BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Umum

Pada bab ini akan diuraikan perhitungan kapasitas infiltrasi dari tiga lokasi pengujian lapangan yang telah ditentukan berdasarkan wilayah kawasan rawan bencana (KRB). Tiga lokasi tersebut terdiri dari wilayah KRB I, KRB II dan KRB III. Pada setiap lokasi KRB dilakukan pengujian sebanyak dua kali dan untuk kondisi tanah dalam satu lokasi KRB diasumsikan seragam.

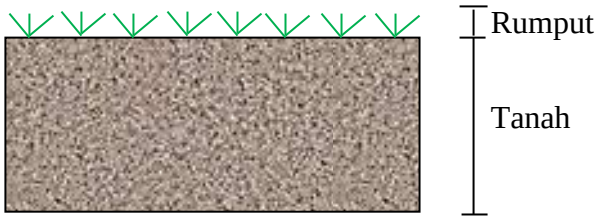
Disamping menghitung kapasitas infiltrasi dilakukan juga perhitungan kepadatan tanah lapangan dan perhitungan kadar air tanah lapangan. Perhitungan tersebut berguna untuk mendukung hasil dari kapasitas infiltrasi yang diperoleh.

Di bawah ini adalah tabel waktu penelitian kajian infiltrasi pada lokasi satu sampai lokasi tiga :

Tabel 5. 1 Waktu penelitian

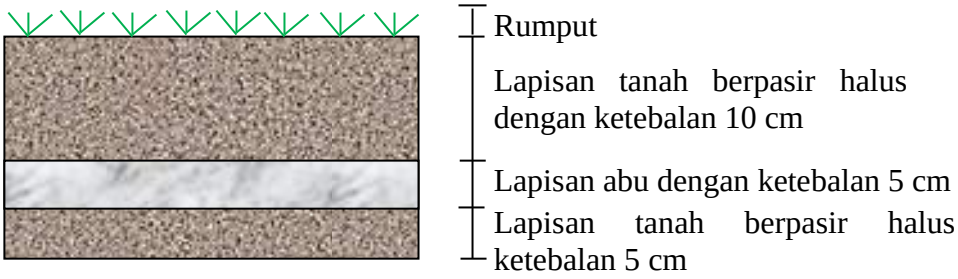
Uraian	Jenis Penutup Lahan		
	Rumput	Rumput	Rumput
Lokasi	KRB I	KRB II	KRB III
Hari	Kamis	Jum'at	Jum'at
Tanggal	2 Maret 2017	3 Maret 2017	3 Maret 2017
Waktu	09.30 WIB	12.30 WIB	15.30 WIB
Cuaca	Hujan Gerimis	Cerah Berawan	Cerah Berawan

1. Lokasi KRB I



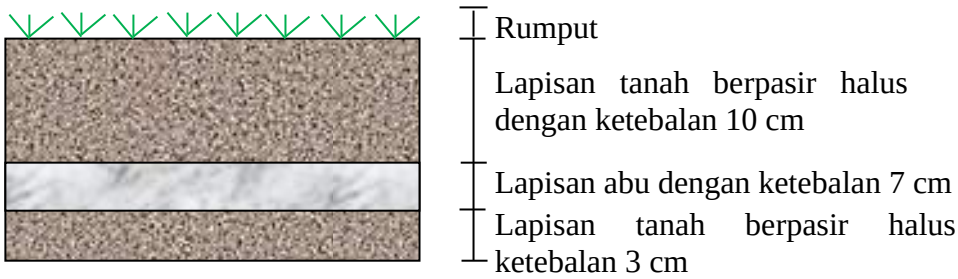
Gambar 5.1 Sketsa jenis penutup lahan lokasi KRB I

2. Lokasi KRB II



Gambar 5.2 Sketsa jenis penutup lahan lokasi KRB II

3. Lokasi KRB I



Gambar 5.3 Sketsa jenis penutup lahan lokasi KRB III

B. Analisis Perhitungan Dan Pembahasan

1. Analisis Perhitngan Kadar Air Tanah Sebelum Pengujian Infiltrasi

Pada pemeriksaan kadar air sebelum pengujian infiltrasi ini, sempel tanah yang diambil di lapangan sedalam ± 20 cm dari permukaan tanah. Sampel tanah kemudian ditungakan dari tabung ke dalam plastik lalu dibungkus rapat agar suhu dan udara tidak berubah-ubah. Untuk pengujian setiap sempel tanah atau setiap lokasi dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pengujian agar hasil yang di dapat akurat. Rumus yang digunakan untuk menghitung kadar air adalah sebagai berikut :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\ \% \quad \text{.....(5.1)}$$

Dan

$$w = w = \left(\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1}\right) \times 100\ \% \quad \text{.....(5.2)}$$

Dengan :

w : kadar air

W_1 : berat cawan (g)

W_2 : berat cawan + tanah basah (g)

W_3 : berat cawan + tanah kering (g)

W_W: Berat air, (W_2-W_3)

W_S : Berat tanah kering, (W_3-W_1)

