



**POTENSI LAJU INFILTRASI DI SUB KALI GALI, SUB KALI
KEMUNING DAN SUB KALI DAWUHAN DAS SAMPEAN BARU
KABUPATEN BONDOWOSO**

SKRIPSI

oleh

**MUHAMMAD ILHAM FEBRIYANSYAH
NIM 121910301118**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**POTENSI LAJU INFILTRASI DI SUB KALI GALI, SUB KALI
KEMUNING DAN SUB KALI DAWUHAN DAS SAMPEAN BARU
KABUPATEN BONDOWOSO**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**MUHAMMAD ILHAM FEBRIYANSYAH
NIM 121910301118**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, sebuah usaha kecil dari kewajiban dalam agama-Mu (menuntut ilmu), telah Engkau lapangkan jalannya. Ya Allah, terima kasih atas rahmat serta hidayah-Mu kepadaku dan kepada Nabi Muhammad SAW teladanku dan umatnya yang membawa cahaya di dunia-Mu.

Akhirnya, kupersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Kedua Orangtuaku, Syamsiyadi dan Marwana, yang telah memberikan semangat, do'a dan semua pengorbanannya yang tak terhitung nilainya;
2. Kedua saudara perempuan dan semua keluarga yang selalu mensupportku dalam melaksanakan studi ini hingga selesai;
3. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM. dan Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng. yang telah membimbing dengan sabar, dosen penguji Ririn Endah B, S.T., M.T dan Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D, yang telah memberikan saran-saran yang baik untuk kedepannya;
4. Guru-guruku sejak sekolah dasar sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan sabar. Jasamu tiada tara;
5. Patner andalan, terimakasih atas support, semangat, kesabaran, ilmu-ilmu bar, inspirasi dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga kedepannya kita lebih baik, sukses dan tetap saling menjaga
6. Saudara Teknik Sipil 2012, Saudara KKN Koalisi Jagad dan teman-teman yang pernah mengenal dan bermain bersama saya, yang tidak mungkin untuk disebut satu per satu. Terimakasih atas persahabatan yang tak akan pernah terlupakan, dukungan serta semangat yang tiada henti;
7. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

Beri aku 1.000 orang tua, niscaya akan kucabut semeru dari akarnya. Beri aku 10 pemuda niscaya akan kuguncangkan dunia

(Ir. Soekarno)

Bila kaum muda yang telah belajar di sekolah menganggap dirinya terlalu tinggi dan pintar untuk melebur dengan masyarakat yang bekerja dengan cangkul dan hanya memiliki cita-cita yang sederhana, maka lebih baik pendidikan itu tidak diberikan

sama sekali

(Tan Malaka)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Muhammad Ilham Febriyansyah

NIM : 121910301118

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ”Potensi Laju Infiltrasi di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan DAS Sampean Baru Kabupaten Bondowoso” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, April 2016
Yang Menyatakan,

Muhammad Ilham Febriyansyah
NIM. 121910301118

SKRIPSI

**POTENSI LAJU INFILTRASI DI SUB KALI GALI, SUB KALI
KEMUNING DAN SUB KALI DAWUHAN DAS SAMPEAN BARU
KABUPATEN BONDOWOSO**

Oleh

Muhammad Ilham Febriyansyah
NIM 121910301118

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Entin Hidayah., M.UM.

Dosen Pembimbing Anggota : Januar Fery Irawan S.T., M.Eng.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Potensi Laju Infiltrasi di Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan DAS Sampean Baru Kabupaten Bondowoso” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 14 April 2016

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ririn Endah B., S.T., M.T
NIP. 19720528 199802 2 001

Dr. Ir Entin Hidayah, M.UM
NIP. 19661215 199503 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19711209 199803 2 001

Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng
NIP. 19760111 200012 1 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember,

Dr. Ir Entin Hidayah, M.UM
NIP. 196612151995032001

RINGKASAN

Potensi Laju Infiltrasi di Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan DAS Sampean Baru Kabupaten Bondowoso; M Ilham Febriyansyah., 121910301118; 2016: 49 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan terletak diwilayah Kabupaten Bondowoso. Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan terletak di bagian hulu aliran Sungai Sampean Baru yang menjadikan daerah ini potensional dan subur. Berbagai kegiatan masyarakat dengan kualitas SDM yang terbatas dalam memanfaatkan lahan (kehutanan, pertanian dan permukiman) berpengaruh besar pada kerusakan Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan. Permasalahan yang terjadi di wilayah tersebut terjadinya banjir saat musim penghujan dan kekeringan saat musim kemarau menunjukkan bahwa kontrol terhadap penggunaan air tidak diatur secara khusus. Salah satu upaya pemenuhan kebutuhan manusia akan sumber daya air dengan perencanaan pengelolaan sumber daya air yang memerlukan data laju infiltrasi. Infiltrasi merupakan proses masuknya air kedalam tanah secara vertikal melalui permukaan tanah. Pada penelitian ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya laju infiltrasi, yaitu tata guna lahan, kemiringan lereng dan jenis tanah.

Salah satu metode perhitungan laju infiltrasi yang dapat digunakan adalah metode Horton. Metode infiltrasi Horton mempunyai tiga parameter yang menentukan proses infiltrasi dalam tanah yaitu parameter K, infiltrasi awal (f_0) dan infiltrasi konstan (f_c). Hasil perhitungan laju infiltrasi kemudian dipetakan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan menggunakan metode Interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighted*), sehingga dapat diketahui peta persebaran laju infiltrasi di Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan.

Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa besarnya laju infiltrasi pada Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan bervariasi, mulai dari laju infiltrasi terendah (kelas infiltrasi agak lambat) sebesar 13,424 mm/jam pada titik nomer 3 yaitu Kecamatan Tapen dengan tata guna lahan sawah irigasi, kelerengan 0 – 8 %, dan jenis tanah regosol sampai laju infiltrasi cepat sebesar 142,838 mm/jam pada titik nomer 10 yaitu Kecamatan Tlogosari dengan tata guna lahan hutan, kelerengan 8 – 15%, dan jenis tanah latosol.

Hasil peta persebaran laju infiltrasi di Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan menunjukkan bahwa luasan pengaruh laju infiltrasi didominasi kelas agak lambat, yaitu sebesar 70,16% atau 11.974,70 hektar, laju infiltrasi sedang sebesar 20,00% atau 3.413,20 hektar, laju infiltrasi agak cepat sebesar 5,99% atau 1.023,00 hektar dan laju infiltrasi cepat yaitu 3,85% atau 657,00 hektar. Hal ini menunjukkan bahwa kurang optimalnya potensi laju infiltrasi di Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan karena di lokasi ini kelas laju infiltrasi didominasi oleh kelas agak lambat. Kelas infiltrasi agak lambat menunjukkan bahwa meresapnya air di dalam tanah terjadi sangat lambat, hal ini dikarenakan jenis tata guna lahan pada Sub Kali Gali, Sub Kali Kemuning dan Sub Kali Dawuhan didominasi oleh tata guna lahan sawah irigasi, dimana pada sawah irigasi laju infiltrasi cenderung lambat.

SUMMARY

Potential Infiltration Rate in Gali River, Kemuning River and Dawuhan River Watershed Sampean Baru Bondowoso Regency; M Ilham Febriyansyah., 121910301118; 2016: 49 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Gali River, Kemuning River and Dawuhan River located in Bondowoso regency. Gali River, Kemuning River and Dawuhan River located in the upper stream of the river New Sampean which makes this region potensional and fertile. Various community activities are limited by the quality of human resources in land use (forestry, agriculture and housing) have great impact on the damage in Gali River, Kemuning River and Dawuhan River. The problems that occurred in the area of flooding during the rainy season and drought during the dry season shows that the control of water use is not specifically regulated. One effort to fulfill the human need for water resources management planning of water resources requires a data rate of infiltration. Infiltration is the process of entry of water into the ground vertically through the soil surface. In this study, there are several factors that affect the magnitude of the rate of infiltration, namely land use, slope and soil types.

One method of calculating the rate of infiltration that can be used is the method of Horton. Horton infiltration method has three parameter that determines the process of infiltration in the soil that is the parameter K, the initial infiltration (f_0) and a constant infiltration (f_c). Infiltration rate calculation results are then mapped using Geographic Information System (GIS) and using IDW interpolation method (Inverse Distance Weighted), so that it can be seen a map of the distribution of infiltration Gali River, Kemuning River and Dawuhan River.

The calculation and analysis indicate that the magnitude of the rate of infiltration on Gali River, Kemuning River and Dawuhan River varied, ranging from the infiltration rate lows (class of infiltration rather slow) amounted to 13,424 mm / h at point number 3 the District Tapen with land use irrigated rice , slope 0-8%, and soil types regosol to grade faster infiltration of 142,838 mm / h at the point number 10 the District Tlogosari with forest land use, slope 8-15%, and the type of soil latosol.

