

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pengujian dilaksanakan pada tanggal 07-08 juni 2016 dengan menggunakan dua model pengujian, pengujian pertama kita menggunakan contoh hujan 1 dan pengujian dua kita menggunakan contoh hujan 2, dengan keterangan contoh hujan 1 mengaplikasikan dengan menggunakan 5 *nozzle* sebagai acuan tipe hujan, sedangkan contoh hujan 2 di aplikasikan dengan menggunakan 3 *nozzle* sebagai acuan tipe hujan 2. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali masing masing pada tiap jumlah lubang inlet yang terpasang. Untuk pengujian II dilaksanakan pada tanggal 9 Juni 2016, pengambilan data dalam pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengujian pada tiap jumlah lubang inlet yang terpasang. Setiap pengujian ada 3 macam sampel yang pertama pengujian dengan menggunakan 1 inlet, yang kedua menggunakan 2 inlet dan selanjutnya menggunakan 3 inlet.

A. Intensitas Hujan

Pengujian ini menggunakan 5 *nozzle* dan 3 *nozzle*, masing-masing dilakukan 3 kali pengujian. Pada interval waktu 3 menit dalam total waktu 30 menit untuk 1 tahapan pengujian.

1. Perhitungan Intensitas Hujan

Rumus yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan sebagai berikut:

$$I = \frac{d}{t} \dots\dots\dots (5.1)$$

$$d = \frac{V}{A} \dots\dots\dots (5.2)$$

Dengan:

- I = Intensitas hujan (mm/menit)
- d = Tinggi Hujan (mm)
- t = Waktu (menit)
- V = Volume hujan dalam penampang (mm³)

A = Luas penampang hujan (mm^2)

Langkah untuk menentukan volume hujan dalam suatu penampang menggunakan cara mencari massa air dalam penampang terlebih dahulu dengan rumus sebagai berikut:

$$M. \text{ Air} = M_t - M_c \quad \dots\dots\dots (5.3)$$

Dengan:

$M. \text{ Air}$ = Massa Air (gr)

M_t = Massa Cawan+Berat Air (gr)

M_c = Massa Cawan (gr)

Rumus untuk menghitung volume hujan dalam penampang sebagai berikut:

$$V = M. \text{air} / \rho \quad \dots\dots\dots (5.4)$$

Dengan:

V = Volume hujan dalam penampang (mm^3)

$M. \text{ air}$ = Massa air (gr)

ρ air bersih = $1000 \text{ kg/m}^3 = 0,001 \text{ gr/mm}^3$

Rumus untuk menghitung tinggi hujan sebagai berikut:

$$d = V / A \quad \dots\dots\dots (5.5)$$

Dengan:

d = Tinggi hujan (mm)

V = Volume hujan dalam penampang (mm^3)

A = Luas penampang (mm^2)

$$A = 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 = 9386,53 \text{ mm}^2, \text{ dengan } D = 109,3 \text{ mm}.$$

Apabila tinggi hujan sudah diketahui langkah selanjutnya adalah menghitung intensitas hujan pada menit ke-3 sampai dengan menit ke 30.

Penelitian intensitas hujan yang dilakukan di laboratorium telah mendapatkan hasil sebagai berikut :

Penelitian intensitas hujan dengan menggunakan contoh hujan 1 dilakukan 3 kali pengujian. Masing masing pengujian tersebut di hitung dalam interval waktu 3 menit dalam total waktu 30 menit. hasil pengujian tersebut sebagai berikut :

2. Hasil Penelitian Intensitas Hujan

Penelitian intensitas hujan yang dilakukan di laboratorium telah mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.1 Intensitas Hujan Selama Pengujian

