

ANALISA DEBIT PADA LUAS TANGKAPAN KAWASAN PEMUKIMAN

Elfince Wonda¹ dan Junus Bothmir²

¹ Elfince Wonda, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

² Junus Bothmir, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

ABSTRAK

Secara alami sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah dan selebihnya akan menjadi limpasan permukaan. Pemahaman mengenai limpasan air pada permukaan tanah terbuka merupakan masalah yang seharusnya di atasi karena akan mengakibatkan pengikisan atau longsoran.

Dengan adanya permasalahan yang terjadi pada kawasan pemukiman akan dilakukan suatu penelitian sesuai dengan tujuan yang diharapkan yaitu dengan menganalisa berapa besar debit akibat limpasan air hujan pada luas tangkapan . Debit adalah suatu koefesien yang menyatakan banyaknya air yang mengalir dari suatu sumber persatuan waktu, biasanya diukur dalam satuan m^3/dtk .

Pengukuran debit air dilakukan dengan metode pengumpulan data dengan survey dilapangan dan dengan menganalisa debit air pada pengujian yang dilakukan di laboratorium fluida dan hidrolika. Dengan analisa yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut debit tertinggi terjadi pada kemiringan $5,25^\circ$ sebesar $0,0190 m^3/dtk$ saat hujan sangat deras dan yang terendah pada kemiringan $1,75^\circ$ sebesar $0,0008 m^3/dtk$ saat hujan normal . Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kemiringan mempengaruhi tinggi dan rendahnya debit air pada permukaan tanah.

Kata kunci : hujan,tanah,debit,hasil

1. PENDAHULUAN

Secara alami sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah dan selebihnya akan menjadi limpasan permukaan. Banyaknya pembangunan dilakukan di suatu daerah yang berpengaruh terhadap penggunaan lahan, sehingga perlu suatu arahan terhadap penggunaan lahan pada suatu kawasan pemukiman agar tetap berpedoman pada keseimbangan lingkungan. Pemahaman mengenai proses dan besarnya limpasan yang terjadi serta faktor – faktor yang mempengaruhinya, limpasan air pada permukaan tanah terbuka merupakan masalah yang seharusnya di atasi karena akan mengakibatkan erosi atau pengikisan, longsoran meterial yang sesungguhnya berlangsung secara alamiah maupun sebagai akibat atau tindakan dari manusia.

Perluasan kawasan pemukiman dan berkurangnya kawasan hutan yang terjadi di beberapa tempat di Kota jayapura, peralihan fungsi suatu kawasan yang mampu menyerap air (*pervious*) menjadi kawasan yang kedap air (*impervious*), dengan banyaknya perluasan kawasan pemukiman perlu adanya perencanaan yang matang untuk membangun suatu rumah tinggal, pada beberapa kondisi didapati banyaknya rumah penduduk yang hanya membangun suatu rumah tanpa adanya perencanaan saluran pembuangan, sehingga limpasan air hujan maupun dari penggunaan air yang di pakai sehari – hari dialirkan begitu saja pada permukaan tanah dengan kondisi terbuka yang akan mengakibatkan pengikisan pada permukaan tanah yang terbawa oleh aliran air yang lambat laun akan terjadi penurunan atau longsoran pada tanah yang terjadi pada lokasi pemukiman.

Dengan adanya permasalahan yang terjadi pada kawasan pemukiman akan dilakukan penelitian yang berjudul Analisa Debit Pada Luas Tangkapan Kawasan Pemukiman . Penelitian dilakukan di laboratorium fluida dan hidrolika dimana simulasi hujan buatan dan luas tangkapan

