

## **IMPLIKASI PERBEDAAN TAFSI BUILDING COVERAGERATIO TERHADAP BESARAN ALIRAN PERMUKAAN DI SUATU KOMPLEKS PERUMAHAN**

Soedarwoto Hadhiswoyo<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

*It has always been complicated to overcome an overland flow at a location with extensive percentage of land coverage condition. Regulations concerning the building coverage had decided by 60% from the area. In some certain area, it affected by land conservation that has at least 1000 m<sup>2</sup> wide, with 10% or 20% that can be build for a real estate. The problem is not lie on the current regulations, but supervision and obedience to it seems faded. The meaning of the closing or land wide that can be build is include parking area or the coverage by semi permeable materials, and not only by the building with its' roof.*

*The article will discover an additional surface flow caused by a different elaboration on the regulation. The flow is affected by rainfall intensity, infiltration that is affected by soil type-this study stress on clay loam, loam, and loamy sand-the coverage material, and land elevation.*

*Analysis is carried out on a theoretical location with building coverage ratios of 60%, 20%, and 10%. Utilizing 30 minutes rainfall intensity data and the specified return period of 5, 10, and 25 years, the additional flow dimension is obtained.*

**Keywords :** *rainfall intensity, land coverage percentage, land elevation, overland flow*

### **PENDAHULUAN**

Problem aliran air hujan sampai saat ini masih belum dapat teratasi dengan baik di beberapa perkotaan atau di daerah tertentu, masih mengakibatkan genangan air yang tidak dikehendaki dan penanganannya seringkali merupakan kegiatan yang bersifat tambal sulam. Kalau terjadi banjir baru dilakukan penanganan secara perlokasi, pembuatan tanggul, pengaliran air ketempat yang lebih rendah, menggunakan pompa sesuai dengan kebutuhan atau yang dimiliki, bahkan didiamkan saja menunggu genangan air tersebut mengalir secara gravitasi sampai mengering dengan sendirinya.

Waktu untuk mengeringkan sangat dipengaruhi oleh besar atau dalamnya genangan, dan luas daerah genangan, atau dengan perkataan lain volume air yang menggenang di suatu lokasi. Berbagai usaha seperti disebut di atas bahkan dilengkapi kajian dengan pembuatan sumur resapan, kolam penyimpanan, kolam parkir, kolam tando, sistem polder yang diterapkan di Jakarta, dan nampaknya akan dikembangkan di Semarang.

Semua usaha tersebut tentunya mempunyai makna khusus, mengurangi aliran yang ada atau terjadi, nampaknya problema pokok belum atau tidak diselesaikan, awal dari segala genangan tersebut bermula dari lokasi atau daerah yang dimanfaatkan sebagai pemukiman, pusat-pusat kegiatan,

---

<sup>1</sup> Laboratorium/KBI Teknik Sumberdaya Air,  
Jurusan Teknik Sipil Unika Parahyangan Bandung

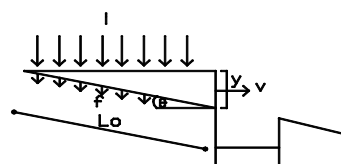
antara lain pusat perdagangan, industri, yang tentunya dilengkapi lahan parkir di luar maupun di dalam bangunan.

Setiap daerah sudah memiliki Rencana Tata Ruang dan Wilayah, nampaknya pengawasan terhadap ketentuan tersebut seringkali tak berjalan dengan baik, dan tampak di sana-sini terjadi modifikasi yang mengakibatkan penutupan lahan menjadi makin luas, yang mengakibatkan aliran permukaan bertambah besar kuantitasnya. Dalam makalahnya, Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah menyampaikan bahwa pada periode antara tanggal 27 Januari hingga 3 Februari 2002, curah hujan berkisar antara 47 – 250 mm dan terjadi pasang surut tertinggi hingga mencapai 1,90 m yang mengakibatkan seluruh sungai meluap dan terjadi kerusakan pada beberapa tanggul sungai dan kanal (Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002). Tingkat urbanisasi yang tinggi di kota-kota besar semakin menambah penutupan lahan karena dibangunnya perumahan dan selanjutnya mengurangi daerah resapan air, dengan adanya penutupan lahan akibat peningkatan pemukiman yang tidak terkendali, berpengaruh terhadap besaran aliran permukaan berakibat meluasnya genangan dan tambahan debit di saluran pembuang. Selanjutnya berakibat buruk terhadap lingkungan.