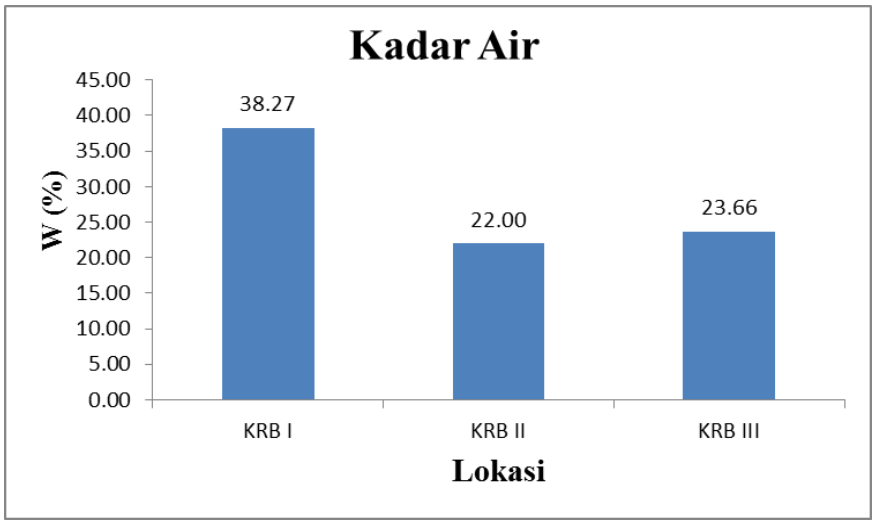
Contoh hitungan untuk mencari kadar air (w) :

$$w=\left(\frac{59{,}35 - 46{,}06}{46{,}06 - 9.27}\right)\times 100\ \% \quad = 36{,}12\ \%$$

Berikut hasil perhitungan kadar air sebelum pengujian laju infiltrasi pada lokasi 1 sampai lokasi 3 dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5. 2 Hasil perhitungan kadar air lokasi KRB I sampai KRB III

No.	Uraian	Satuan	KRB I			KRB II			KRB III		
			Tanah			Tanah Berpasir			Tanah Berpasir		
			Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3
1	W1	G	9.27	9.03	9.79	10.03	9.78	9.46	12.49	9.33	13.1
2	W2	G	59.35	59.1	59.78	60.09	59.8	59.62	62.55	59.45	63.14
3	W3	G	46.06	45.06	45.57	51.15	50.62	50.65	53.96	48.83	53.66
4	Ww	G	13.29	14.04	14.21	8.94	9.18	8.97	8.59	10.62	9.48
5	Ws	G	36.79	36.03	35.78	41.12	40.84	41.19	41.47	39.5	40.56
6	w	%	36.12	38.97	39.71	21.74	22.48	21.78	20.71	26.89	23.37
7	W rata-rata	%	38.27			22.00			23.66		



Gambar 5.4 Kadar Air Lokasi KRB I Sampai KRB III

Dari hasil perhitungan kadar air di atas dapat disimpulkan bahwa lokasi 1 mempunyai nilai kadar air yang tinggi dibandingkan dengan lokasi 2 dan 3. Pengujian kadar air menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi, karena semakin besar nilai kadar air pada suatu lokasi maka laju infiltrasi akan semakin lambat.

2. Kepadatan Tanah Lapangan

a. Pemeriksaan kepadatan tanah lapangan

Pada pengujian ini menggunakan alat kerucut pasir (*sandcone*). Rumus yang digunakan untuk menghitung kepadatan tanah lapangan adalah sebagai berikut :

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma_p}{(1+w)}\right)\left(\frac{W_9 - W_8}{W_6 - W_7 - W_{PC}}\right)\% \quad \text{.....(5.3)}$$

Keterangan :

γ_d = kepadatan tanah lapangan (kN/m^3)

γ_p = berat volume pasir (g)

w = kadar air (%)

W_9 = berat kaleng + tanah (g)

W_8 = berat kaleng (g)

W_6 = berat botol + pasir (g)

W_7 =botol + sisa pasir (g)

W_{pc} = berat pasir pengisi kerucut (g)

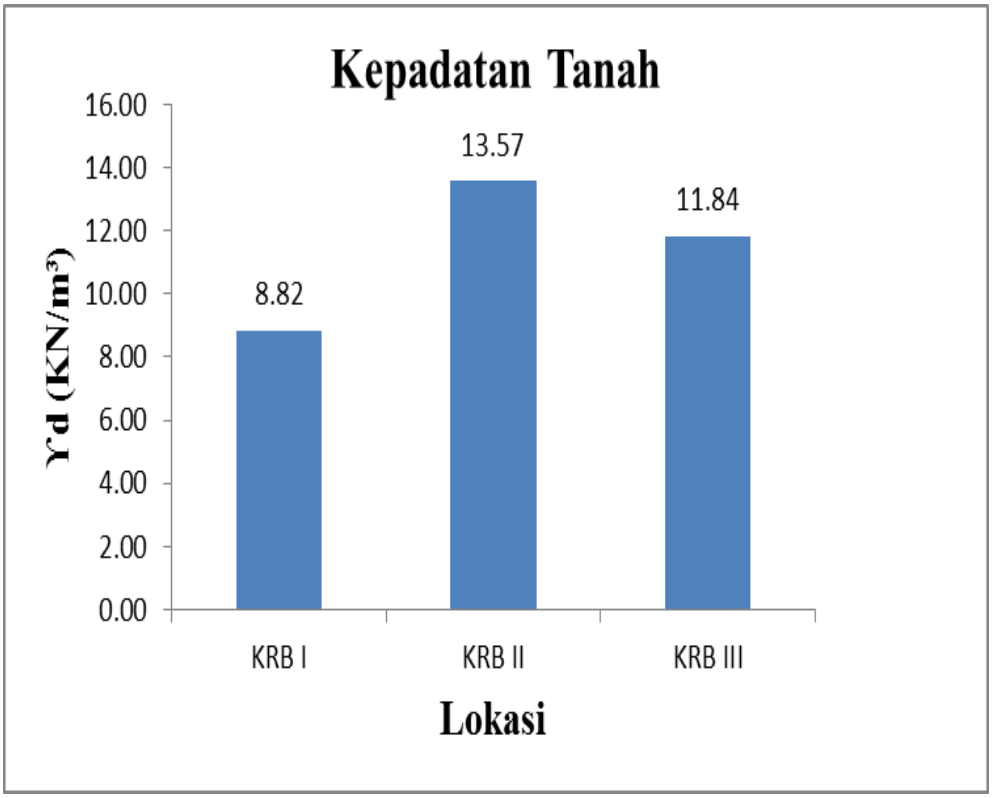
Contoh hitungan untuk mencari nilai kepadatan tanah lapangan (γ_d) pada lokasi 1 :