Results distribution map infiltration Gali River, Kemuning River and Dawuhan River indicate that the extent of the influence of the infiltration rate is rather slow dominated class, which amounted to 70,16% or 11.974,70 hectares. Medium grade of 20,00% or 3.413,20 hectares, class rather quickly by 5,99% or 1.023,00 hectares, and fast class is 3,85% or 657,00 hectares. This suggests that less than optimal potential infiltration rate in River Channel of Curah Taman and River Channel of Clangap because at this location the infiltration rate class dominated by class rather slow.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Laju Infiltrasi di Saluran Baku Kali Curah Taman dan Saluran Baku Kali Clangap DAS Sampean Baru Kabupaten Bondowoso”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember, Sekaligus Sebagai Dosen Pembimbing Utama;
2. Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Anggota
3. Ririn Endah B, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama;
4. Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji Anggota;
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penyusunan skripsi ini;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, April 2016

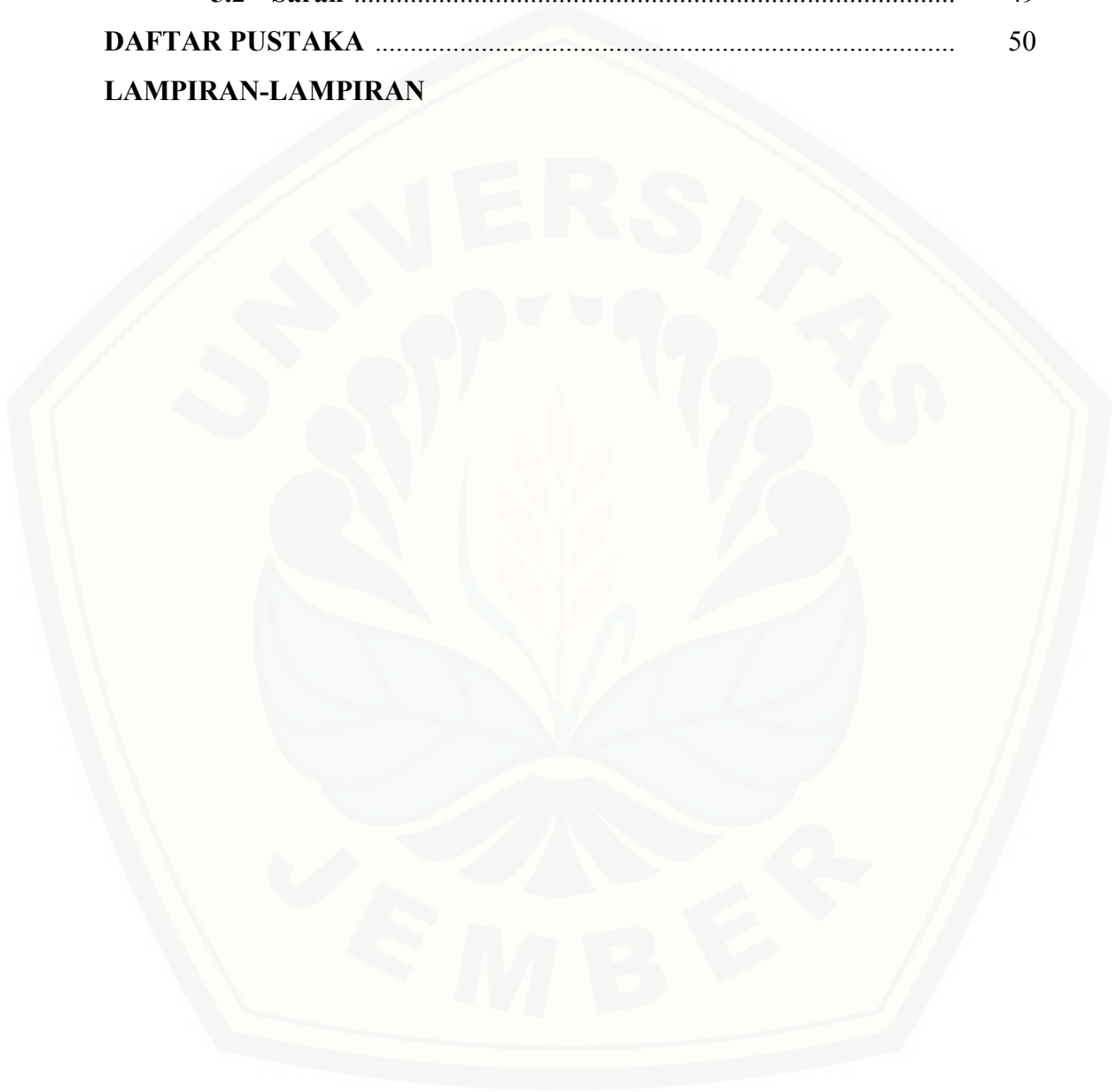
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMARRY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi DAS	4
2.2 Siklus Hidrologi	4
2.3 Infiltrasi	5
2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi	6
2.5 Pengukuran Laju Infiltrasi	7

2.6	Kapasitas Infiltrasi	8
2.7	Infiltrasi Metode Horton	9
2.8	Sistem Informasi Geografis (SIG).....	10
2.8.1	Subsistem SIG	10
2.8.2	Komponen SIG	12
2.9	Arcgis	13
2.10	Interpolasi IDW (<i>Invers Distance Weighted</i>).....	13
BAB 3.	METODE PENELITIAN	16
3.1	Lingkup Penelitian	16
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.3	Alat dan Bahan	17
3.4	Tahapan Penelitian.....	18
3.4.1	Pengumpulan Data	18
3.4.2	Penentuan Titik Survei	19
3.4.3	Pengukuran Laju Infiltrasi di Lapangan	19
3.4.4	Parameter Infiltrasi Metode Horton.....	20
3.4.5	Pengolahan Data	21
3.4.6	Pemetaan Persebaran Nilai Laju Infiltrasi	22
3.5	Alur Penelitian	24
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Lokasi Survei Laju Infiltrasi	28
4.2	Pengukuran Parameter Infiltrasi di Lapangan	29
4.3	Parameter Infiltrasi Metode Horton	32
4.4	Perhitungan Laju Infiltrasi Metode Horton	35
4.5	Klasifikasi Laju Infiltrasi di S Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan	36
4.6	Pemetaan Laju Infiltrasi.....	38

BAB 5. PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN-LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