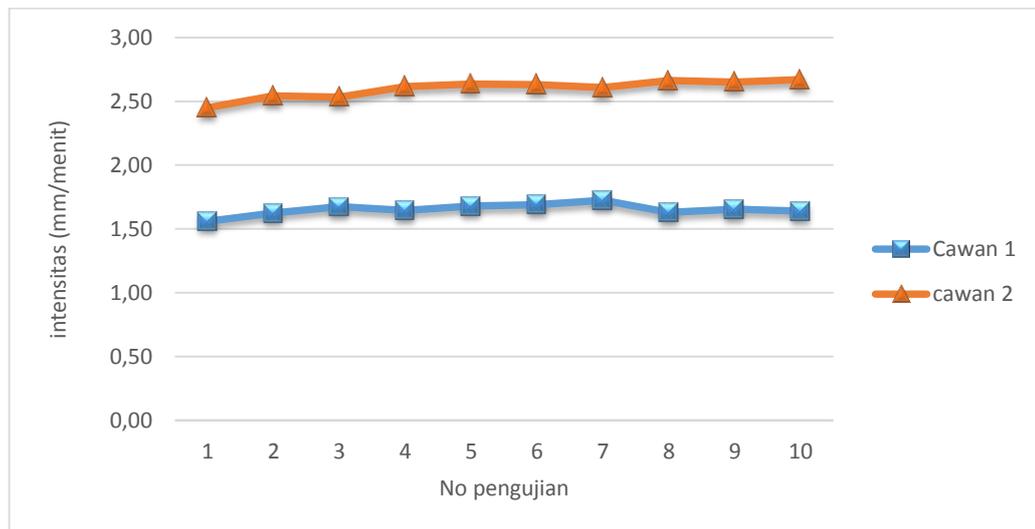
Intensitas Hujan Rata -Rata (mm/menit)						
Waktu	Hujan 1			Hujan 2		
Menit ke	1 Inlet	2 Inlet	3 Inlet	1 Inlet	2 Inlet	3 Inlet
3	2,06	2,08	2,00	1,49	1,70	1,53
6	2,07	2,12	2,08	1,57	1,70	1,82
9	2,10	2,14	2,10	1,66	1,74	1,74
12	2,10	2,10	2,13	1,68	1,74	1,60
15	2,13	2,10	2,16	1,61	1,73	1,65
18	2,13	2,10	2,16	1,63	1,66	1,62
21	2,12	2,10	2,17	1,61	1,72	1,62
24	2,13	2,10	2,15	1,67	1,62	1,55
27	2,12	2,11	2,15	1,72	1,70	1,49
30	2,07	2,10	2,15	1,69	1,67	1,56
Rata-rata	2,10	2,11	2,13	1,63	1,70	1,62

- **Hujan 1**

Hasil pengujian nilai tertinggi intensitas hujan 1 dengan 3 inlet dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan digambarkan pada Gambar 5.1.

Tabel 5.2 Hasil Intensitas Hujan 1

No Pengujian	Intensitas(mm/menit)		Intensitas rata rata (mm/menit)
	Cawan 1	Cawan 2	
1	1,56	2,45	2,00
2	1,62	2,54	2,08
3	1,67	2,53	2,10
4	1,64	2,62	2,13
5	1,68	2,63	2,16
6	1,69	2,63	2,16
7	1,73	2,61	2,17
8	1,63	2,66	2,15
9	1,65	2,65	2,15
10	1,64	2,67	2,15
Rata-rata	1,65	2,60	2,13



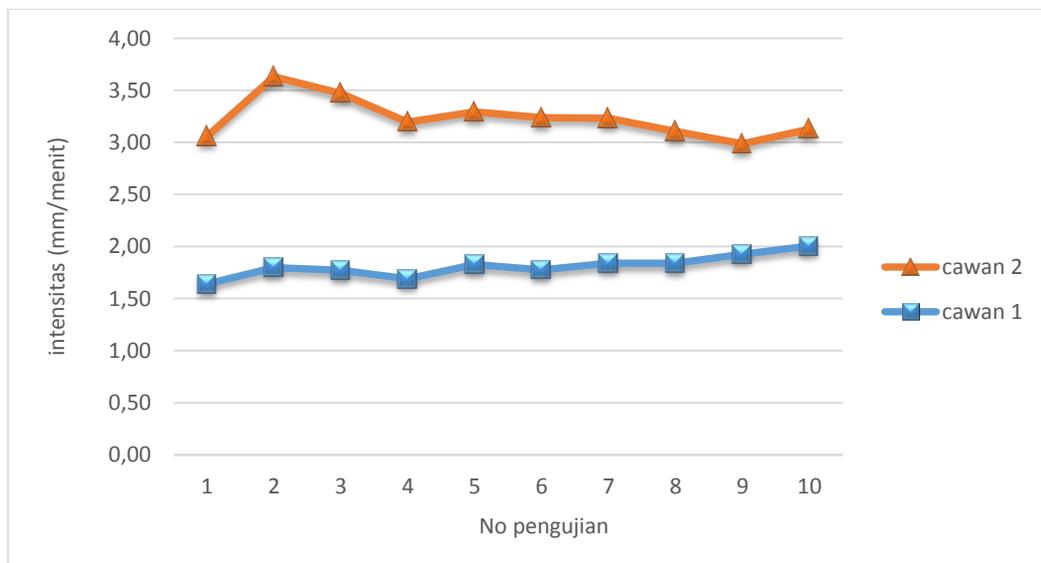
Gambar 5.1 Grafik intensitas hujan hujan 1 dengan 3 inlet

- **Hujan 2**

Hasil pengujian nilai intensitas hujan 2 dengan 3 inlet dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan digambarkan pada Gambar 5.2.