**Dasar Teori**

Data curah hujan (CH) 30 menit-an kota Bandung dianalisis menjadi intensitas curah hujan (ICH) dengan periode ulang 5,10, dan 25 tahun. Menggunakan teori Chow dkk., dianalisis aliran permukaan yang terjadi pada tiga jenis tanah, yang menyertakan intensitas curah hujan, infiltrasi dan panjang lahan searah aliran, dengan kemiringan lahan yang bersudut 0°,3°, 5°, 10°, dan 15°. Tiga jenis tanah tersebut adalah lempung berliat, lempung, dan pasir berlempung, dengan sebagian bahan penutup lahan kedap air.

Aliran di atas permukaan lahan menurut uraian tersebut di atas dapat dilihat pada gambar berikut:



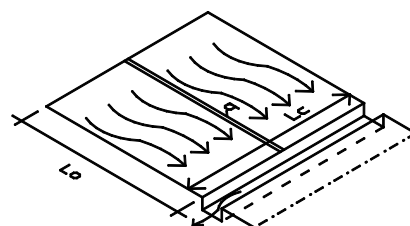
Gambar 1. Aliran di atas permukaan lahan

Aliran permukaan per satuan lebar dinyatakan sebagai berikut: (Chow,David,Larry, 1988 berdasarkan rumus kontinuitas dalam suatu kontrol surface, dan kontrol volume)

$$q = vy = (i - f) L_o \cos \theta \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- q = debit aliran per satuan lebar (m<sup>3</sup>/s)
- v = kecepatan aliran permukaan (m/s)
- y = kedalaman aliran pada titik tinjauan (m)
- I = intensitas curah hujan, periode ulang 5, 10, 25 tahun (mm/jam)
- f = infiltrasi, dipengaruhi oleh jenis tanah (mm/jam, in/jam)
- Lo = lebar lahan dalam arah kemiringan (m)
- Cos θ = cosinus dari kemiringan lahan  
θ = 0,3 °, 5 °, 10 °, dan 15 °



$$Q = q \times Lc$$

Gambar 2. Aliran di atas permukaan lahan LoxLc

**Bilangan Reynold**

Aliran air yang melalui suatu permukaan perlu ditelaah keadaan alirannya, agar diperoleh gambaran perilaku aliran terhadap butiran-butiran pembentuk permukaan lahan. Telaah dilakukan dengan menggunakan teori yang disampaikan oleh Low and Yen dan atau Emmet, untuk memenuhi kriteria apakah aliran tersebut turbulen atau laminar. Analisis yang memberikan gambaran keadaan aliran tersebut mengikuti besaran bilangan Reynold (Re), aliran turbulen dengan nilai  $Re > 2000$  dan aliran laminar nilai  $Re \leq 2000$ .

$$R_e = \frac{4q_0}{v} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Re = bilangan Reynold
- $q_0$  = debit aliran per satuan lebar (m<sup>2</sup>/s)
- v = viskositas air (m<sup>2</sup>/s)

Tabel 1. Suhu air dan Viskositas (SMHP)

Suhu °C	Viskositas (m <sup>2</sup> /s)
15,6	0,131
21,1	0,112
26,7	0,0974
32,2	0,0763

Koefisien gesekan dan tahanan Low and Yen (1976) (Hadhiswoyo, 1997)

$$y = \left( \frac{fq_0^2}{8gS_0} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (3)$$

$$f = \frac{C_L}{R_e} \dots\dots\dots (3a)$$

$$C_L = 96 + (108i^{0,4}) \dots\dots\dots (3b)$$

$$y = \frac{fv^2}{(8gS_0)} \dots\dots\dots (3c)$$

$$q = vy \dots\dots\dots (3d)$$

Keterangan:

- f = koefisien gesekan
- y = kedalaman lapisan aliran pada bidang seragam
- $C_L$  = koefisien Low dan Yen
- g = percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)
- i = ntensitas curah hujan (in/jam, mm/jam)
- $S_0$  = kemiringan lahan

Bila aliran menjadi turbulen faktor gesekan bebas dari bilangan Re dan hanya tergantung kepada kekasaran permukaan saja.

$$y = \alpha q_0^m \dots\dots\dots (4)$$

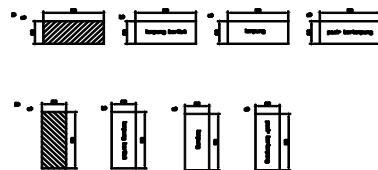
Keterangan:

$$\alpha = \text{koefisien} = \left( \frac{n}{S_0^{0,5}} \right)^{0,6}$$

- m = 0,3 aliran laminar,  $Re \leq 2000$
- m = 0,6 aliran turbulen,  $Re > 2000$

**Data lahan dan ketentuan *building coverage ratio (bcr)***

Lahan yang ditelaah pada studi ini terdiri atas 3 jenis tanah. Jenis tanah tersebut adalah pasir berlempung, lempung, dan lempung berliat dengan infiltrasi yang tertera di dalam Tabel 2. Kavling lahan mempunyai 2 macam ukuran: (1) lebar  $L_0 = 20$  m dengan panjang 50 m, (2) lebar  $L_0 = 50$  m dengan panjang 20 m.