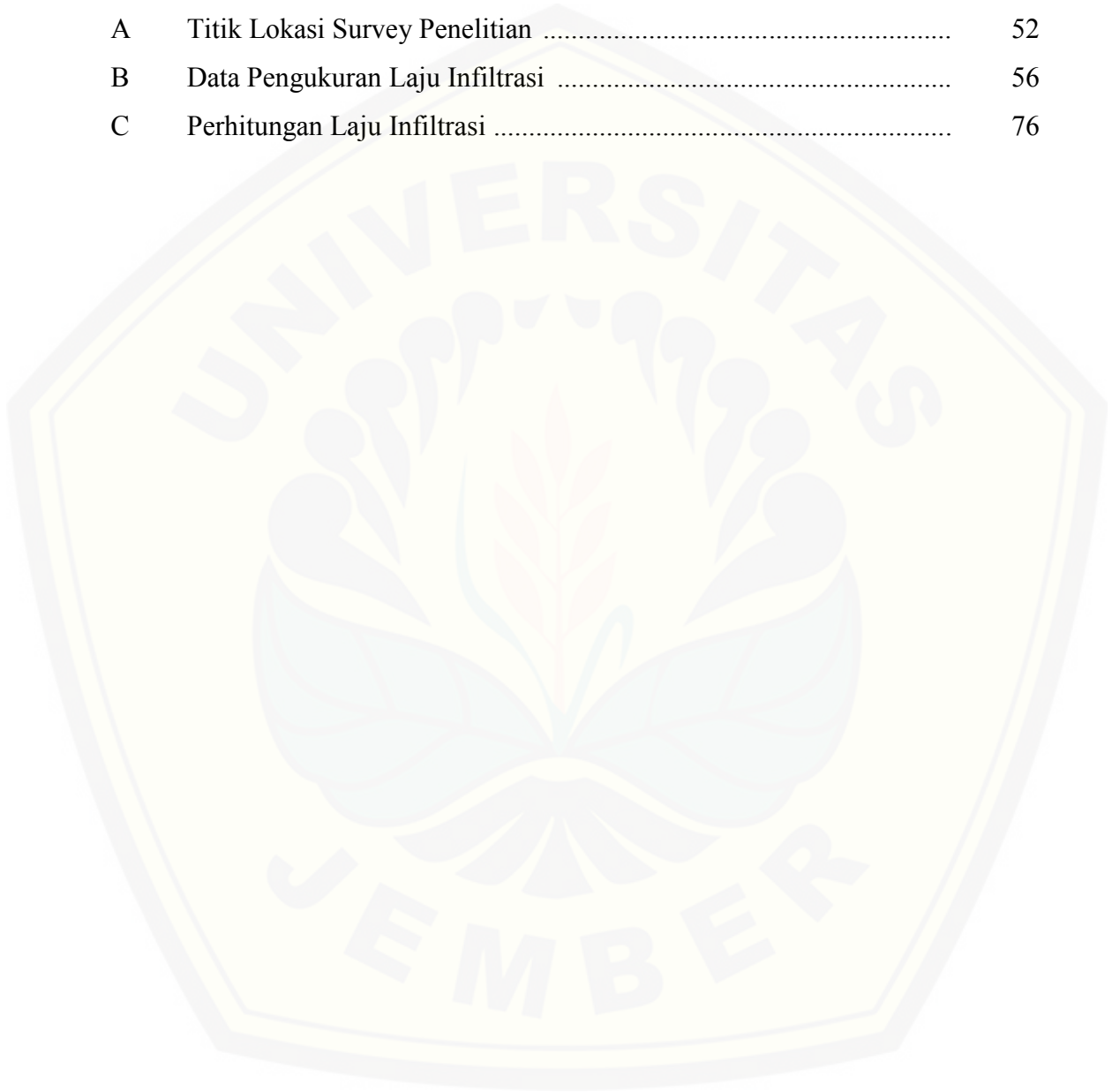
	Halaman
2.1 Klasifikasi Laju Infiltrasi	6
2.2 Karakteristik Faktor Pembobot	14
4.1 Data Titik Lokasi Survey di Lapangan	28
4.2 Hasil Pengukuran Parameter Infiltrasi di Lapangan Titik Nomer 7.....	31
4.3 Data Parameter Infiltrasi Metode Horton.....	33
4.4 Data Hasil Perhitungan Nilai k.....	35
4.5 Klasifikasi Laju Infiltrasi di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.....	37
4.6 Besar Luasan Pengaruh Kelas Infiltrasi	40
4.7 Hubungan Penggunaan Lahan Dengan Infiltrasi	44
4.8 Klasifikasi Persebaran Laju Infiltrasi Berdasarkan Tata Guna Lahan.....	44
4.9 Hubungan Tektur Tanah Dengan Infiltrasi	45
4.10 Klasifikasi Persebaran Laju Infiltrasi Berdasarkan Jenis Tanah	45
4.11 Hubungan Kemiringan Lereng Dengan Infiltrasi.....	46
4.12 Klasifikasi Persebaran Laju Infiltrasi Berdasarkan Kelerengan.....	46
4.13 Presentase Kesesuaian Klas Infiltrasi Berdasarkan Tata Guna Lahan, Jenis Tanah dan Kemiringan Lereng.....	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Siklus Hidrologi	5
2.2 Kurva Kapasitas Infiltrasi.....	8
2.3 Kurva Infiltrasi Menurut Horton	9
2.4 Ilustrasi Uraian Subsistem GIS	12
2.5 Ilustrasi Metode IDW (<i>Inverse Distance Weighting</i>).....	14
3.1 Peta Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan DAS Sampean Baru	17
3.2 Flowchart Alur Penelitian	25
3.3 Flowchart Perhitungan Laju Infiltrasi	26
3.4 Flowchart Peta Persebaran Laju Infiltrasi	27
4.1 Peta Titik Survey Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.....	29
4.2 Lokasi Survei Titik Nomer 7 Sawah Irigasi	30
4.3 Pengukuran Parameter Infiltrasi Di Lapangan	31
4.4 Kapasitas Infiltrasi Titik No. 7	32
4.5 Kurva Persamaan Linier Regresi.....	34
4.6 Peta Persebaran Laju Infiltrasi di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan dengan Jumlah Sebelas Titik Survey	39
4.7 Perbandingan Kelas Laju Infiltrasi dengan Jumlah Sebelas Titik.....	41
4.8 Peta tata guna lahan Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.....	42
4.9 Peta Kelerengan Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.....	43
4.10 Peta Jenis Tanah Kelerengan Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Titik Lokasi Survey Penelitian	52
B Data Pengukuran Laju Infiltrasi	56
C Perhitungan Laju Infiltrasi	76



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kebutuhan pokok sehari-hari makhluk hidup di dunia ini yang tidak dapat dipisahkan adalah Air. Tidak hanya penting bagi manusia air merupakan bagian yang penting bagi makhluk hidup baik hewan dan tumbuhan. Namun semakin bertambahnya jumlah penduduk semakin banyak pula pembangunan yang mengakibatkan perubahan tata guna lahan kemudian berdampak pada menurunnya kemampuan tanah untuk meresapkan air. Jika air tidak terkontrol dapat menyebabkan bencana bagi manusia dan juga makhluk hidup lainnya seperti misalnya Banjir pada musim penghujan dan begitupun sebaliknya jika jumlah air yang tidak sebanding dengan kebutuhan manusia akhirnya terjadi krisis air bersih dan kekeringan pada musim kemarau. Oleh karena itu, air sangat berfungsi dan berperan bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Salah satu upaya adalah dengan melakukan pengelolaan sumber daya air yang baik dan pemodelan banjir yang memerlukan data.

Sub. Kali Gali , Sub. kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan terletak di wilayah Kabupaten Bondowoso tepatnya di hulu aliran sungai Sampean Baru. Daerah yang cukup untuk di dimanfaatkan oleh masyarakat dengan keterbatasan SDM dalam memanfaatkan lahan dan hal tersebut sangat berdampak negatif pada Sub. Kali Gali , Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan. Hutan lindung dan hutan produksi yang ada relatif rawan terhadap kerusakan dan eksploitasi hutan. Hal ini karena ketergantungan penduduk terhadap lingkungan sekitar yang sebagian besar bekerja di sektor pertanian dengan tingkat pendapatan yang rendah, serta sistem kelembagaan yang kurang berjalan efektif. Sehingga masyarakat kurang peduli terhadap kelestarian hutan dan memanfaatkan hutan sebagai lahan mata pencaharian. Semakin luasnya lahan yang ditebang menyebabkan tanah tidak mampu menyerap air dengan baik. Di sisi lain dengan nilai intensitas hujan yang tinggi namun tanah tidak mampu menyerap air dengan baik maka dapat menimbulkan limpasan.

Infiltrasi merupakan proses mengalirnya air (umumnya berasal dari curah hujan) masuk ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Infiltrasi menjadi satu-satunya sumber kelembaban tanah yang memasok kebutuhan air guna keperluan tumbuhan dan ketersediaan air tanah. Sebagai upaya rencana pengelolaan sumber daya air, infiltrasi merupakan hal utama yang perlu dikaji terlebih dahulu. Hal ini kaitannya dengan perubahan tata guna lahan yang akan berpengaruh terhadap laju infiltrasi. Besarnya laju infiltrasi dipengaruhi oleh hal-hal antara lain, Sifat-sifat fisik tanah, kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan Nining Aidatul Fitriyah, ST yang berjudul *Pemetaan Laju Infiltrasi Menggunakan Metode Horton Di Sub. Das Tenggarang Kabupaten Bondowoso* dengan pengambilan titik survey sebanyak 20 titik diperoleh hasil sebagai berikut besarnya nilai laju infiltrasi di Sub. DAS Tenggarang terbagi menjadi empat kelas yaitu, cepat, agak cepat, sedang, dan agak lambat. Beberapa faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi tersebut yaitu tata guna lahan, jenis tanah atau kepadatan tanah dan kemiringan lereng sehingga didapatkan hasil seperti yang sudah dijelaskan diatas.

Dari penelitian diatas dipilih untuk pembanding dalam penelitian ini karena penelitian yang dilakukan berhasil dan berjalan lancar namun belum mendapatkan hasil yang sempurna, dikarenakan keterbatasan penentuan titik survey yang tidak merata di lapangan menyebabkan pemetaan laju infiltrasinya tidak terbaca. Maka dari itu, penulis melakukan penelitian guna menyempurkan hasil dari penelitian sebelumnya dengan menambah kerapatan titik lokasi survey dilapangan sehingga didapatkan data survey yang lebih akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah yang didapatkan adalah :

1. Bagaimana potensi laju infiltrasi di Sub. Kali Gali , Sub. kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan?
2. Bagaimana peta persebaran laju infiltrasi di Sub. Kali Gali , Sub. kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui potensi laju infiltrasi di Sub. Kali Gali , Sub. kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.
2. Mengetahui peta persebaran laju infiltrasi di Sub. Kali Gali , Sub. kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat dijadikan acuan untuk mengetahui kemampuan tanah dalam menyimpan air serta pengelolaan air yang baik dalam tanah di Sub. Kali Gali , Sub. kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.