berupa pemodelan rumah penduduk, sedangkan tanah uji yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tanah merah (laterit) yang diambil dari Buper dengan kondisi terbuka yang akan dipadatkan dalam wadah. Pada penelitian ini digunakan variasi intensitas hujan yang berbeda – beda yaitu hujan normal, hujan deras dan hujan sangat deras dengan waktu yang sudah ditentukan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar debit akibat limpasan air hujan pada luas tangkapan pada pemukiman Buper.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Debit aliran adalah jumlah aliran air (volume) yang mengalir melalui suatu penampang dalam waktu tertentu, umumnya dinyatakan dalam satuan volume/waktu yaitu (m³/detik). Pengukuran debit pada waktu-waktu tertentu dapat digunakan sebagai bahan analisa. Makin banyak pengukuran dilakukan, makin teliti datanya, akan tetapi dalam menentukan jumlah pengukuran tergantung dari tujuan, kepekaan sungai, dan ketelitian yang akan dicapai.

Data debit atau aliran sungai merupakan informasi yang paling penting bagi pengelola sumber daya air. Debit puncak (banjir) diperlukan untuk merancang bangunan pengendali banjir. Sementara data debit aliran kecil diperlukan untuk perencanaan alokasi (pemanfaatan) air untuk berbagai macam keperluan, terutama pada musim kemarau panjang. Debit aliran rata-rata tahunan dapat memberikan gambaran potensi sumber daya air yang dapat dimanfaatkan dari suatu daerah aliran sungai.

Istilah debit biasanya berkaitan dengan air, aliran dan sungai. Dari beberapa pengertian diatas sebenarnya membahas satu hal yang sama yaitu jumlah air yang ditampung.

- Perhitungan debit dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = A \times V \quad (1)$$

Dimana Q adalah Debit aliran (m³/dtk) ; A adalah Luas penampang basah (m²) ; V= Kecepatan aliran (m/dtk).

Fungsi dari pengukuran debit aliran adalah untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir dari suatu sumber dan seberapa cepat air tersebut mengalir dalam waktu satu detik.

Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Debit Aliran

Pada dasarnya debit air yang dihasilkan oleh suatu sumber air ditentukan oleh beberapa faktor yaitu :

- Intensitas hujan
- Penggundulan hutan
- Pengalihan hutan menjadi lahan pertanian
- Intersepsi
- Evaporasi dan Transpirasi

Proses Terjadinya Limpasan Permukaan

Pada saat hujan turun, tetesan pertama air hujan ditangkap oleh daun dan tajuk vegetasi. Ini disebut sebagai intersepsi, kalau hujan terus maka air hujan yang mencapai permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) sampai mencapai suatu taraf dimana intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah. Setelah itu, celah – celah dan cekungan di permukaan tanah, parit – parit, dan cekungan lainnya semua dipenuhi air dan setelah itu barulah terjadi limpasan permukaan. Kapasitas infiltrasi tanah tergantung pada tekstur dan struktur tanah dan dipengaruhi pula oleh kondisi lengas tanah sebelum hujan. Kapasitas ini menurun hingga kurang dari laju infiltrasi aktual.

Menurut Arsyad (1982 dalam Hardjaja dkk.1991) proses terjadinya aliran permukaan adalah curah hujan yang jatuh diatas permukaan tanah pada suatu wilayah pertama – tama akan masuk ke dalam tanah sebagai air infiltrasi setelah ditahan oleh tajuk pohon sebagai air intersepsi. Infiltrasi akan berlangsung terus selama air masih berada dibawah kapasitas lapang.

Apabila hujan terus berlangsung, dan kapasitas lapang telah terpenuhi, maka kelebihan air hujan tersebut akan tetap terinfiltrasi yang selanjutnya akan menjadi air perkolasi dan sebagian digunakan untuk mengisi cekungan atau depresi permukaan tanah sebagai simpanan permukaan (depression storage), selanjutnya setelah simpanan depresi terpenuhi, kelebihan air tersebut akan menjadi genangan air yang disebut depresi terpenuhi, kelebihan air tersebut akan menjadi genangan air yang disebut tambatan permukaan (detention storage). Sebelum menjadi aliran permukaan (*over land flow*), kelebihan air hujan diatas sebagian menguap atau terevaporasi walaupun jumlahnya sangat sedikit.