Gambar 3. ola kavling lahan di atas berbagai jenis tanah

Tabel 2. ata kapasitas infiltrasi dari beberapa tipe tanah

No.	Tekstur tanah	Kapasitas infiltrasi(mm/jam)	
		f	f rata-rata
1.	Pasir berlempung ( <i>loamy sand</i> )	25 - 50	37,5
2.	Lempung ( <i>loam</i> )	12,5 - 25	18,75
3.	Lempung berliat ( <i>clay loam</i> )	0,5 - 2,5	1,50

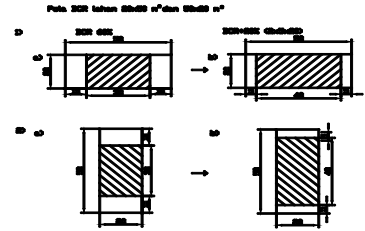
Tabel 3. Data curah hujan 1986 – 1995 (Badan Metereologi Geofisika, 2002)

No.	Tahun	CH 30 menit (mm)
1.	1986	311,20
2.	1987	196,60
3.	1988	99,50
4.	1989	291,10
5.	1990	232,50
6.	1991	178,70
7.	1992	328,30
8.	1993	255,50
9.	1994	226,50
10.	1995	228,00

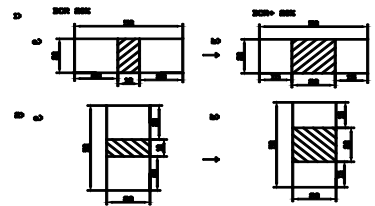
### Keadaan lahan yang dianalisis

Lahan yang dianalisis memiliki 6 keadaan dilihat dari *BCR* (60%, 20%, dan 10%) dan jenis tanah lempung berliat, lempung, dan pasir berlempung. Luas kavling lahan sebesar 1000 m<sup>2</sup> (ukuran 20 x 50 m<sup>2</sup> dan 50 x 20 m<sup>2</sup>) yang terbagi atas luas lahan yang boleh dibangun dengan 2 kondisi: (1) sudah termasuk untuk lahan parkir dan penutupan oleh lapisan kedap air 60%, 20%, 10%, (2) adanya tambahan penutupan untuk lahan parkir dan penutupan oleh lapisan kedap air lainnya sebesar 20%, dan sisa lahan yang berupa taman atau halaman yang tidak

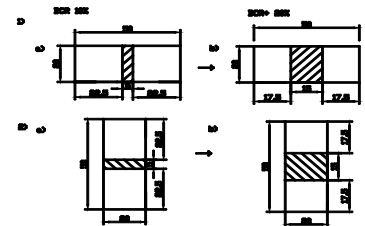
ditutupi lapisan kedap air, jenis tanah lempung berliat, lempung, dan pasir berlempung.



Gambar 4. BCR 60% dan tambahan penutupan 20%



Gambar 5. BCR 20% dan tambahan penutupan 20%



Gambar 6. BCR 10% dan tambahan penutupan 20%

Implikasi Perbedaan Tafsir Building Coverageratio Terhadap  
Besaran Aliran Permukaan Di Suatu Kompleks Perumahan

Tabel 4. Keadaan lahan yang dianalisis

Keadaan	BCR	Luas Kavling (m <sup>2</sup> )	Kondisi Lahan	Luas dibangun (+ tambahan) (m <sup>2</sup> )	Sisa (m <sup>2</sup> )
1	60%	1000	Sudah termasuk untuk parkir/penutupan oleh lapisan kedap air 20%	600	400
2			Ada tambahan untuk parkir/penutupan oleh lapisan kedap air 20%	600 (+200)	200
3	20%	1000	Sudah termasuk untuk parkir/penutupan oleh lapisan kedap air 20%	200	800
4			Ada tambahan untuk parkir/penutupan oleh lapisan kedap air 20%	200 (+200)	600
5	10%	1000	Sudah termasuk untuk parkir/penutupan oleh lapisan kedap air 20%	100	900
6			Ada tambahan untuk parkir/penutupan oleh lapisan kedap air 20%	100 (+200)	700