Tabel 5.3 Hasil Intensitas Hujan Dengan Hujan 2

No Pengujian	Intensitas(mm/menit)		Intensitas rata rata (mm/menit)
	Cawan 1	Cawan 2	
1	1,64	1,42	1,53
2	1,80	1,83	1,82
3	1,77	1,70	1,74
4	1,69	1,51	1,60
5	1,83	1,46	1,65
6	1,78	1,46	1,62
7	1,84	1,39	1,62
8	1,84	1,27	1,55
9	1,93	1,06	1,49
10	2,00	1,12	1,56
Rata-rata	1,81	1,42	1,62



Gambar 5.2 Grafik intensitas hujan dengan hujan 2 dengan 3 imlet

Dari hasil perhitungan nilai intensitas hujan pada kedua jenis pengujian yaitu dengan menggunakan contoh hujan 1 dan menggunakan menggunakan contoh hujan 2 dapat diketahui nilai intensitas tertinggi pada contoh hujan 1 dengan 3 inlet, yaitu pada pengujian nomer 7 dengan rata –rata nilai intensitas = 2,17, sedangkan pada pada pengujian di contoh hujan 2 nilai intensitas tertinggi pada nomer pengujian ke 2 = 1,82 mm/menit, dari data diatas juga tampak terlihat kecenderungan pada pengambilan data hujan 1 dengan 1 inlet 2 inlet 3 inlet dan di hujan 2 dengan 1 inlet intensitas di cawan no 2 lebih besar daripada intensitas di cawan 1, sedangkan pada pengambilan data hujan 2 dengan 2 inlet dan 3 inlet intensitas tertinggi malah di cawan no 1, hal ini disebabkan perilaku hujan di dua titik tersebut tidak merata atau berubah rubah karena kondisi *nozzle* yang sering sekali tidak stabil antar titik *nozzle*.

Pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 bahwa jumlah *nozzle* berpengaruh terhadap jumlah intensitas hujan yang terjadi. Semakin banyak jumlah *nozzle* yang di gunakan nilai intensitasnya juga bertambah besar besar.

B. Perbandingan Nilai Debit Limpasan

Pengujian ini dilakukan untuk mengaetaahui jumlah aliran yang masuk ke dalam lubang inlet dan mengalir ke saluran drainase lalu ditampung pada sebuah alat ukur, pengujian sebanyak 3 kali untuk tiap masing-masing kondisi hujan. Pertama dipasang lubang inlet dengan jumlah 3 lubang, kemudian setelah itu dipasang 2 lubang, dan lalu dipasang dengan 1 lubang. Masing – masing pengujian dihitung dalam interval waktu 3 menit dalam waktu 30 menit. Hubungan antara waktu dengan debit limpasan pada jumlah 1 lubang inlet, 2 lubang inlet dan 3 lubang inlet bentuk persegi pada kondisi hujan 1 dan hujan 2 yang di hasilkan dari alat simulator hujan, rumus untuk menghitung debit limpasan adalah.

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (5.6)$$

Dengan:

Q = Debit Limpasan (liter/menit)

V = Volume Limpasan (liter)

t = Waktu (menit)