$$\gamma_d = \left(\frac{10{,}14}{(1+23{,}66\%)}\right) \times \left(\frac{2050 - 200}{6350 - 3550 - 1058}\right) = 8{,}71 \text{kN/m}^3$$

Di bawah ini adalah hasil dari pemeriksaan kepadatan tanah lapangan dari lokasi 1 sampai lokasi 3 :

Tabel 5. 3 Hasil pengujian kepadatan tanah lapangan

Uraian	Jenis Tanah		
	Tanah	Tanah Berpasir	Tanah Berpasir
Lokasi	1	2	3
Berat botol + pasir, W6 (g)	6350	6350	6350
Berat botol + sisa pasir, W7 (g)	3550	2950	3450
Berat kaleng, W8 (g)	200	200	200
Berat kaleng + tanah, W9 (g)	2050	3600	2550
Berat tanah, Ws = W9-W8 (g)	1850	3400	2350
Berat volume pasir, ϒp (KN/m³)	10.17	10.17	10.17
Berat pasir pengisi kerucut, Wpc (g)	1106	1106	1106
Kadar air tanah, w (%)	38.27	22.00	23.66
Kepadatan tanah, ϒd (KN/m³)	8,82	13,57	11,84



Gambar 5.5 Kepadatan Tanah Lapangan Pada Lokasi KRB I Sampai KRB III

Dari Tabel 5.3 di atas dapat dijelaskan pada lokasi 2 / KRB II mempunyai nilai kepadatan tanah yang paling besar dibandingkan lokasi 1

dan 3. Nilai kepadatan tanah yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kecepatan laju infiltrasi pada lokasi tersebut dan pada lokasi 2 ini mempunyai nilai kepadatan tanah sebesar 13,57 kN/m^3, maka pada lokasi ke 2 memiliki kecepatan laju infiltrasi lebih kecil dibandingkan dengan lokasi 1 dan lokasi 3.

3. Analisis Perhitungan Nilai Kapasitas Infiltrasi

Pengukuran nilai kapasitas infiltrasi pada pengujian ini menggunakan alat *double ring infiltrometer*. Pengujian ini dilakukan pada tiga lokasi yang terdiri dari lokasi KRB I, KRB II dan KRB III. Pada setiap lokasi KRB, dilakukan pengujian sebanyak dua kali (satu lokasi dua titik pengujian). Kemudian dari dua hasil pengujian tersebut, diambil nilai rata-ratanya.

Di bawah ini adalah hasil dari pengujian kapasitas infiltrasi dari lokasi KRB I, KRB II dan KRB III :

Tabel 5. 4 Data hasil pengujian *double ring infiltrometer* KRB I sampai III

t (menit)	Jenis penutup lahan					
	Rumput		Rumput		Rumput	
	Selisih tinggi muka air (cm)					
	KRB I		KRB II		KRB III	
	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2
10	5,5	9,5	0,6	0,6	7,8	4
20	4,5	7,8	0,4	0,5	7,5	3,4
30	3,5	6,7	0,4	0,1	7,5	3,4
40	3	6,3	0,4	0,1	5,5	3,4
50	3	5,9	0,4	0,1	5,5	-
60	3	5,9	-	-	5,5	-
70	3	5,9	-	-	-	-

Tabel 5.5 Data *double ring infiltrometer* rata-rata KRB I sampai III

t (menit)	Selisih tinggi muka air (cm)		
	KRB I	KRB II	KRB III
10	7,5	0,6	5,9
20	6,15	0,5	5,55
30	5,1	0,1	5,45
40	4,65	0,1	4,45
50	4,45	0,1	4,45
60	4,45	-	4,45
70	4,45	-	-

Di bawah ini adalah contoh perhitungan nilai kapasitas infiltrasi pada ketiga lokasi. Rumus yang digunakan menghitung nilai kapasitas infiltrasi pada pengujian ini menggunakan rumus metode Horton, yaitu sebagai berikut:

$$f = fc + (f_0 - fc)e^{-Kt} \quad \text{.....(5.4)}$$

Keterangan :

f = kapasitas infiltrasi (cm/jam)

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam)

fc = laju infiltrasi konstan (cm/jam)