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Debit aliran permukaan dianalisis pada lahan dengan ukuran  $L_o = 20$  m,  $P = 50$  m dan  $L_o = 50$  m,  $P = 20$  m, kemiringan lahan  $S_o = 0,00524$  dengan sudut  $\theta = 0,3^\circ$ ;  $S_o = 0,0875$  dengan sudut  $\theta = 5^\circ$ ;  $S_o = 0,17634$

dengan sudut  $\theta = 10^\circ$ ;  $S_o = 0,268$  dengan sudut  $\theta = 15^\circ$  dan BCR [1] 60% dan 60% (+20%), [2] 20% dan 20% (+20%), [3] 10% dan 10% (+20%), dengan intensitas curah hujan dan periode ulang 5,10, dan 25 tahun.

Tabel 5. Debit aliran permukaan pada tanah lempung berliat dengan ukuran (50 x 20) m<sup>2</sup>

Jenis tanah	T (tahun)	i (mm/jam)	$\theta$ (°)	$S_o$	Q (lt/s)	
					60%	60% (+20%)
Lempung berliat	5	57,4	0,3	0,00524	15,78	15,86
	10	64,95			17,88	17,96
	25	74,8			20,61	20,69
	5	57,4	5	0,0875	15,71	15,80
	10	64,95			17,81	17,89
	25	74,8			20,53	20,61
	5	57,4	10	0,17634	15,53	15,61
	10	64,95			17,59	17,67
	25	74,8			20,28	20,36
	5	57,4	15	0,268	15,24	15,32
	10	64,95			17,27	17,35
	25	74,8			19,91	19,99

Tabel 6 . Debit aliran permukaan pada tanah lempung dengan ukuran (20 x 50) m<sup>2</sup>

Jenis tanah	T (tahun)	i (mm/jam)	θ (°)	So	Q (lt/s)	
					20%	20% (+20%)
Lempung	5	57,4	0,3	0,00524	11,78	12,82
	10	64,95			13,88	14,92
	25	74,8			16,61	21,81
	5	57,4	5	0,0875	11,73	12,77
	10	64,95			13,82	14,86
	25	74,8			16,54	17,58
	5	57,4	10	0,17634	11,59	12,61
	10	64,95			13,65	14,68
	25	74,8			16,35	17,37
	5	57,4	15	0,268	11,38	12,38
	10	64,95			15,42	16,42
	25	74,8			16,05	17,05

Tabel 7. Debit aliran permukaan pada tanah pasir berlempung dengan ukuran (50 x 20) m<sup>2</sup>

Jenis tanah	T (tahun)	i (mm/jam)	θ (°)	So	Q (lt/s)	
					10%	10% (+20%)
Pasir berlempung	5	57,4	0,3	0,00524	6,57	8,65
	10	64,95			8,67	10,75
	25	74,8			11,40	13,49
	5	57,4	5	0,0875	6,54	8,62
	10	64,95			8,63	10,71
	25	74,8			11,36	13,43
	5	57,4	10	0,17634	6,46	8,51
	10	64,95			8,53	10,58
	25	74,8			11,22	13,27
	5	57,4	15	0,268	6,35	8,36
	10	64,95			8,37	10,38
	25	74,8			11,02	13,03

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap kavling lahan 20 x 50 m<sup>2</sup> dan 50 x 20 m<sup>2</sup> dengan berbagai penutupan mulai dari lapisan kedap air, jenis tanah lempung berliat, lempung, dan pasir berlempung terlihat adanya kenaikan debit aliran seperti terlihat pada Tabel 5 sampai dengan Tabel 7.

Untuk luas lahan 1000 m<sup>2</sup> atau 0,1 ha dengan Lo = 20 m pada lahan berukuran 20 x 50 m<sup>2</sup> dan Lo = 50 m pada lahan berukuran 50 x 20 m<sup>2</sup> dengan lama hujan diperkirakan 2 sampai dengan 3 jam-dipakai contoh analisis hujan selama 3 jam-dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Implikasi Perbedaan Tafsir Building Coverageratio Terhadap  
Besaran Aliran Permukaan Di Suatu Kompleks Perumahan

Tabel 8. Beda debit aliran pada lahan berukuran 20 x 50 m<sup>2</sup> dan 50 x 20 m<sup>2</sup>