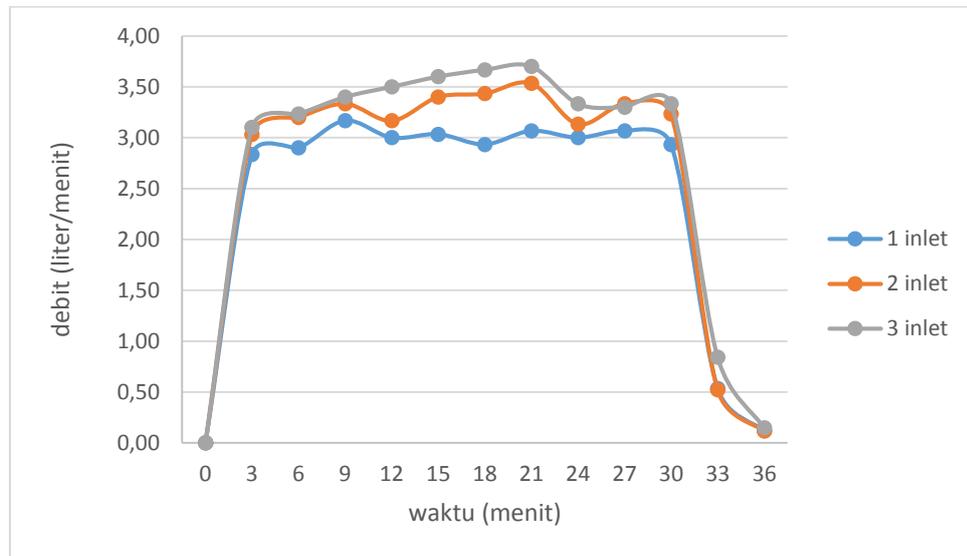
Hubungan antara waktu dengan debit limpasan pada 1 lubang inlet, 2 lubang inlet dan 3 lubang inlet dengan bentuk persegi panjang pada trotoar adalah sebagai berikut:

Tabel 5.4 Contoh Hasil Analisis Limpasan Pada Pengujian 1 Lubang Inlet

Waktu (menit)	limpasan (Liter)	M air (gr)	V limpasan		Q.limpasan (Liter/Menit)
			(mm ³)	(Liter)	
0	0	0	0	0	0
3	8,5	8500	8500000	8,5	2,83
6	8,7	8700	8700000	8,7	2,90
9	9,5	9500	9500000	9,5	3,17
12	9	9000	9000000	9	3,00
15	9,1	9100	9100000	9,1	3,03
18	8,9	8900	8900000	8,9	2,97
21	9,2	9200	9200000	9,2	3,07
24	9	9000	9000000	9	3,00
27	9,2	9200	9200000	9,2	3,07
30	8,8	8800	8800000	8,8	2,93

Tabel 5.5 Hasil Analisis Nilai Debit Limpasan Pada Hujan 1

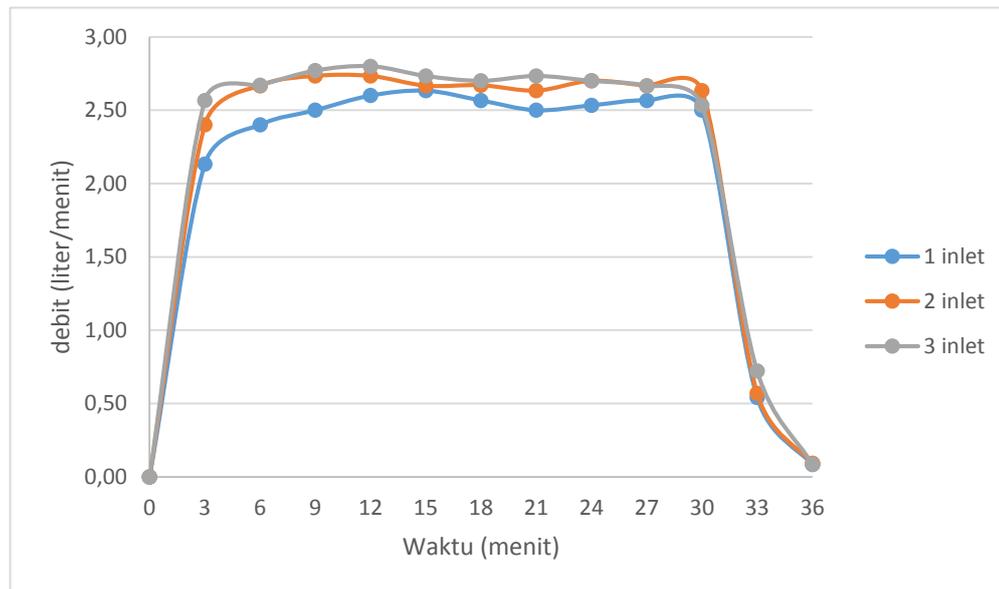
Waktu	Debit Limpasan (Liter/menit)		
	1 Inlet	2 Inlet	3 Inlet
0	0,00	0,00	0,00
3	2,83	3,03	3,10
6	2,90	3,20	3,23
9	3,17	3,33	3,40
12	3,00	3,17	3,50
15	3,03	3,40	3,60
18	2,93	3,43	3,67
21	3,07	3,53	3,70
24	3,00	3,13	3,33
27	3,07	3,33	3,30
30	2,93	3,23	3,33
33	0,54	0,52	0,84
36	0,12	0,12	0,15