Setelah proses – proses hidrologi diatas tercapai dan air hujan masih berlebih, baik hujan masih berlangsung atau tidak, maka aliran permukaan akan terjadi. Selanjutnya aliran permukaan akan menuju saluran – saluran dan akhirnya akan menuju sungai sebelum mencapai danau, laut.

Schwab dkk (1981 dalam harudjaja dkk 1991) mengemukakan bahwa aliran permukaan tidak akan terjadi sebelum evaporasi, intersepsi, simpanan depresi, tambatan permukaan, dan tambatan saluran terjadi. Limpasan terdiri dari air yang berasal dari tiga sumber:

1. Aliran permukaan
Aliran permukaan (*surface flow*) adalah bagian dari air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan tanah. Aliran permukaan disebut juga aliran langsung (*direct runoff*). Aliran permukaan merupakan penyebab utama terjadinya banjir.
2. Aliran antara
Aliran antara (*interflow*) adalah aliran dalam arah lateral yang terjadi di bawah permukaan tanah. Aliran antara terdiri dari gerakan air dan lengas tanah secara lateral menuju elevasi yang lebih rendah.
3. Aliran air tanah
Aliran air tanah adalah aliran yang terjadi di bawah permukaan air tanah ke elevasi yang lebih rendah yang akhirnya menuju sungai atau langsung ke laut.

Proses Limpasan Permukaan dan Kehilangan Tanah Dalam

Model WANULCAS

Dalam model WANULCAS, apabila curah hujan telah melebihi maximum laju infiltrasi tanah dan curah hujan telah melebihi kapasitas tanah menyimpan air (jumlah ruang pori tanah) limpasan permukaan mulai terjadi.

$$E = 2700 \times S \times (1 - Cover) \times \frac{Q}{100} \quad (2)$$

Dimana E adalah Kehilangan tanah ; S adalah Sinus ; Cover adalah Fraksi penutupan lahan (0 = terbuka – 1 = tertutup) ; Q adalah Limpasan permukaan ; I adalah Entrailment Efisiensi.

Metode Intensitas Curah Hujan

Metode Mononobe

Untuk perhitungan intensitas curah hujan dapat menggunakan rumus dengan metode mononobe seperti dibawah ini :

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (3)$$

Dimana I adalah intensitas hujan (mm/jam) ; R²⁴ adalah Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam) ; t adalah Lama hujan (jam).

Topografi Kemiringan Lereng

Peta topografi merupakan peta yang menggambarkan kenampakan tinggi rendah permukaan bumi. Dalam peta topografi symbol yang sering dijumpai adalah garis kontur yang membedakan jarak antara ketinggian. Peta topografi menyediakan data yang diperlukan tentang

sudut kemiringan, elevasi, daerah aliran sungai. Peta topografi menunjukkan bentuk-bentuk permukaan bumi seperti lereng, cekungan (depresi), bukit dan pengunungan dan memiliki klasifikasi kelas lereng menurut Van Zuidam, 1979 sebagai berikut :

Tabel 1. Klasifikasi Kelas Lereng (Menurut Van Uidam, 1979)

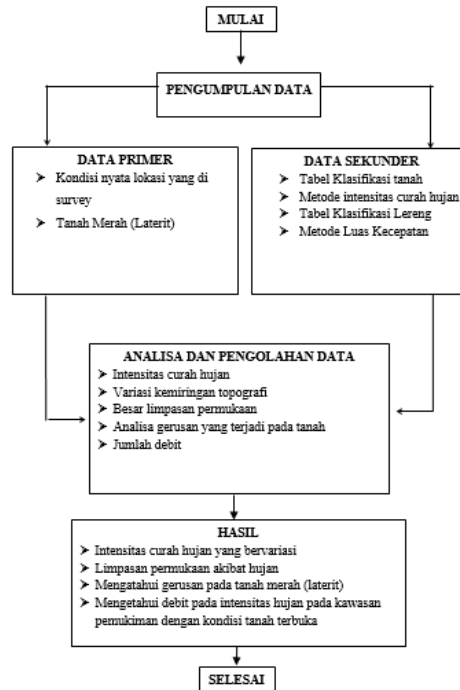
Kelas Lereng (°)	Kondisi Alamiah
0° - 2°	Datar –Hampir Datar
2° - 4°	Landai
4° - 8°	Miring
8° - 16°	Agak Curam
16° - 35°	Curam
35° - 55°	Sangat Curam
>55°	Curam Sekali