1.5 Batasan Permasalahan

Dalam penelitian ini adapun batasan masalahnya adalah menentukan nilai potensi laju infiltrasi dan peta persebaran nilai laju infiltrasi di Sub. Kali Gali , Sub. kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi DAS

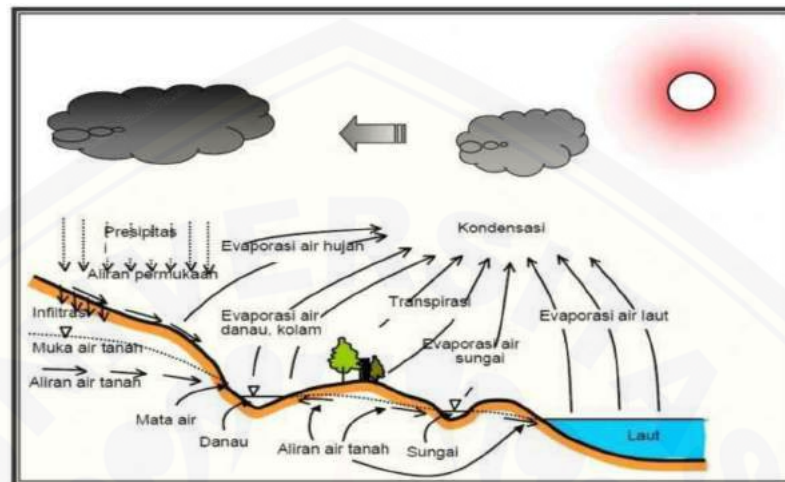
DAS (daerah aliran sungai) merupakan suatu kawasan yang mengalirkan air ke satu sungai utama (Lapedes, 1974). Air yang dialirkan tersebut dapat berupa aliran permukaan (surface water) atau air dalam (ground water) Definisi yang lain dijumpai pada kamus Webster (1976), DAS merupakan suatu kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografi yang berupa punggung bukit yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya ke satu sungai utama yang bermuara di danau atau di laut.

Dalam DAS dibagi cakupan yang lebih sempit yakni yang dinamakan Sub DAS. Sub DAS sendiri merupakan bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama (Bagusrama, 2012).

2.2 Siklus Hidrologi

Daur hidrologi ada empat bagian utama yakni evaporasi, presipitasi, runoff (limpasan), dan infiltrasi. Evaporasi merupakan proses menguapnya air dari dataran bumi yang rendah yang tergenang oleh air, misalnya saja laut, sungai, danau. Proses penguapan ini, tidak hanya terjadi pada air di permukaan bumi saja, melainkan tumbuhan juga mengalami penguapan air. Penguapan yang terjadi pada tumbuhan disebut dengan evapotranspirasi. Proses selanjutnya adalah presipitasi. Air yang telah menjadi uap tersebut akan terkondensasi dan menjadi awan. Kemudian, bila kandungan uap air sudah banyak maka akan turun ke bumi sebagai hujan. Dan inilah yang disebut proses presipitasi. Selanjutnya, air yang turun ke bumi akan mengalami runoff (limpasan) dan infiltrasi. Runoff (limpasan) sendiri merupakan aliran air yang mengalir di permukaan bumi yang akan mengalir dari dataran yang tinggi menuju dataran yang lebih rendah. Sedangkan infiltrasi merupakan proses air yang berada di permukaan tanah menuju ke dalam tanah. Selanjutnya proses infiltrasi akan dilanjutkan permeabilitas. Permeabilitas merupakan proses aliran air yang berada di

dalam tanah yang bergerak sesuai dengan gaya gravitasi bumi. Siklus daur hidrologi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

2.3 Infiltrasi

Menurut (Jury dan Horton, 2004) infiltrasi didefinisikan sebagai proses masuknya air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Umumnya, infiltrasi yang dimaksud adalah infiltrasi vertikal, yaitu gerakan ke bawah dari permukaan tanah. Infiltrasi tanah meliputi infiltrasi kumulatif, laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Infiltrasi kumulatif adalah jumlah air yang meresap ke dalam tanah pada suatu periode infiltrasi. Laju infiltrasi adalah jumlah air yang meresap ke dalam tanah dalam waktu tertentu. Sedangkan kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum air meresap ke dalam tanah (Haridjaja, Murti Laksono dan Rachman, 1991).

Besarnya laju infiltrasi tergantung pada kandungan air dalam tanah. Terjadinya infiltrasi bermula ketika air jatuh pada permukaan tanah kering, permukaan tanah tersebut menjadi basah sedangkan bagian bawahnya relatif kering maka dengan demikian terjadilah gaya kapiler dan terjadi perbedaan antar gaya kapiler permukaan atas dengan yang ada dibawahnya. Laju infiltrasi mempunyai

klasifikasi tertentu dalam penentuan besarnya laju infiltrasi. Untuk menentukan klasifikasi infiltrasi, dipakai klasifikasi menurut U.S Soil Conservation. Klasifikasi menurut U.S Soil Conservation dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Laju Infiltrasi

Klas	Klasifikasi	Laju Infiltrasi (mm/jam)
0	Sangat Lambat	< 1
1	Lambat	1 – 5
2	Agak Lambat	5 – 20
3	Sedang	20 – 63
4	Agak Cepat	63 – 127
5	Cepat	127 – 254
6	Sangat Cepat	>254

Sumber : U.S Soil Conservation

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi

Menurut Suripin (2004) ada beberapa faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi antara lain, dalamnya genangan di atas permukaan tanah dan tebal lapisan yang jenuh, kelembaban tanah, pemantapan tanah oleh curah hujan, penyumbatan oleh bahan yang halus(bahan endapan), struktur tanah, tumbuh-tumbuhan, pemantapan oleh orang dan hewan, udara yang terdapat dalam tanah, topografi, intensitas hujan, kekasaran permukaan, mutu air, suhu udara dan adanya kerak di permukaan.

Menurut Baramankusumah (1978), jumlah dan ukuran pori yang menentukan adalah jumlah pori – pori yang berukuran besar. Makin besar pori maka kapasitas infiltrasi semakin besar pula.

Secara umum laju infiltrasi tertinggi dijumpai pada tahap awal pengukuran, kemudian secara perlahan mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya waktu

dan akhirnya akan mencapai kecepatan yang hampir konstan. Hal ini terjadi karena semakin lama proses infiltrasi semakin meningkat. Artinya air semakin lama semakin banyak yang tertampung kedalam tanah, dan ketika tanahnya mulai jenuh pergerakan air ke bawah profil tanah hanya ditimbulkan oleh gaya tarik gravitasi (Hillel, 1987).

Infiltrasi merupakan interaksi kompleks antara intensitas hujan, karakteristik dan kondisi permukaan tanah. Intensitas hujan berpengaruh terhadap kesempatan air untuk masuk ke dalam tanah. Bila intensitas hujan lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas infiltrasi, maka semua air mempunyai kesempatan untuk masuk ke dalam tanah. Sebaliknya, bila intensitas hujan lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas infiltrasi, maka sebagian dari air yang jatuh di permukaan tanah tidak mempunyai kesempatan untuk masuk ke dalam tanah, dan bagian ini akan mengalir sebagai aliran permukaan. Penutupan dan kondisi permukaan tanah sangat menentukan tingkat atau kapasitas air untuk menembus permukaan tanah, sedangkan karakteristik tanah, khususnya struktur internalnya berpengaruh terhadap laju air saat melewati masa tanah. Unsur struktur tanah yang terpenting adalah ukuran pori dan kemantapan pori (Kurnia, dkk, 2006).

2.5 Pengukuran Laju Infiltrasi

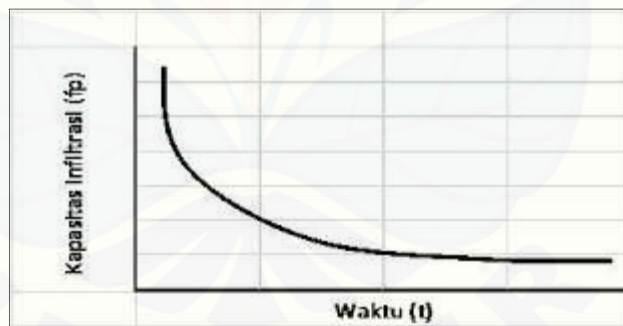
Pengukuran laju infiltrasi dalam penelitian ini menggunakan alat ukur laju infiltrasi yaitu infiltrometer. Infiltrometer merupakan suatu tabung baja silindris pendek, berdiameter besar (atau suatu batas kedap air lainnya) yang mengitari suatu daerah dalam tanah. Infiltrometer hanya dapat memberikan angka bandingan yang berbeda (harga lebih tinggi) dari infiltrasi yang sebenarnya. Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah infiltrometer cincin konsentrik yang merupakan tipe biasa, terdiri dari 2 cincin konsentrik yang ditekan kedalam permukaan tanah. Cincin yang terletak dibagian luar berukuran diameter 60 cm dan tinggi 40 cm sedangkan cincin yang berada didalam berukuran diameter 30 cm dan tinggi 40 cm serta tebal plat 3 cm. Kedua cincin tersebut digenangi (karena itu disebut infiltrometer tipe genangan)

secara terus-menerus untuk mempertahankan tinggi yang konstan (jeluk air), (Seyhan, 1977).