Gambar 5.3 Grafik debit limpasan pada hujan 1

Tabel 5.6 Hasil Analisis Nilai Debit Limpasan Pada Hujan 2

Waktu	Debit Limpasan (Liter/menit)		
	1 Inlet	2 Inlet	3 Inlet
0	0,00	0,00	0,00
3	2,13	2,40	2,57
6	2,40	2,67	2,67
9	2,50	2,73	2,77
12	2,60	2,73	2,80
15	2,63	2,67	2,73
18	2,57	2,67	2,70
21	2,50	2,63	2,73
24	2,53	2,70	2,70
27	2,57	2,67	2,67
30	2,50	2,63	2,53
33	0,54	0,57	0,72
36	0,08	0,09	0,09



Gambar 5.4 Grafik debit limpasan pada hujan 2

Pada Gambar 5.3 dan gambar 5.4 menjelaskan perilaku debit limpasan akan semakin banyak jika lubang inlet yang dipasang dengan 3 lubang inlet, demikian juga sebaliknya apabila semakin sedikit jumlah inlet yang dipasang maka debit limpasan semakin sedikit, pada 1 lubang inlet lebih kecil dari debit limpasan 2 lubang inlet dan 3 lubang inlet. Data yang di dapat pada pengujian terlihat dari grafik hidrograf laju debit limpasan tidak stabil, hal ini di sebabkan volume hujan yang di aliri dari nozzle pada alat simulator hujan saat pengujian sering berubah – ubah dan mengakibatkan hujan tidak merata dan kurangnya ketelitian pada saat pengukuran volume air menggunakan gelas ukur sehingga tidak mendapatkan hasil yang maksimal.

Untuk tabel hasil pengujian debit limpasan pada setiap pengujian selengkapnya dapat di lihat pada lampiran.

C. Pengaruh Jumlah Lubang *Inlet Street* Terhadap Genangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa banyak terjadinya suatu genangan pada masing masing jumlah lubang inlet yg akan dipasang, pelaksanaan pengujian ini di lalkukam sebanyak 3 kali pada tiap macam-macam kondisi hujan. Pengujian pertama dilakukan pada contoh hujan 1 yang telah dipasang *inlet* dengan jumlah 3 lubang, setelah itu dipasang 2 lubang, dan selanjutnya dipasang dengan menggunakan 1 lubang. masing – masing pengujian tersebut dihitung dalam interval waktu 3 menit dari total waktu pengujian 30 menit didapat volume genangan yang disajikan dalam Gambar 5.5 dan Tabel 5.8 untuk kondisi hujan deras, dengan menggunakan rumus dibawah ini.

Langkah pertama menentukan luasan genangan dengan cara mengukur tinggi dan lebar genangan terjauh dari trotoar yang ada di rumput dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Volume Geanagan} = \text{Luas Genangan} \times \text{Luas daerah tangkapan} \dots\dots\dots (5.8)$$

Dengan Luas daerah tangkapan (2000mm / 3)

Untuk luas genangan digunakan rumus segitiga sebagai berikut :

$$\text{Luas Genangan} = 0,5 \times \text{tinggi} \times \text{alas}$$

Dengan :