K = konstanta

t = waktu (jam)

e = 2,718

a. Perhitungan Kapasitas Infiltrasi pada Lokasi KRB I

Dari Tabel 5.5 diperoleh perhitungan parameter infiltrasi dengan metode Horton, berikut adalah contoh perhitungan parameter infiltrasi lokasi KRB I pada waktu (t) 10 menit atau 0,167 jam :

Laju infiltrasi (f) = 7,5 cm/10 menit

= 7,5/(10/60) cm/jam

= 45 cm/jam

Laju Infiltrasi konstan (fc) = 4,45/(10/60 cm/jam = 26,7 cm/jam

f-fc = 45 – 26,7 = 18,3 cm/jam

Log (f-fc) = Log (18,3) = 1,262

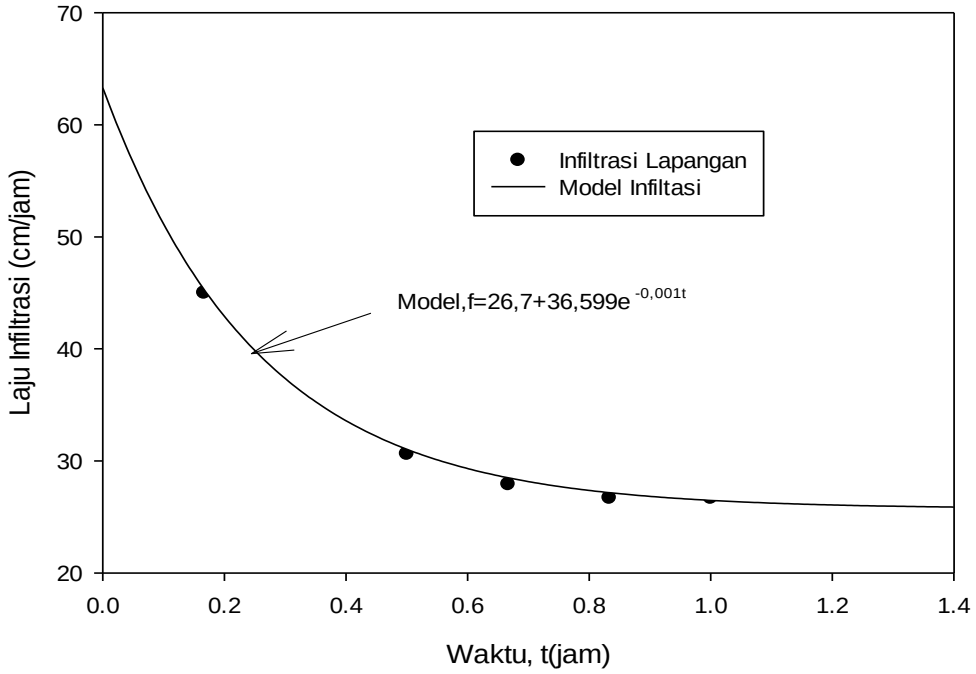
Hasil perhitungan parameter infitrasi pada lokasi KRB I dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Hasil perhitungan parameter infiltrasi lokasi KRB I

No.	Waktu, t (jam)	KRB I			
		Laju Infiltrasi, f (cm/jam)	fc (cm/jam)	f-fc (cm/jam)	Log f-fc
1	0	63.299	26.7	36.599	1.56346922
2	0.16667	45	26.7	18.3	1.26245109
3	0.33333	36.9	26.7	10.2	1.00860017
4	0.5	30.6	26.7	3.9	0.59106461
5	0.66667	27.9	26.7	1.2	0.07918125
6	0.83333	26.7	26.7	0	
7	1	26.7	26.7	0	
8	1.16667	26.7	26.7	0	

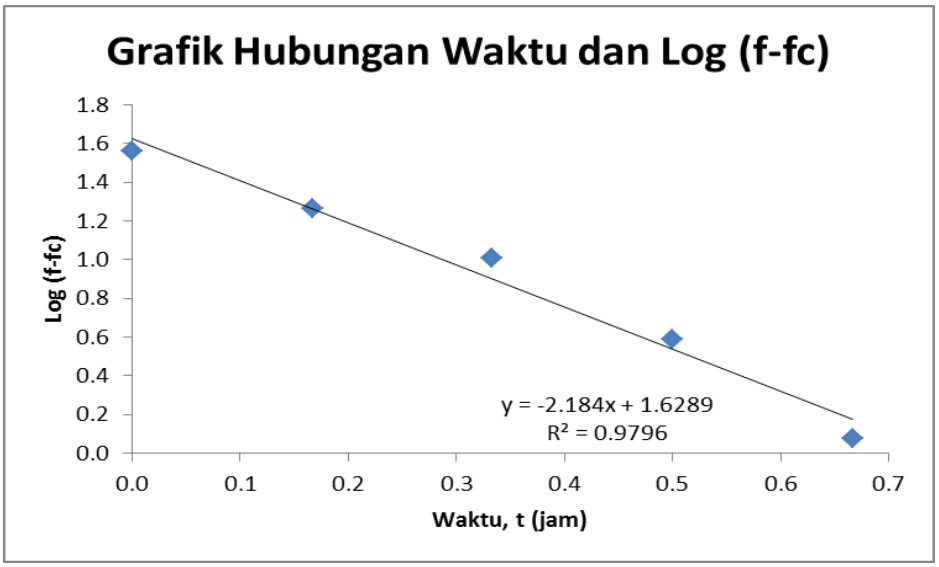
Keterangan :

f0 didapatkan dari perpanjangan kurva *fitting* infiltrasi persamaan metode Horton dengan membuat kurva *fitting* menggunakan aplikasi yang bernama Sigmaplot seperti pada gambar 5.3.