(Sumber : Van Zuidam, 1979)

3. METODE PENELITIAN

Bagan Alur Penelitian

Untuk memudahkan dalam pembahasan dan analisa debit pada luas tangkapan di kawasan pemukiman, maka di buat diagram alur penelitian. Diagram alur ini merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam rangka menyelesaikan penelitian ini. Dengan demikian, penelitian ini dapat diselesaikan dengan sistematis dan mendapatkan hasil yang valid serta sesuai dengan tujuan yang diharapkan.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Metode Mononobe :

Setelah dilakukan perhitungan intensitas hujan mulai dari hujan normal sampai hujan sangat deras dengan kemiringan topografi 1,75° dan 5,25° diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

Kemiringan	Tipe Hujan	Waktu (t)		Intensitas Curah Hujan (I) mm/jam
		Menit	Jam	
1,75°	H.Normal	3	0.05	0
		7	0.116	9137,9
		12	0.2	7450
	H.Deras	3	0.05	600
		7	0.116	5517,2
		12	0.2	7350
	H.S.Deras	3	0.05	6200
		7	0.116	6896,5
		12	0.2	7375
5,25°	H.Normal	3	0.05	4700
		7	0.116	7758,6
		12	0.2	6450
	H.Deras	3	0.05	6200
		7	0.116	8103,4
		12	0.2	6650
	H.S.Deras	3	0.05	6600
		7	0.116	8275,8
		12	0.2	7750

Sumber : Analisa Data 2018

Dimana I adalah Intensitas Hujan (mm/jam) ; t adalah Lama Hujan (jam)

Perhitungan Besar Limpasan permukaan

Perhitungan Limpasan Permukaan Hujan Normal

Kemiringan topografi 1,75°

$$= 0,278 \times C \times I \times A \times S$$

$$= 0,278 \times 0,65 \times 0 \times 1,5 \times 1,75$$

$$= 0$$

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \times S$$

$$= 0,278 \times 0,65 \times 9137,9 \times 1,5 \times 1,75$$

$$= 4334.44 \text{ mm/jam}$$

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \times S$$

$$= 0,278 \times 0,65 \times 7450 \times 1,5 \times 1,75$$

$$= 3533.81 \text{ mm/jam}$$

Setelah menghitung limpasan permukaan di hasil perhitungan dimasukkan ke dalam table untuk di Analisa.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Limpasan Permukaan

Tipe Hujan	Kemiringan Topografi (°)	Waktu (Menit -Jam)		Limpasan Permukaan (Q)
Normal	1,75°	3	0.05	0
		7	0.116	4334.44
		12	0.2	3533.81
Deras	1,75°	3	0.05	284.60
		7	0.116	2617.01
		12	0.2	3486.38
Sangat deras	1,75°	3	0.05	2940.89
		7	0.116	3271.26
		12	0.2	3498.23
Normal	5.25°	3	0.05	6688.15
		7	0.116	11040.58
		12	0.2	9178.43
Deras	5.25°	3	0.05	8822.67
		7	0.116	11631.23
		12	0.2	9463.03
Sangat deras	5.25°	3	0.05	9391.88

	5.25°	7	0.116	11776.56
	5.25°	12	0.2	11028.34

(Sumber : Analisa Data 2018)