Penutupan lahan/jenis tanah	BCR (%)	BCR +20%	Beda debit aliran (lt/s)			t (jam)	Volume air (m <sup>3</sup> )
			T = 5	T = 10	T = 25		
Lempung berliat	60	80	0,08	0,08	0,08	3	0,864
	20	40	0,08	0,08	0,09	3	0,864
	10	30	0,08	0,08	0,08	3	0,864
Lempung	60	80	1,04	1,04	1,05	3	11,232
	20	40	1	1	1	3	10,8
	10	30	1,04	1,04	1,03	3	11,232
Pasir berlempung	60	80	2,08	2,08	2,08	3	22,464
	20	40	2,08	2,08	2,09	3	22,464
	10	30	2,08	2,08	2,09	3	22,464

Untuk 50 kavling lahan atau seluas 5 ha = 50.000 m<sup>2</sup> dan 50 ha = 500.000 m<sup>2</sup> maka volume air yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Volume air untuk luas 50.000 m<sup>2</sup> dan 500.000 m<sup>2</sup>

Penutupan lahan/jenis tanah	Volume air (m <sup>3</sup> )	
	50.000 m <sup>2</sup>	500.000 m <sup>2</sup>
Lempung berliat	43,2	432
Lempung	554,4	5.544
Pasir berlempung	1123,20	11.232,0

Memperhatikan hasil analisis yang disampaikan di atas diperlukan suatu pengawasan yang ketat terhadap pemberian izin bangunan pada lahan yang memiliki jenis tanah lempung dan terutama tanah pasir berlempung akan menghasilkan volume aliran yang besar apabila dilakukan penutupan, volume aliran akan meningkat tajam. Nampaknya problema yang dihadapi akan selalu terjadi apabila pokok persoalan tidak diatasi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Dalam menganalisis aliran permukaan perlu menyertakan faktor intensitas curah hujan, infiltrasi, dan kemiringan permukaan lahan untuk memperoleh gambaran kedalaman, kecepatan, dan debit aliran permukaan.
2. Pola penataan kavling lahan akan mempengaruhi hasil aliran yang lebih besar apabila dibuat sisi panjang (50x20 m<sup>2</sup>) sejajar arah kemiringan permukaan lahan dibandingkan sisi pendek (20x50 m<sup>2</sup>) sejajar arah aliran.
3. Penutupan lahan dengan bahan kedap air mempunyai kecenderungan menghasilkan perbedaan besaran debit aliran yang sama pada semua keadaan penambahan *bcr*, kemiringan lahan, dan periode ulang.

### Saran

1. Pada upaya menyelesaikan problema aliran permukaan, terutama yang berkaitan dengan *building coverage ratio* harus diperjelas pengertian persentase penutupan lahan yang diizinkan, apakah sudah termasuk adanya penambahan penutupan lahan

- untuk kepentingan lain, jalan kendaraan, jalan orang dan penutupan lainnya.
2. Pada saat pembangunan harus memperhatikan jenis tanah, terutama pada tanah pasir berlempung karena akan memberikan besaran debit aliran atau volume yang besar.
  3. Pada keadaan volume air membesar perlu adanya upaya menghambat aliran dengan mengurangi volume aliran permukaan, pembuatan kolam tando, bak penyimpanan atau sumur penyimpanan tunggal maupun kelompok, agar tidak memberikan beban lebih pada saluran pembuang alam

#### DAFTAR PUSTAKA

Badan Meteorologi Geofisika Bandung, *Data Curah Hujan tahun 1986 – 1995* (2002), Bandung

Chow, ven Te., et. al (1988), *Applied Hydrology*, McGraw-Hill, International Edition, England

Hadhisiswoyo, S. (1997), *Pengaruh Kemiringan Permukaan Jalan Terhadap Genangan Air Hujan*, Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan ke 5 (KRTJ-5) Wilayah Tengah dan Wilayah Timur, Yogyakarta

Hadhisiswoyo, S. (1998), *Tinjauan Tentang Aliran Air Hujan Pada beberapa Tipe Rumah*, Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur, Nomor 1 - 1998, Bandung

Hadhisiswoyo, S. (2002), *Faktor Dominan Pada Besaran Aliran Permukaan dan Implikasinya*, Prosiding PIT HATHI XIX, Pekanbaru

K. Linsey, Ray., B. Franzini, Joseph (1972), *Water-Resources Engineering*, Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Second Edition, Tokyo

Menteri Peremukiman dan Prasarana Wilayah (2002), *Kebijakan dan Program Terpadu Bidang Peremukiman dan Prasarana Wilayah dalam Rangka Penanganan Banjir Nasional*, Jakarta

Watkins, L.H., Fiddes, D. (1984), *Highway and Urban Hydrology in the Tropics*, Pentech Press Limited, London