2.6 Kapasitas Infiltrasi

Kapasitas Infiltrasi adalah Laju maksimal gerakan air masuk kedalam tanah. Kapasitas infiltrasi terjadi ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah dalam menyerap kelembaban tanah. Sebaliknya apabila intensitas hujan lebih kecil dari pada kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi sama dengan laju curah hujan (Waryono, 2003).

Kapasitas infiltrasi ini dinotasikan sebagai f . Faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi adalah ketinggian lapisan air di atas permukaan tanah, jenis tanah, banyaknya moisture tanah yang sudah ada dalam lapisan tanah, keadaan permukaan tanah, dan penutup tanah. Berikut adalah kurva kapasitas infiltrasi dapat dilihat pada gambar 2.2 (Sudarmanto, dkk. 2013).



Gambar 2.2 Kurva Kapasitas Infiltrasi

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa pada penurunan air awal, cenderung lebih cepat karena pada kondisi awal tanah belum jenuh air, sedangkan semakin mendekati infiltrasi konstan penurunannya semakin lambat bahkan konstan karena tanah sudah jenuh air.

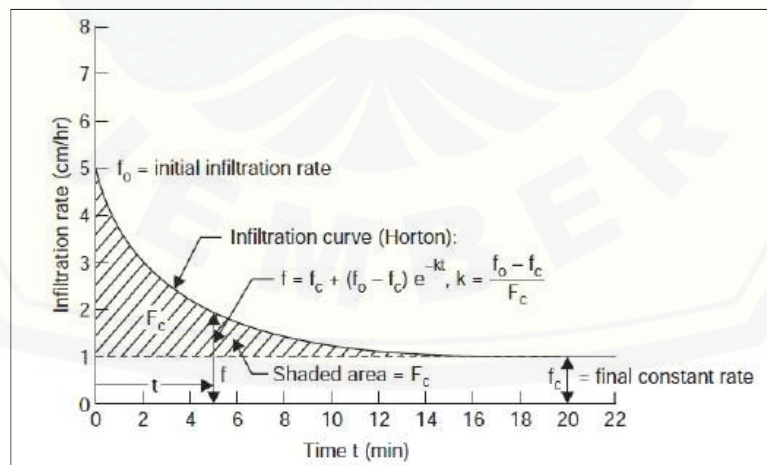
2.7 Infiltrasi Metode Horton

Model Horton adalah salah satu model infiltrasi yang terkenal dalam hidrologi yang dikembangkan oleh Horton pada tahun 1933. Ia menyatakan pandangannya bahwa penurunan kapasitas infiltrasi lebih dikontrol oleh faktor yang beroperasi dipermukaan tanah dibanding dengan proses aliran di dalam tanah. Kurva infiltrasi metode Horton terlihat pada gambar 2.3. Model Horton dapat dinyatakan secara matematis mengikuti persamaan sebagai berikut.

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- f = Laju infiltrasi (cm/jam) atau (mm/jam)
- f₀ = Laju infiltrasi awal (cm/jam)
- f_c = Laju infiltrasi akhir (cm/jam)
- e = Bilangan dasar logaritma Naperian
- t = Waktu yang dihitung dari mulainya hujan (jam)
- k = konstanta untuk jenis tanah



Gambar 2.3 Kurva Infiltrasi Menurut Horton

Jumlah air yang terinfiltrasi pada suatu periode tergantung pada laju infiltrasi dan fungsi waktu . Apabila laju infiltrasi pada suatu saat adalah $f(t)$, maka infiltrasi kumulatif atau jumlah air yang terinfiltrasi adalah $F(t)$. Persamaan 2.3 menunjukkan bahwa jumlah air yang terinfiltrasi $F(t)$ merupakan integral dari laju infiltrasi. Laju infiltrasi merupakan turunan dari infiltrasi kumulatif $F(t)$. Dengan kata lain, laju infiltrasi $f(t)$ adalah sama dengan kemiringan kurva $F(t)$ pada waktu (t) dengan satuan mm/jam. Persamaan laju infiltrasi Horton diatas kemudian diintegrasikan seperti pada persamaan berikut (Beven, Keith, 2004).

$$F(t) = \int_0^t f + (f_0 - f_c) e^{-kt} dt \dots\dots\dots(2.2)$$

$$F(t) = f_c.t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt}) \dots\dots\dots(2.3)$$

2.8 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografi (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi atau dengan kata lain suatu SIG adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja (Barus dan Wiradisastira, 2000).

Disamping itu, SIG juga dapat menggabungkan data, mengatur data dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.

2.8.1 Subsistem SIG

Menurut Prahasta (2001), sistem informasi geografis terdiri atas beberapa subsistem, yaitu:

1. Pemasukan data (*data input*)

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber, seperti dari foto udara, citra satelit, peta analog, survei GPS, maupun data tabular. Sumber data tersebut selanjutnya dikonversikan atau ditransformasikan ke dalam format digital yang dapat digunakan oleh perangkat GIS yang bersangkutan.

2. Manajemen data

Sub-sistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa hingga mudah dipanggil kembali atau di-*retrieve*, diupdate, dan diedit. Di dalam GIS data atau informasi dengan berbagai tipe data yang kompleks dapat diintegrasikan kedalam suatu analisis tunggal, sehingga akan mempermudah *user*.

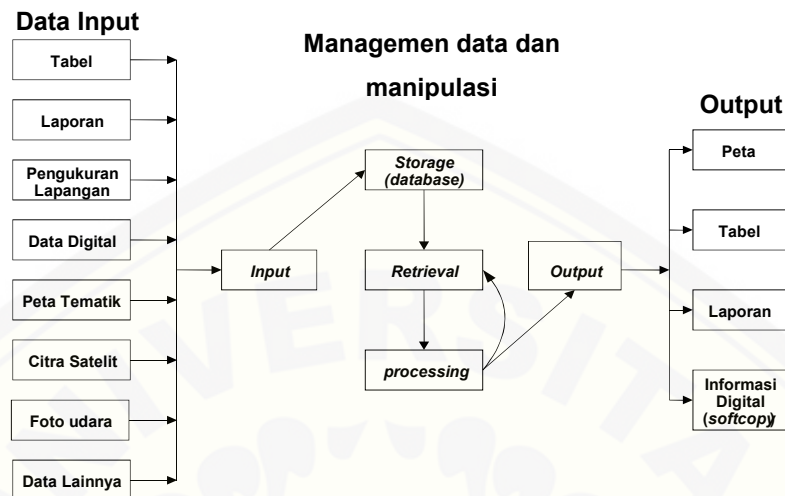
3. Manipulasi dan analisis data

Sub-sistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh GIS. Selain itu sub-sistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi- fungsi dan operator matematis & logika) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

4. Hasil keluaran (*data output*)

Sub-sistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya ke format yang dikehendaki, baik itu sebagian maupun seluruhnya). Hasil output dapat berbentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti halnya tabel, grafik, report, peta, dan lain sebagainya.

Berdasarkan jenis data masukan, proses, dan jenis keluarannya, hubungan subsistem GIS dapat diilustrasikan seperti gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Ilustrasi Uraian Subsistem GIS

2.8.2 Komponen SIG

Sistem informasi meliputi *software*, *hardware* dan data. *Software* merupakan perangkat lunak dalam komputer untuk mengolah data yang berasal dari perangkat keras (*hardware*), yang biasanya digunakan untuk penelitian sistem lingkungan adalah *Map Info*, *Epi Info* dan *Arcgis*, *software* ini memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Data base dalam bentuk format digital (berasal dari *hardware*)
2. Data yang digunakan merupakan data yang dapat diterjemahkan secara geografis seperti koordinat lintang dan bujur.
3. Dapat diinterprestasikan dalam bentuk peta digital.
4. Peta digital yang diolah dapat memperlihatkan dalam skala kecil (jalan raya, blok perumahan).
5. Peta dapat diolah dalam beberapa *layer*.
6. Data dari berbagai *layer* dapat saling dibandingkan dan dipilih untuk dianalisis.
7. Dapat digunakan untuk mengukur jarak, melihat area, dan melihat kejadian dalam batas tertentu

Menurut Thomson (1996), konsep database SIG terdiri dari: organisasi sebagai suatu rangkaian dari peta-peta, penyimpanan data atribut yang terhubung dengan data ruang, geo referensi semua file data SIG (spasial seperti digambarkan dalam suatu sistem koordinat yang dikenal dengan lat/long).

2.9 Arcgis

Arcgis merupakan salah satu perangkat lunak (software) dekstop. Sistem Informasi Geografis (SIG) dan pemetaan yang dikembangkan oleh ESRI. Arcgis mempunyai kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-explore, menjawab query (baik basis data spesial maupun non-spasial), menganalisis data secara geografis, dan sebagainya.

2.10 Interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighted*)

Interpolasi adalah metode untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang telah diketahui. Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbentuk peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah.