Analisa Kehilangan Tanah

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kehilangan Tanah

Tipe hujan	Kemiringan topografi	Waktu (Menit – jam)		Limpasan permukaan (mm/jam)	Kehilangan tanah (M ²)
Normal	1,75°	3	0.05	0	0
		7	0.116	4334.44	0.2048
		12	0.2	3533.81	0.1669
Deras	1,75°	3	0.05	284.60	0.0134
		7	0.116	2617.01	0.0123
		12	0.2	3486.38	0.1647
Sangat Deras	1,75°	3	0.05	2940.89	0.1389
		7	0.116	3271.26	0.1545
		12	0.2	3498.23	0.1652
Normal	5,25 °	3	0.05	6688.15	0.9480
		7	0.116	11040.58	1.5650
		12	0.2	9178.43	1.3010
Deras	5,25 °	3	0.05	8822.67	1.2506
		7	0.116	11631.23	1.6486
		12	0.2	9463.03	1.3413
Sangat Deras	5,25 °	3	0.05	9391.88	1.3312
		7	0.116	11776.56	1.6693
		12	0.2	11028.34	1.5632

(Sumber : Analisa Data 2018)

Tabel 5. Perhitungan Debit

Tipe hujan	Kemiringan topografi °	Waktu		V = Kecepatan Airan (m/dtk)	A = Luas Penampang Basah (m ²)	Debit (m ³ /dtk) (Q=V x A)
		Menit	Jam			
Normal	1,75 °	3	0.05	0	0.0006	0
		7	0.116	0.0138		0.0000082
		12	0.2	0.0208		0.0000125
Deras		3	0.05	0.0138		0.0000083
		7	0.116	0.0208		0.0000125
		12	0.2	0.0416		0.000025
Sangat Deras		3	0.05	0.0238		0.000014
		7	0.116	0.0416		0.000025
		12	0.2	0.0833		0.00005
Normal	5,25 °	3	0.05	0.0138		0.0000083
		7	0.116	0.0208		0.0000125
		12	0.2	0.0416		0.000025
Deras		3	0.05	0.0208		0.0000125
		7	0.116	0.0416		0.000025
		12	0.2	0.0833		0.00005
Sangat Deras		3	0.05	0.0416		0.000025
		7	0.116	0.0833		0.00005
		12	0.2	0.1666		0.0004

(Sumber : Analisa Data 2018)

Tabel 6. Perhitungan Sedimentasi

Kemiringan	Tipe Hujan	Waktu (t)		Panjang Wadah Sedimentasi (m)	Lebar Wadah Sedimentasi (m)	Tinggi Sedimentasi (m)	Sedimentasi (m ³)
		Menit	Jam				
				P	L	T	S = P x L T
1,75°	H.Normal	3	0.05	0,11	0,06	0	0
		7	0.116			0,001	0.0000066
		12	0.2			0,002	0.000013

	H.Deras	3	0.05	0,11	0,06	0,003	0.000019	
		7	0.116	0,09	0,09	0,004	0.000032	
		12	0.2			0,006	0.000048	
	H.S.Deras	3	0.05	0,11	0,06	0,005	0.000033	
		7	0.116			0,006	0.000039	
		12	0.2			0,008	0.000052	
	5,25°	H.Normal	3	0.05	0,11	0,06	0,002	0.000016
			7	0.116	0,09	0,09	0,003	0.000024
			12	0.2			0,005	0.00004
H.Deras		3	0.05	0,11	0,06	0,004	0.000026	
		7	0.116	0,09	0,09	0,008	0.000052	
		12	0.2	0,11	0,06	0,008	0.000046	
H.S.Deras		3	0.05	0,09	0,09	0,007	0.000056	
		7	0.116	0,11	0,06	0,009	0.000059	
		12	0.2	0,09	0,09	0,008	0.000064	

(Sumber : Analisa Data 2018)