Tinggi : Tinggi genangan pada rumput

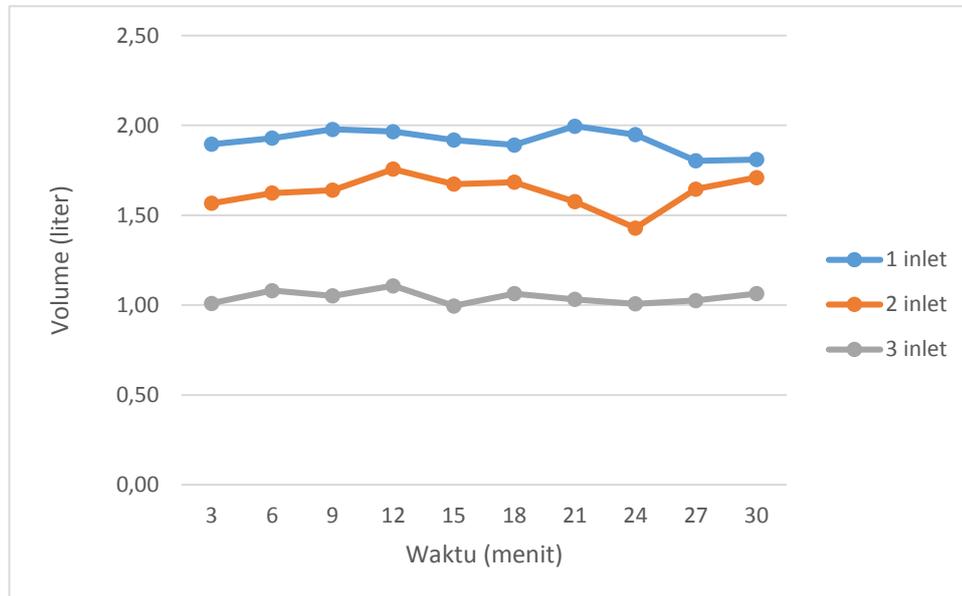
Alas : Lebar genangan pada rumput

Tabel 5.7 Perhitungan Volume Genangan Pada Hujan 1 Dengan 1 Inlet

Waktu (menit)	No Inlet	Genangan		L (mm)	A. Genangan (mm ²)	V. Genangan (mm ³)	A. Genangan (mm ²)	V. Genangan (mm ³)	(liter)
		h (mm)	l (mm)						
3	1	11	182	666,6667	1001,00	667333,33	2843,50	1895666,67	1,90
	2	11	164	666,6667	902,00	601333,33			
	3	11	171	666,6667	940,50	627000,00			
6	1	11	187	666,6667	1028,50	685666,67	2894,50	1929666,67	1,93
	2	11	156	666,6667	858,00	572000,00			
	3	12	168	666,6667	1008,00	672000,00			
9	1	11	186	666,6667	1023,00	682000,00	2967,00	1978000,00	1,98
	2	12	156	666,6667	936,00	624000,00			
	3	12	168	666,6667	1008,00	672000,00			
12	1	11	186	666,6667	1023,00	682000,00	2949,00	1966000,00	1,97
	2	12	154	666,6667	924,00	616000,00			
	3	12	167	666,6667	1002,00	668000,00			
15	1	12	179	666,6667	1074,00	716000,00	2878,00	1918666,67	1,92
	2	11	165	666,6667	907,50	605000,00			
	3	11	163	666,6667	896,50	597666,67			
18	1	13	164	666,6667	1066,00	710666,67	2837,00	1891333,33	1,89
	2	11	158	666,6667	869,00	579333,33			
	3	11	164	666,6667	902,00	601333,33			
21	1	15	168	666,6667	1260,00	840000,00	2994,00	1996000,00	2,00
	2	10	162	666,6667	810,00	540000,00			
	3	11	168	666,6667	924,00	616000,00			
24	1	13	178	666,6667	1157,00	771333,33	2922,50	1948333,33	1,95
	2	11	157	666,6667	863,50	575666,67			
	3	11	164	666,6667	902,00	601333,33			
27	1	12	176	666,6667	1056,00	704000,00	2704,50	1803000,00	1,80
	2	11	147	666,6667	808,50	539000,00			
	3	10	168	666,6667	840,00	560000,00			
30	1	13	182	666,6667	1183,00	788666,67	2715,00	1810000,00	1,81
	2	10	148	666,6667	740,00	493333,33			
	3	11	144	666,6667	792,00	528000,00			