Penelitian terdahulu oleh Gatot H. Pramono, 2008 dengan judul “Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Maros, Sulawesi Selatan” dan Monika, 2012 dengan judul “Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW), *Natural Neighbor* Dan *Spline*” dan menyimpulkan bahwa hasil interpolasi yang dinilai lebih akurat digunakan adalah metode interpolasi IDW. Oleh karena itu pada penelitian ini pemetaan persebaran laju infiltrasi menggunakan metode interpolasi IDW

Menurut Monika, dkk. (2012) metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara

linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Subjektivitas dalam penetapan bobot dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain penentuan jarak tetangga atau jarak radius titik-titik yang akan ditetapkan dan ukuran unit data khususnya data grid. Persamaan umum IDW dinyatakan sebagai berikut :

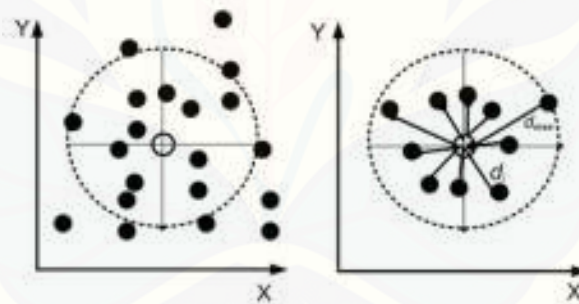
$$\hat{z}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

Z = nilai yang akan ditentukan,

Wi = nilai pemberatan pada titik i

Zi = nilai yang diketahui disekitar lokasi Z,



Gambar 2.5 Ilustrasi Metode IDW

Nilai dari Z dapat dihitung dari titik-titik disekelilingnya. Jika “d” adalah jarak suatu titik yang ditaksir terhadap titik (z), maka karakteristik faktor pembobot dijelaskan oleh Johnston et.al (2011) pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Karakteristik Faktor Pembobot

Faktor pembobot	Fungsi pemberat	Sifat - sifat
	0 order	Rerata biasa tidak mempertimbangkan jarak
$w_i = 1 - (d_i/d_{max})$1 st order	1 st order	Titik terdekat berpengaruh sedikit
$w_i = 1 - (d_i/d_{max})^2$2 nd order	2 nd order	Titik terdekat berpengaruh sedang
$w_i = 1 - (d_i/d_{max})^3$3 rd order	3 rd order	Titik terdekat berpengaruh tinggi.

Sumber : Jurnal Indarto, 2013

Interpolasi data dapat dilakukan dengan metode IDW : $(1/d)$, $(1/d^2)$ dan $(1/d^3)$. Evaluasi terhadap ketiga metode IDW ini dilakukan dengan memplot grafik melalui fasilitas cross-validation yang ada di perangkat lunak ArcGIS. Pembobotan dalam teknik IDW umumnya dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$w_i = \frac{1}{d_{i0}^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana d_{i0} merupakan jarak antara titik pengamatan i dengan titik yang diduga. Pembobotan nilai dengan melibatkan kuadrat jarak bukanlah ketetapan yang mutlak. Beberapa varian dari penetapan nilai pembobot ini antara lain dengan teknik eksponensial dan teknik *decay*.

Metode interpolasi IDW ini memiliki kelebihan yaitu karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik-titik yang terletak jauh dari titik sampel dan yang diperkirakan memiliki korelasi spasial yang kecil atau bahkan tidak memiliki korelasi spasial dapat dihapus dari perhitungan. Titik-titik yang digunakan dapat ditentukan secara langsung, atau ditentukan berdasarkan jarak yang ingin diinterpolasi. Hasil interpolasi IDW tergantung dari seberapa kuat sebuah titik data yang diketahui mempengaruhi daerah sekitarnya, jumlah titik di sekitarnya yang digunakan untuk menghitung rata-rata nilai, dan ukuran pixel atau raster yang dikehendaki.

BAB.3 METODE PENELITIAN

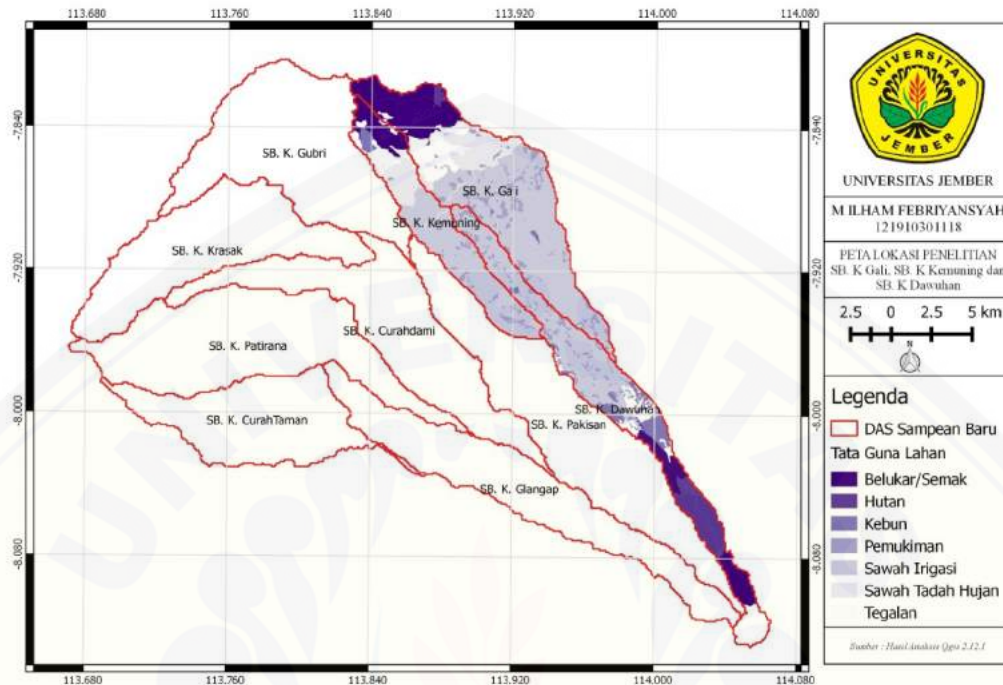
3.1 Lingkup Penelitian

Metode penelitian deskriptif merupakan metode yang di pakai pada penelitian ini. Penelitian deskriptif atau yang biasa disebut juga penelitian taksonomik adaah penelitian untuk eksplorsi dan klarifikasi mengenai suatu fenomena atau kenyataan sosial, dengan cara mendeskripsikan sejumlah variabel yang berknnaan dengan masalah dan unit yang diteliti. Dalam penelitian ini variabelnya yaitu nilai laju infiltrasi. Nilai laju infiltrasi yang digunakan merupakan nilai laju infiltrasi yang didapat dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan menggunakan infiltrometer. Selanjutnya data laju infiltrasi di lapangan diolah menggunakan Metode Horton untuk mendapatkan nilai laju infiltrasi. Parameter perhitungan laju infiltrasi metode Horton yaitu f_0 = laju infiltrasi awal, f_c = laju infiltrasi akhir, dan k = tetapan untuk tanah. Setiap parameter dan variabel yang berkaitan menjadi faktor penentuan nilai laju infiltrasi. Hasil perhitungan laju infiltrasi kemudian dibuat peta persebaran laju infiltrasi di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.

Penelitian ini didasarkan pada kajian pustaka (*literature review*) atas beberapa tulisan ilmiah yang dimuat di jurnal dan buku referensi sebagaimana yang tertera pada daftar pustaka.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2015 sampai selesai. Tempat penelitian berada di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan Kabupaten Bondowoso. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1. Peta Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan DAS Sampean Baru

3.3 Alat dan Bahan

Berikut beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian laju infiltrasi di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.

1. Alat
 - a. Double Ring Infiltrometer (ring luar ukuran 60 cm, ring dalam 30 cm dan tinggi 40 cm)
 - b. Pulpen/pensil
 - c. Penghapus
 - d. Tabel pencatatan
 - e. Papan untuk alas menulis
 - f. Ember/Timba
 - g. Palu

- h. Linggis
- i. GPS
- j. Kamera digital
- k. Stopwatch
- l. Plastik Trasparan
- 2. Bahan
 - a. Lahan Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan
 - b. Peta tata guna lahan, peta kemiringan lereng, dan peta jenis tanah

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan beberapa tahapan, antara lain : pengumpulan data, penentuan titik survey, pengukuran laju infiltrasi, pemetaan persebaran nilai laju infiltrasi.