Gambar 5.6 Kurva *fitting* persamaan metode Horton KRB I

Dari Tabel 5.7 didapat kurva persamaan linier untuk mencari gradien m, seperti pada kurva di bawah ini :



Gambar 5.7 Kurva persamaan linier untuk mencari gradien m lokasi 1

Dari persamaan linier tersebut diperoleh nilai gradien, m = -2,184, untuk mencari nilai K menggunakan rumus (K = -1/0,434 m), maka :

$$K = \left(\frac{-1}{0{,}434 \times m}\right) = \left(\frac{-1}{0{,}434 \times (-2{,}184)}\right) = 0{,}001$$

Dengan diketahuinya nilai parameter infiltrasi pada tabel 5.4, maka diperoleh nilai sebagai berikut :

fc = 26,7 cm/jam

K = 0,001

f0 = 63,299 cm/jam

Maka persamaan nilai kapasitas infiltrasinya adalah :

$f = fc + (f_0 - fc)e^{Kt}$ atau,

$f = 26{,}7 + (63{,}299 - 26{,}7)e^{-0{,}001t}$ atau,

$f = 26{,}7 + 36{,}599e^{-0{,}0011t}$

Sehingga, nilai kapasitas infiltrasinya sebesar :

$f = 26{,}7 + 36{,}599e^{-0{,}001xt}$

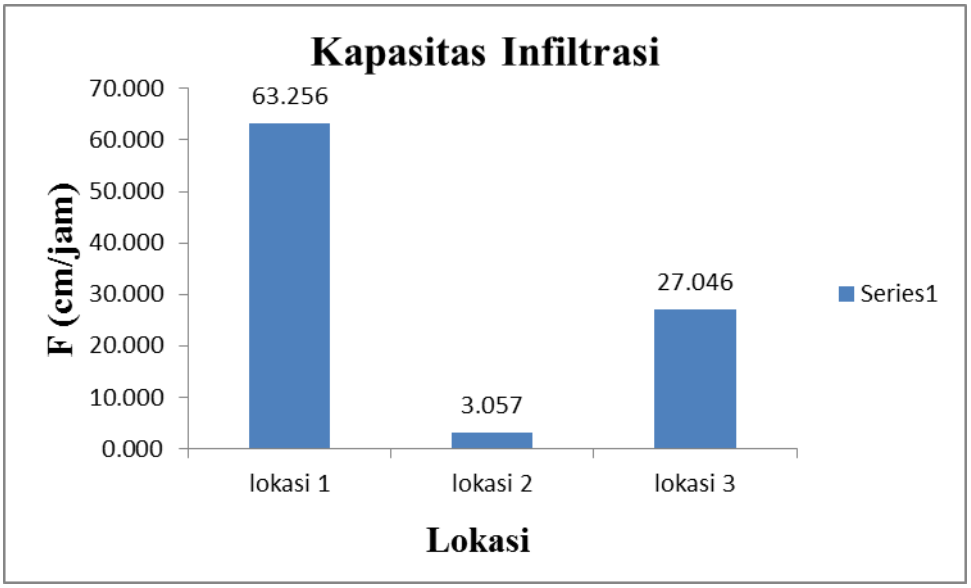
f = 26,7 + 36,556

f = 63,256 cm/jam

Jadi, nilai kapasitas infiltrasi (f) pada lokasi KRB I adalah sebesar 63,256 cm/jam. Untuk lokasi 2 dan 3 dilakukan perhitunga yang sama seperti contoh perhitungan lokasi 1, berikut adalah rangkuman perhitungan dan grafiknya.

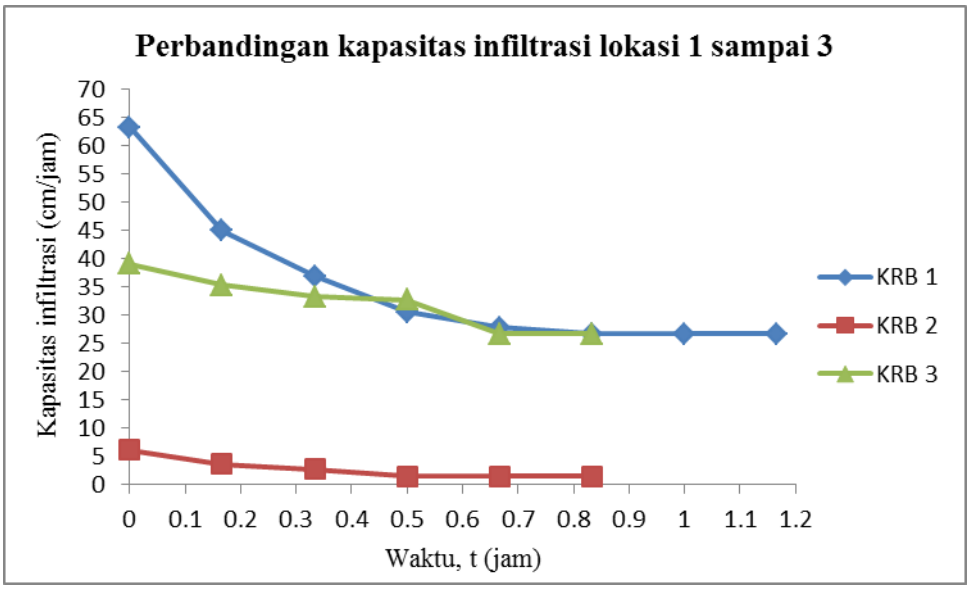
Tabel 5.7 Hasil perhitungan kapasitas infiltrasi metode Horton