Tabel 5.8 Hasil perhitungan volume genangan hujan 1

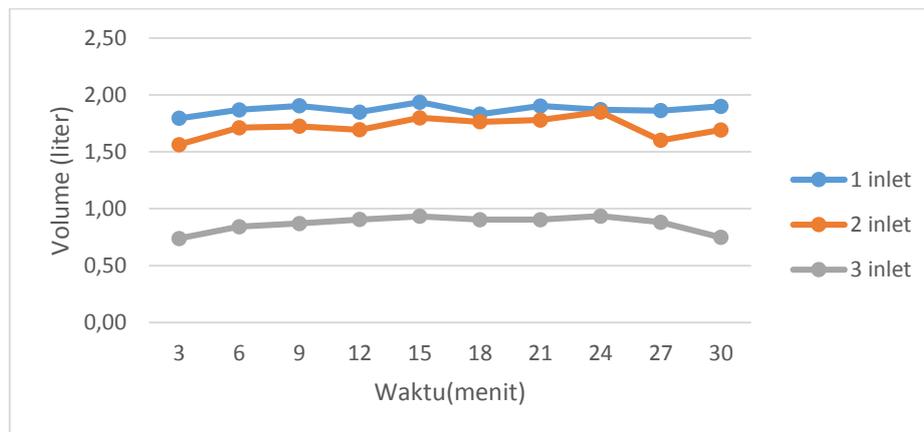
Waktu (menit)	Volume genangan		
	1	2	3
3	1,90	1,57	1,01
6	1,93	1,62	1,08
9	1,98	1,64	1,05
12	1,97	1,76	1,11
15	1,92	1,67	1,00
18	1,89	1,68	1,06
21	2,00	1,58	1,03
24	1,95	1,43	1,01
27	1,80	1,65	1,03
30	1,81	1,71	1,06



Gambar 5.5 grafik Volume Genangan pada Hujan 1

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Volume Genangan Pada Hujan 2

Waktu (menit)	Volume Genangan (liter)		
	1 Inlet	2 Inlet	3 Inlet
3	1,79	1,56	0,74
6	1,87	1,71	0,84
9	1,90	1,72	0,87
12	1,85	1,69	0,90
15	1,94	1,80	0,93
18	1,83	1,76	0,90
21	1,90	1,78	0,90
24	1,87	1,85	0,94
27	1,86	1,60	0,88
30	1,90	1,69	0,75



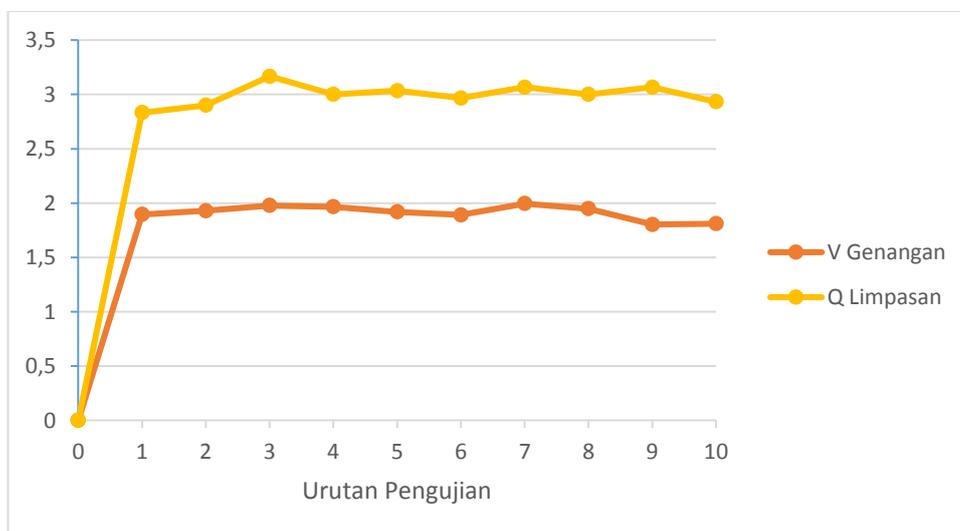
Gambar 5.6 Grafik volume genangan pada hujan 2

Pada Tabel 5.8, Tabel 5.9 dan Gambar 5.5, 5.6 menunjukkan volume genangan tertinggi terjadi pada hujan 1 jumlah 1 lubang inlet pada menit ke 21 yaitu 2,00 liter, sedangkan pada hujan 2 dengan 1 lubang nilai tertinggi pada menit ke 15 dengan 1,94 liter. Dari data diatas diperoleh grafik volume genangan pada kondisi hujan deras dan hujan sedang dari ketiga pengujian lubang inlet menunjukkan perbedaan. Dimana volume genangan dengan jumlah lubang inlet 1 terjadi genangan lebih tinggi dari jumlah 2 lubang inlet. Sedangkan 3 lubang inlet terjadi genangan lebih rendah dari 1 lubang inlet dan 2. Untuk tabel hasil volume genangan pada setiap pengujian selengkapnya dapat di lihat pada lampiran 2.