3.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan penelitian secara langsung di lapangan serta informasi dari Badan Pengelolaan DAS Sampean Baru Bondowoso mengenai kondisi biofisik Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan yang meliputi letak dan luas Sub. kali Serta jenis tanah, topografi, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan. Berikut data Primer dan skunder yang dibutuhkan :

1. Data Primer yang didapat dilapangan :
 - Data laju infiltrasi awal (f_0)
 - Data laju infiltrasi akhir (f_c)
 - Konstanta untuk jenis tanah dan permukaanya (k)
2. Data Sekunder yang diperlukan dalam penelitian :
 - Data peta SHP batas wilayah Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan

- Data peta kemiringan lereng
- Data peta jenis tanah
- Data peta tata guna lahan

3.4.2 Penentuan titik survey

Peta administrasi Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan DAS Sampean Baru digunakan sebagai acuan penentuan titik survei. Penentuan titik survey berdasarkan hasil overlay dari 3 peta, yaitu peta tata guna lahan, peta jenis tanah, dan peta kelas lereng. Teknik pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *Purposive Sampling* dimana pengambilan data dilakukan dengan sengaja sesuai syarat sampel yang diperlukan.

Penentuan jumlah titik sampel berdasarkan luasan tata guna lahan dan persebarannya dibuat merata di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan dari hasil *overlay* penentuan lokasi sampel.

3.4.3 Pengukuran Laju Infiltrasi di Lapangan

Pengukuran Laju infiltrasi dilakukan secara langsung dilapangan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui nilai kapasitas infiltrasi. Setelah nilai kapasitas infiltrasi tersebut sudah diketahui maka didapatkan parameter infiltrasi. Pengukuran parameter infiltrasi menggunakan alat infiltrometer dengan jenis *double ring infiltrometer*. Pengukuran dilakukan pada setiap titik sampel yang sudah ditentukan. Prosedur pengukuran parameter infiltrasi adalah sebagai berikut:

- a. Memasang ring infiltrometer ganda pada titik pengamatan.
- b. Menekan ring dengan kayu agar ring masuk 5-10 cm kedalam tanah.
- c. Memasang 1 lembar plastik di dalam ring kecil agar tidak terjadi kerusakan tanah (tanah tetap kering) pada waktu pengisian air ke dalam ring.
- d. Mengisi ruangan antara ring besar dan ring kecil dengan air (diharuskan air tetap penuh terus menerus saat pengukuran berlangsung).
- e. Mengisi ring kecil dengan air secara berhati-hati.

- f. Memulai pengukuran dengan menarik keluar lembaran plastik secara perlahan dari dalam ring dan jalankan stopwatch.
- g. Mencatat tinggi permukaan air awal dengan melihat skala dan catat penurunan air dalam interval waktu tertentu, interval waktu tergantung kecepatan penurunan air. Dalam penelitian ini digunakan interval penurunan air tiap 5 menit.
- h. Menambahkan air, bila tinggi muka air 5 cm dari permukaan tanah dan catat tinggi permukaan air awal, ulangi sampai terjadi penurunan air konstan dalam waktu yang sama (mencapai konstan 3-6 jam). (Balai Penelitian Tanah, 2005)

3.4.4 Parameter Infiltrasi Metode Horton

Parameter infiltrasi didapat dari nilai kapasitas infiltrasi. Kapasitas infiltrasi dihitung dari hasil pengukuran dilapangan berupa penurunan air setiap 5 menit dengan satuan cm. Parameter infiltrasi metode Horton yaitu laju infiltrasi awal (f_0), laju konstan (f_c), dan konstanta untuk jenis tanah (k).

- a. Laju Infiltrasi Awal (f_0)

Laju infiltrasi awal (f_0) yaitu laju infiltrasi awal dihitung mulai dari awal masuknya air ke dalam lapisan tanah atau laju infiltrasi pada saat $t = 0$. Satuan laju infiltrasi awal (f_0) yaitu cm/jam.

- b. Laju Infiltrasi Akhir (f_c)

Laju Infiltrasi Akhir (f_c) yaitu kapasitas infiltrasi pada saat t besar. Besarnya harga f_c tergantung dari jenis tanah dan lapisan permukaannya. Sebagai contoh untuk tanah gundul berpasir akan mempunyai harga f_c yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah gundul jenis lempung. Satuan laju infiltrasi akhir (f_c) yaitu cm/jam.

- c. Ketetapan Untuk Jenis Tanah dan Permukaannya (k)

Untuk memperoleh nilai konstanta K untuk melengkapi persamaan kurva kapasitas infiltrasi, maka persamaan Horton diolah sebagai berikut :

$$f = f_c + (f_o - f_c) e^{-Kt} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$f - f_c = (f_o - f_c) e^{-Kt} \dots\dots\dots(3.2)$$

dilogaritmkakan sisi kiri dan kanan,

$$\log (f - f_c) = \log (f_o - f_c) e^{-Kt} \text{ atau} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\log (f - f_c) = \log (f_o - f_c) - Kt \log e \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\log (f - f_c) - \log (f_o - f_c) = - Kt \log e \text{ maka,} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$t = (-1/(K \log e)) [\log (f - f_c) - \log (f_o - f_c)] \dots\dots\dots(3.6)$$

$$t = (-1/(K \log e)) \log (f - f_c) + (1/(K \log e)) \log (f_o - f_c) \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\text{Menggunakan persamaan umum liner, } y = m X + C, \text{ sehingga :} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$y = t, m = -1/(K \log e), X = \log (f - f_c), C = (1/K \log e) \log (f_o - f_c) \dots\dots(3.9)$$

$$\text{Mengambil persamaan, } m = -1/(K \log e), \text{ maka} \dots\dots\dots(3.10)$$

$$K = -1/(m \log e) \text{ atau } K = -1/(m \log 2,718) \dots\dots\dots(3.11)$$

$$\text{Atau } k = -1/ 0,434 m, \text{ dimana } m = \text{gradient} \dots\dots\dots(3.12)$$

Harga k tergantung dari texture permukaan tanah. Bila dilapisi tumbuhan dikatakan k lebih kecil dibanding *texture* permukaan tanah yang agak halus. Permukaan tanah yang gundul mempunyai harga k yang lebih besar.

3.4.5 Pengolahan Data

Setelah diketahui parameter infiltrasi di lapangan, kemudian menghitung nilai laju infiltrasi konstan dan volume total laju infiltrasi menggunakan metode Horton. Perhitungan laju infiltrasi konstan untuk mengetahui nilai laju infiltrasi pada saat konstan atau pada saat penurunan air menjadi konstan. Rumus perhitungan laju infiltrasi pada saat t (dalam hal ini dihitung pada saat t konstan) yaitu $f = f_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$. Setelah dihitung laju infiltrasi pada saat konstan, kemudian menghitung volume total laju infiltrasi. Perhitungan volume total infiltrasi atau jumlah air yang terinfiltrasi $F(t)$ merupakan integral dari laju infiltrasi. Laju infiltrasi merupakan

turunan dari infiltrasi kumulatif $F(t)$. Dengan kata lain, laju infiltrasi $f(t)$ adalah sama dengan kemiringan kurva $F(t)$ pada waktu (t) dengan satuan mm/jam. Rumus yang digunakan yaitu :

$$F(t) = \int_0^t f + (f_0 - f_c) e^{-kt} dt \dots \dots \dots (3.13)$$

3.4.6 Pemetaan Persebaran Nilai Laju Infiltrasi

Metode interpolasi merupakan metode yang digunakan untuk menduga nilai-nilai yang tidak diketahui pada lokasi yang berdekatan, titik-titik yang berdekatan dapat berjarak teratur ataupun tidak teratur. Tahap-tahap pembuatan peta persebaran laju infiltrasi menggunakan Interpolasi IDW yaitu sebagai berikut :

a. Pembuatan peta hasil survey (*overlays*)

Peta penyebaran titik lokasi hasil *overlay* digunakan sebagai dasar dalam proses analisis. Proses analisis akan selalu menggunakan data-data *field* (kolom) dari peta ini. Tahap proses pembuatannya adalah sebagai berikut :

1. Titik koordinat hasil survey (*overlays*) dan peta administrasi Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan diketik didalam *tables* yang ada di dalam Arcgis.
2. *Tables* ini terdiri dari nama-nama *field* (kolom) dan *records* (baris) yang berisi keterangan dari *field-field* yang ada.
3. Proses selanjutnya adalah menampilkan data ini ke dalam sebuah *view* dengan cara memilih menu *view* dan Sub.menu *add event theme*, selanjutnya *convert* ke dalam bentuk shapefile (*.shp) dengan cara memilih menu *Theme-Convert To Shapefile*