Uraian	Satuan	Lokasi		
		KRB I	KRB II	KRB III
m (Gradien)	-	-2,184	-1,7607	-0,643
R^2	-	0,9796	0,9903	0,9446
Fc	cm/jam	26,7	1,5	26,7
K (Konstanta)	-	0,001	1,309	3,583
f0	cm/jam	63,299	6,1353	39,157
f (Horton)	cm/jam	$26,7 + 36,599e^{-1,201t}$	$1,5 + 4,6353e^{-1,309xt}$	$26,7 + 12,457e^{-3,583t}$
f (Konstan)	cm/jam	63,256	3,057	27,046



Gambar 5.8 Kapasitas Infiltrasi

Di bawah ini adalah gambar grafik laju infiltrasi dari ketiga lokasi, yaitu lokasi pada KRB I, KRB II dan KRB III :



Gambar 5.9 Grafik laju infiltrasi lokasi KRB I, KRB II dan KRB III

Dari hasil grafik maupun perhitungan yang sudah dilakukan pada lokasi 1 sampai 3 dapat dijelaskan bahwa laju infiltrasi awal bergerak dengan cepat dan semakin banyak air terinfiltrasi maka laju infiltrasi semakin kecil. Dari ke 3 lokasi pengujian, lokasi ke 2 memiliki laju infiltrasi yang kecil karena pada lokasi ini material abu vulkanik lebih dominan dari pada material pasir dan material abu vulkanik berada di kedalaman yang dangkal. Sedangkan pada lokasi 1 pada saat mengambil sempel di kedalaman ± 20 cm tidak terdapat lapisan abu vukanik, dan lokasi 3 material pasirnya lebih dominan dari pada abu vulkanik, karena abu vulkaniknya berada di lapisan yang lebih dalam daripada lokasi ke 2.

4. Analisis Perhitungan Volume Total Air Infiltrasi

Pada perhitungan volume total air infiltrasi ini diasumsikan pada area seluas 1 m^2 selama 1 jam, yaitu dengan cara mengintegralkan persamaan Horton yang sudah diperoleh dari perhitungan kapasitas infiltrasi tersebut :

$$V(t) = (fc \times t) + \left(\frac{(f0 - fc)}{K}\right) \times (1 - e^{-Kt}) \qquad \text{.....(5.5)}$$

Contoh perhitungan volume air total infiltrasi pada lokasi 1 adalah sebagai berikut :

1) Jumlah tinggi air (1jam)

$$=(26{,}7 \times 1) + \left(\frac{(63{,}299 - 26{,}7)}{0{,}001}\right) \times (1\text{-}2{,}718^{-0{,}001\times 1})$$

= 64,277 cm

= 0,6427 m

2) Volume air total infiltrasi selama 1 jam adalah

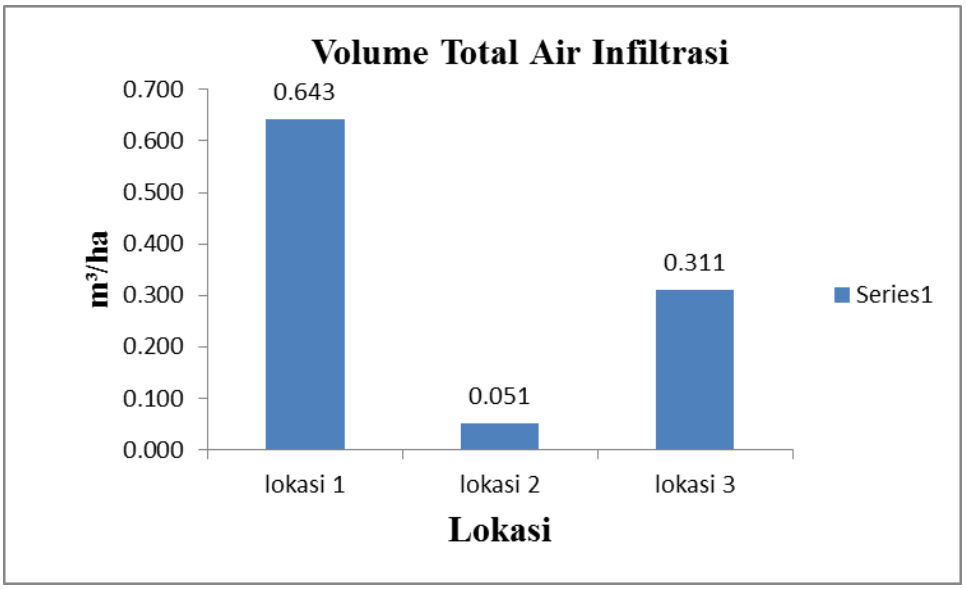
Luas area 1 m^2(Vt)= 0,6427 × 1 × 1 m^3 = 0,6427 m^3

Luas area 1 ha(Vt) = 0,6427 × 100 × 100 m^3= 6427,692 m^3

Jadi volume total air infiltrasi selama 1 jam pada lokasi 1 dengan luas area 1 m^2 sebesar 0,6427 m^3, sedangkan untuk luasan area 1 ha sebesar 6427,692m^3. Untuk perhitungan lokasi 2 dan 3 dilakukan dengan perhitungan yang sama seperti contoh perhitungan pada lokasi 1. Di bawah ini adalah hasil perhitungan volume total air infiltrasi pada lokasi 1 sampai 3.