Tabel 7. Hasil Perhitungan total limpasan, KehilanganTanah,Debit,Sedimentasi

Tipe Hujan	Kemiringan Topografi (°)	Limpasan Permukaan (mm/jam)	Kehilangan Tanah (m ³)	Debit (m ³ /dtk)	Sedimentasi (m ³)
Hujan Normal	1,75°	7868,25	0,3717	0,000020	0,000019
Hujan Deras	1,75°	6387,99	0,1647	0,000045	0,000099
HujanSangatDeras	1,75°	9710,38	0,4586	0,000089	0,00012
Tipe Hujan	Kemiringan Topografi (°)	Limpasan Permukaan (mm/jam)	Kehilangan Tanah (m ³)	Debit (m ³ /dtk)	Sedimentasi (m ³)
Hujan Normal	5,25°	26907,16	3,814	0,000070	0,000092
Hujan Deras	5,25°	29916,93	4,2405	0,000087	0,00012
HujanSangatDeras	5,25°	32196,79	4,5637	0,000475	0,00017

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam penelitian ini digunakan variasi hujan yaitu hujan normal, deras dan sangat deras dengan durasi waktu 3 menit, 7 menit dan 12 menit pada Kemiringan topografi 1,75 ° dan 5,25 ° .

1. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa total kehilangan tanah yang paling tinggi terjadi pada kemiringan topografi 5,25° dengan intensitas hujan sangat deras sebesar 182,54 m³ dan total kehilangan tanah yang paling sedikit terjadi pada kemiringan 1,75° dengan intensitas curah hujan normal sebesar 7,616 m³.
2. Dengan hujan yang berkelanjutan dengan rentang waktu yang cukup lama maka akan mengakibatkan terjadinya limpasan permukaan yang besar yang terjadi pada intensitas hujan sangat deras pada kemiringan topografi 5,25° sebesar 1076166,4 mm/jam dan

untuk limpasan permukaan yang paling sedikit terjadi pada intensitas hujan normal pada kemiringan $1,75^\circ$ sebesar 244143,2 mm/jam.

3. Kemiringan sangat berpengaruh pada setiap pengujian yang dilakukan karena dengan kemiringan maka debit air akan terus bertambah pada lokasi pemukiman. Total debit air yang paling banyak terjadi pada kemiringan topografi $5,25^\circ$ dengan intensitas hujan sangat deras sebesar 0,0190 m³/dtk, dan total debit paling sedikit terjadi pada kemiringan topografi $1,75^\circ$ dengan intensitas curah hujan normal sebesar 0,0008 m³/dtk.

Saran

Penulis ingin menyampaikan beberapa saran yang mungkin akan bermanfaat bagi pembaca untuk dapat melengkapi dan menyempurnakan tugas akhir ini :

1. Pembentukan atau pembuatan lokasi perumahan agar lebih mendetail sesuai dengan kondisi nyata yang terdapat pada lokasi yang ditinjau.
2. Analisa lapangan dengan laboratorium agar lebih diperhatikan data-data lapangan lokasi penelitian.
3. Penggunaan lahan dengan kondisi tertutup perlu kita bandingkan dengan lahan terbuka dan dampak yang terjadi pada lokasi tersebut.
4. Pemanfaatan lahan tanpa adanya perawatan akan menimbulkan kerusakan pada tanah dan sewaktu – waktu akan mengalami penurunan tanpa kita sadari.

5. DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, sitanala. 1989. Konservasi Tanah dan air. IPB Press. Bogor

Arsyad 2010. Konservasi tanah dan air

Agnas Setyawan. 2013. Menghitung Derajat Kemiringan Lereng Peta Topografi.

Bambang Triatmodjo. 2008. Hidrologi Terapan. Beta offset. Yogyakarta.

Dr. Junus Bothmir, ST. MT (2011), Diktat Rekayasa Hidrologi, Jayapura

Harto, Sri. 1993. Analisis Hidrologi, Jakarta: Erlangga

<https://www.scribd.com>. Klasifikasi Kemiringan Lereng.

Iwan novianto, 2015. Debit Aliran Sungai.

Nurul Aisyah. Metode Pengukuran Debit Air.

Suwandi, 2006. Debit Air.