Dari data yang di dapat pada pengujian pengaruh jumlah inlet terhadap debit limpasan dan pengaruh jumlah inlet terhadap volume genangan. Dari hasil penelitian didapat hubungan antara volume genangan terhadap debit. pada pengujian 1 lubang inlet hujan dengan contoh hujan 1 yang di hasilkan dari alat simulator hujan. yang disajikan dalam Gambar 5.7 dan Tabel 5.10

Tabel 5.10 Hubungan Volume Genangan Terhadap Debit Limpasan Pada Hujan 1

No Pengujian	Vol Genangan	Q limpasan
	(liter)	(liter/menit)
0	0	0
1	1,90	2,83
2	1,93	2,90
3	1,98	3,17
4	1,97	3,00
5	1,92	3,03
6	1,89	2,97
7	2,00	3,07
8	1,95	3,00
9	1,80	3,07
10	1,81	2,93



Gambar 5.7 Hubungan antara volume genangan terhadap debit limpasan

Dari Tabel 5.10 dan Gambar 5.7 dapat kita tarik kesimpulan bahwa nilai limpasan akan semakin banyak jika lubang inlet yang dipasang semakin banyak, karena jumlah lubang inlet berpengaruh besar terhadap masuknya air ke

dalam sanitasi,hal demikian juga berpengaruh pada nilai genangan,semakin sedikit jumlah lubang inletn yang dipasang semakin banyak juga nilai genangan,hal ini disebabkan adanya penumpukan jumlah genangan apabila lubang masukan hanya satu (tidak tersebar).

D. Koefisien Limpasan

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui apakah limpasan yang kita peroleh sudah masuk dalam koefisien pengaliran, nilai koefisien limpasan dapat di hitung menggunakan metode rasional didasarkan pada persamaan sebagai berikut:

$$Q = 0,278.C.I.A \dots\dots\dots(5.8)$$

Dengan:

- Q : Debit puncak
- I : Intensitas hujan
- A :Luas daerah tangkapan
- C :Koefisien aliran

Pada pengujian ini kita menganalisis koefisien limpasan berikut contoh perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 Q &= C.I.A \\
 Q &= 2,83 \text{ liter/menit} = 2,83 \text{ dm}^3/\text{menit} = 2830000 \text{ mm}^2/\text{menit} \\
 A &= \text{Luas penampang alat uji} = 2000 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} = 2000000 \text{ mm}^2 \\
 I &= \text{Intensitas hujan} = 2,06 \text{ mm/menit} \\
 C &= Q/(I.A) \\
 &= 2,83/(2,06*2) = 0,69
 \end{aligned}$$

Tabel 5.11 Koefisien Limpasan Pada Pengujian 1 Lubang Inlet

Waktu (menit)	Koefisiaen Limpasan		
	inlet 1	inlet 2	Inlet 3
0	0	0,00	0,00
3	0,69	0,73	0,77
6	0,70	0,75	0,78
9	0,75	0,78	0,81
12	0,71	0,75	0,82
15	0,71	0,81	0,83
18	0,70	0,82	0,85
21	0,72	0,84	0,82
24	0,71	0,79	0,78
27	0,72	0,79	0,77
30	0,71	0,77	0,77
Rata-rata	0,71	0,78	0,80

Tabel 5.12 Koefisien Limpasan Pada Pengujian 1 Lubang Inlet

Waktu (menit)	Koefisiaen Limpasan		
	inlet 1	inlet 2	Inlet 3
0	0	0,00	0,00
3	0,71	0,71	0,84
6	0,76	0,79	0,73
9	0,75	0,78	0,80
12	0,77	0,79	0,88
15	0,82	0,77	0,83
18	0,79	0,80	0,83
21	0,78	0,77	0,85
24	0,76	0,83	0,87
27	0,75	0,78	0,89
30	0,74	0,79	0,81
Rata-rata	0,76	0,78	0,83

Dari data nilai koefisien limpasan diatas hasil rata-koefisiaen pada pengujian dengan contoh hujan 1 dengan 1 lubang inlet adalah 0,71, dengan 2 inlet dalah 0,78 dan 3 inlet adalah 0,80 sedangkan nilai koefisien rata-rata pada hujan 2 dengan 1

inlet sebesar 0.76, dengan 2 inlet sebesar 0,78 dan dengan 3 inlet 0,83 hal menunjukkan bahwa dari kedua nilai koefisien limpasan tersebut masuk dalam katagori aman pada tabel koefisien pengaliran. Untuk tabel hasil pengujian selengkapnya dapat di lihat pada lampiran.