Tabel 5. 8 Hasil perhitungan kapasitas infiltrasi dan volume air infiltrasi KRB I sampai KRB III

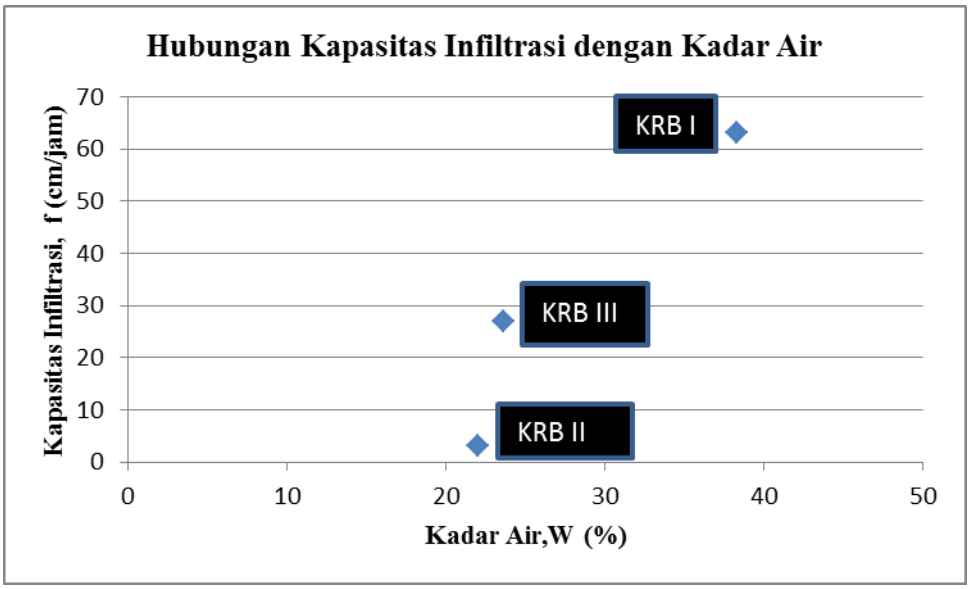
Parameter	Jenis Penutup Lahan		
	Rumput		
Lokasi	1	2	3
Kapasitas infiltrasi Horton (f), (cm/jam)	64,277	5,084	31,080
Volume Air Infiltrasi area 1 m^2 (Vt), m^3	0,6427	0,051	0,311
Volume Air Infiltrasi area 1 ha (Vt), m^3	6427,692	508,439	3108,003



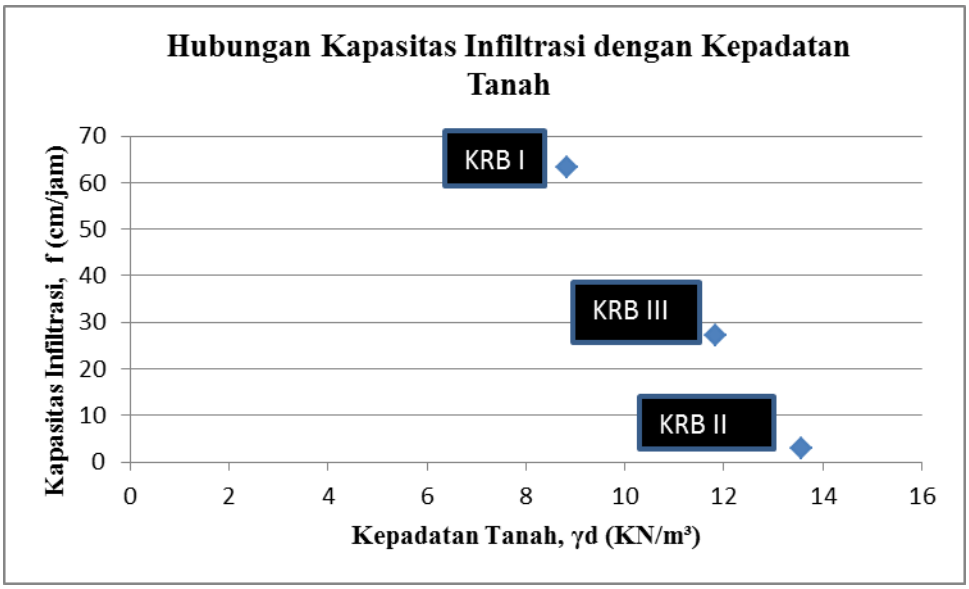
Gambar 5.10 Volume Total Air Infiltrasi Lokasi KRB I Sampai KRB III

Dari hasil perhitungan volume total air infiltrasi yang telah dilakukan pada lokasi 1 sampai 3 dijelaskan bahwa volume total air infiltrasi lokasi 1 pada luasan $1m^2$ didapat hasil yang lebih besar dari pada lokasi 2 dan 3, karena dipengaruhi oleh nilai kapasitas infiltrasi pada lokasi 1 lebih besar di bandingkan nilai kapasitas infiltrasi pada lokasi 2 dan 3.

