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Sipil Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Tim Penyusun, 2012, *Penuntun Praktikum Laboratorium Rekayasa Transportasi*, Edisi kedelapan, Laboratorium Rekayasa Transportasi, Jurusan Sipil Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Walton, W.C., 1970, *Ground Water Resources Evaluation*, John Wiley and Sons Inc., New York.

TABEL DAN LAMPIRAN

TABEL 1 Rekap hasil pengujian tanah pada daerah genangan

No	Jenis Pengujian	Satuan	Lokasi Pengambilan Sampel		Range
			Jalan Racing Centre	Jl. Pettarani III	
1	Specific Gravity (Gs)		2,373	2,491	2,49-2,491
2	Kepadatan Tanah a. Kadar air b. Berat Vol. Basah (w) c. Berat Vol. Kering (d)	% gr/cm ³ gr/cm ³	17,44 1,850 1,300	25,00 1,740 1,300	17,44 - 25,00 1,740 - 1,850 1,300
3	Analisa Saringan dan Hidrometer	% %	73,6 berbutir kasar 17,4 Berbutir halus	64,8 berbutir kasar 35,2 berbutir halus	64,8 - 73,6 berbutir kasar 17,4 - 35,2 berbutir halus
4	Permeabilitas	Cm/det	$2,099 \times 10^{-4}$	$2,856 \times 10^{-4}$	$2,099 \times 10^{-4} - 2,856 \times 10^{-4}$

TABEL 2 Rekapitulasi hasil perhitungan laju resapan material berpori

Waktu (menit)	Material Berpori (Batu Gunung)		Material Berpori (Batu Bongkahan Bangunan)	
	Resapan (ml)	Laju Resapan (mm/menit)	Resapan (ml)	Laju Resapan (mm/menit)
5	0	0	0	0
10	42	0,013	75	0,024
15	541	0,173	675	0,216
20	1414	0,452	1500	0,48
25	1620	0,518	1750	0,56
30	1700	0,544	1950	0,624
35	1810	0,579	2250	0,72
40	1906	0,609	2355	0,753
45	1988	0,636	2455	0,785
50	1960	0,627	2650	0,848
55	1985	0,635	2750	0,88
60	1985	0,635	2750	0,88

GAMBAR 1 Grafik rekapitulasi laju resapan

TABEL 3 Rekapitulasi hasil perhitungan laju limpasan

Waktu (menit)	Material Berpori (Batu Gunung)		Material Berpori (Batu Bongkahan Bangunan)	
	Limpasan (liter)	Laju Limpasan (mm/menit)	Limpasan (liter)	Laju Limpasan (mm/menit)
5	0	0	0	0
10	1,2	0,384	8,5	2,72
15	12,5	4	11,5	3,68
20	15,2	4,864	14,9	4,768
25	16,5	5,28	16,5	5,28
30	16,1	5,152	18,2	5,824
35	14,2	4,544	19,5	6,24
40	10,4	3,328	13,4	4,288
45	7,5	2,4	5,5	1,76
50	2,2	0,704	0,6	0,192
55	0	0	0	0
60	0	0	0	0

GAMBAR 2 Grafik rekapitulasi laju limpasan