Dari nilai kapasitas infiltrasi pada penelitian ini juga dapat dibahas tentang hubungan kadar air dengan kapasitas infiltrasi. Berikut adalah kurva perbandingan kadar air terhadap besarnya kapasitas infiltrasi:



Gambar 5.11 Hubungan Kapasitas Infiltrasi dengan Kadar Air



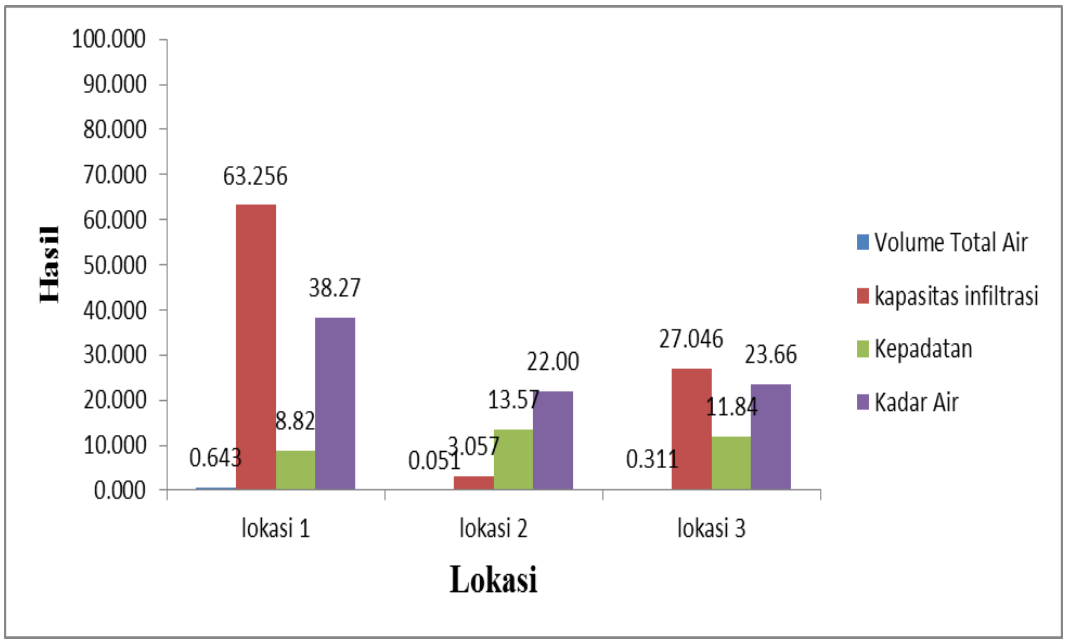
Gambar 5.12 Hubungan Kapasitas Infiltrasi dengan Kepadatan Tanah

Dari kurva hubungan kapasitas infiltrasi dengan kadar air dan kurva hubungan kapasitas infiltrasi pada KRB I diatas diperoleh kadar air besar dengan kepadatan yang rendah memiliki kapasitas infiltrasi besar. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang seharusnya, jika kadar air besar dengan kepadatan tanah yang rendah maka kapasitas infiltrasinya kecil. Faktor-Faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar airnya besar adalah porositas, kandungan kimia tanah / humus, dan tanah yang tidak homogen.

Dari analisis perhitungan maka hasil perhitungan kadar air, kepadatan tanah lapangan, nilai kapasitas infiltrasi, dan volume total air infiltrasi, pada DAS putih dapat di lihat pada tabel dan grafik dibawah ini:

Tabel 5. 9 Hasil perhitungan lokasi KRB I sampai KRB III

Uraian	Jenis Penutup Lahan		
	Rumput	Rumput	Rumput
Lokasi	KRB I	KRB II	KRB III
Kapasitas infiltrasi, (f) Horton	63,356	3,057	27,046
Kadar Air, %	38,27	22	23.66
Kepadatan tanah lapangan,kN/m^3	8,82	13,57	11,84
Volume total air infiltrasi area 1m^2, (Vt) m^3	0,643	0,051	0,311
Jenis tanah	Tanah Berpasir	Tanah Berpasir	Tanah Berpasir



Gambar 5.13 Perbandingan Nilai Kapasitas Infiltrasi, Volume Total Air Infiltrasi, Kepadatan Tanah, Kadar Air Lokasi 1 Sampai 3

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada lokasi 1 sampai 3, di dapat nilai kapasitas infiltrasi yang paling besar pada lokasi 1 di bandingkan dengan nilai kapasitas infiltrasi lokasi 2 dan 3. Karena pada lokasi 1 memiliki nilai kepadatan tanah yang paling kecil dan tidak terdapat lapisan abu vukanik. Sehingga dengan nilai kepadatan tanah yang kecil pada lokasi 1 memungkinkan laju infiltrasi pada lokasi 1 lebih cepat laju infiltrasinya di bandingkan dengan lokasi 2 dan lokasi 3. Sebaliknya pada lokasi 2 dan 3 nilai kepadatannya lebih besar dan terdapat lapisan abu vukanik, sehingga kapasitas infiltrasi pada lokasi 2 dan 3 lebih kecil di bandingkan dengan lokasi 1.