b. Pembuatan Peta Interpolasi IDW

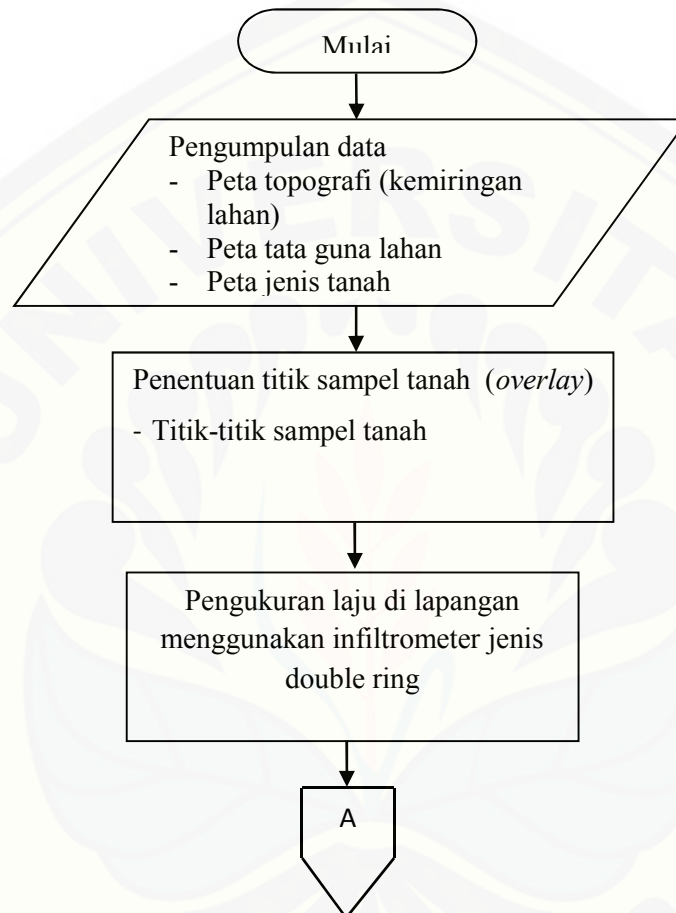
Metode interpolasi IDW memiliki asumsi bahwa setiap titik *input* mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Setelah *theme*

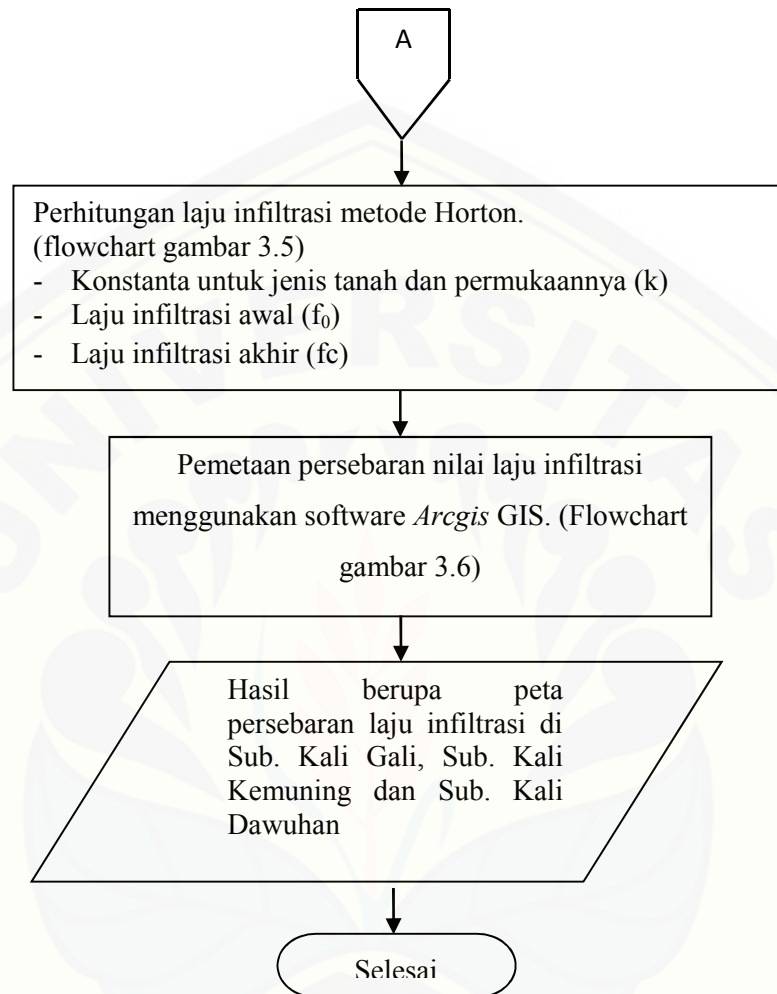
peta penyebaran titik lokasi survey dan data peta administrasi Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan dalam *view* serta proses koneksi dilakukan maka langkah selanjutnya adalah :

1. Mengaktifkan *laju_infiltrasi.shp*, *administrasi_line.shp* dan *Ekstensions Spasial Analyst*.
2. Setelah *ekstension Spasial Analyst* aktif, maka akan muncul menu *Analyst* dan *Surface*.
3. Untuk membuat garis kontur interpolasi IDW maka langkah selanjutnya adalah memilih menu *surface* dan Sub.menu *Create Contours*. Pilih ukuran *grid cell* yang dipakai atau dihasilkan metode konturing dan *field* yang akan digunakan. Pembuatan peta ini menggunakan ukuran *grid cell* 50 m dan metode konturingnya adalah Spline. Penggunaan ukuran *grid cell* sebesar 50 m² didasarkan pada hasil garis kontur yang akan lebih halus dimana semakin kecil ukuran *grid cell* maka hasil garis kontur akan semakin halus.

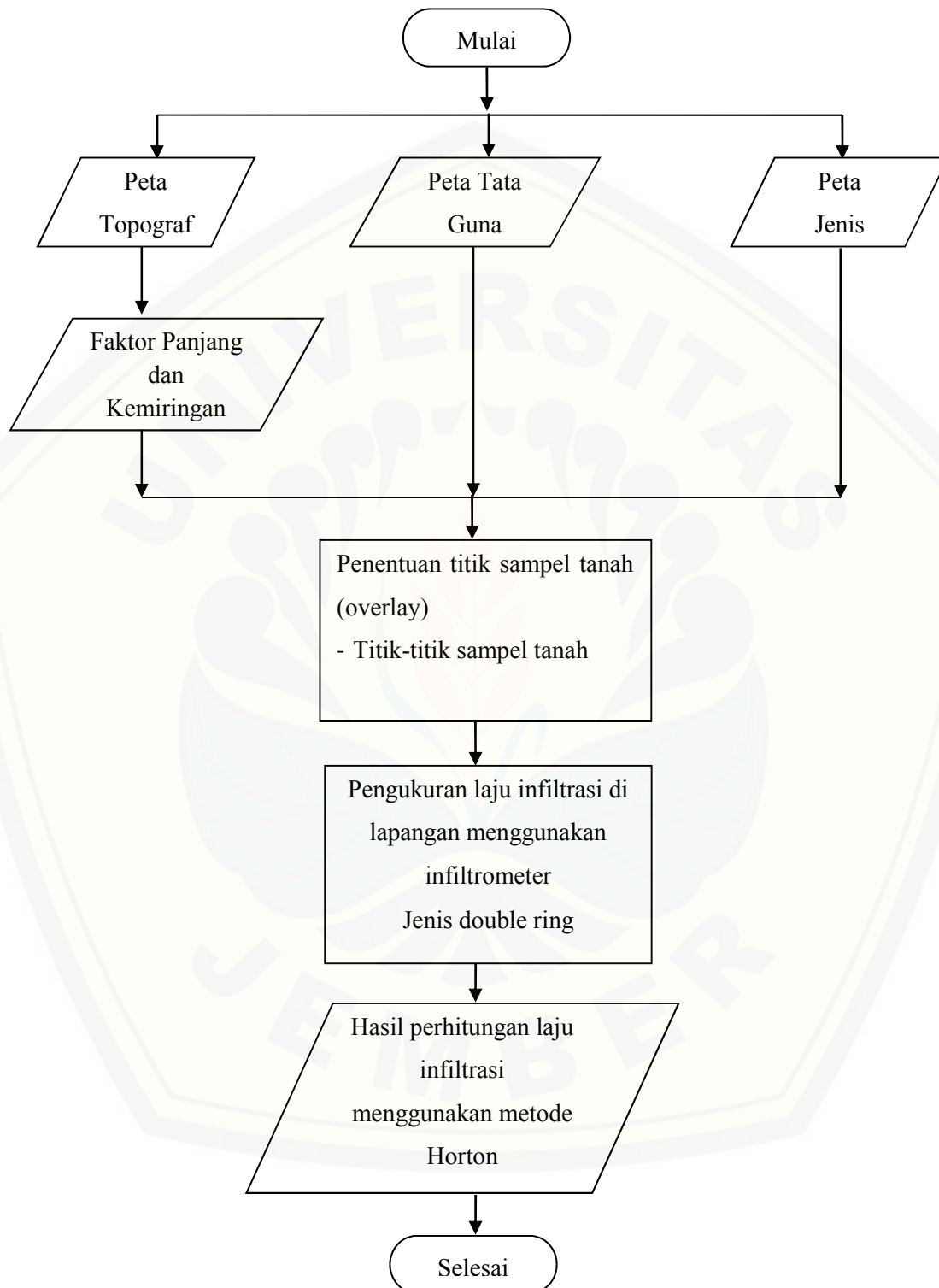
Hasil dari proses ini adalah peta garis interpolasi IDW berupa sebaran nilai laju infiltrasi di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.

3.5 Alur Penelitian

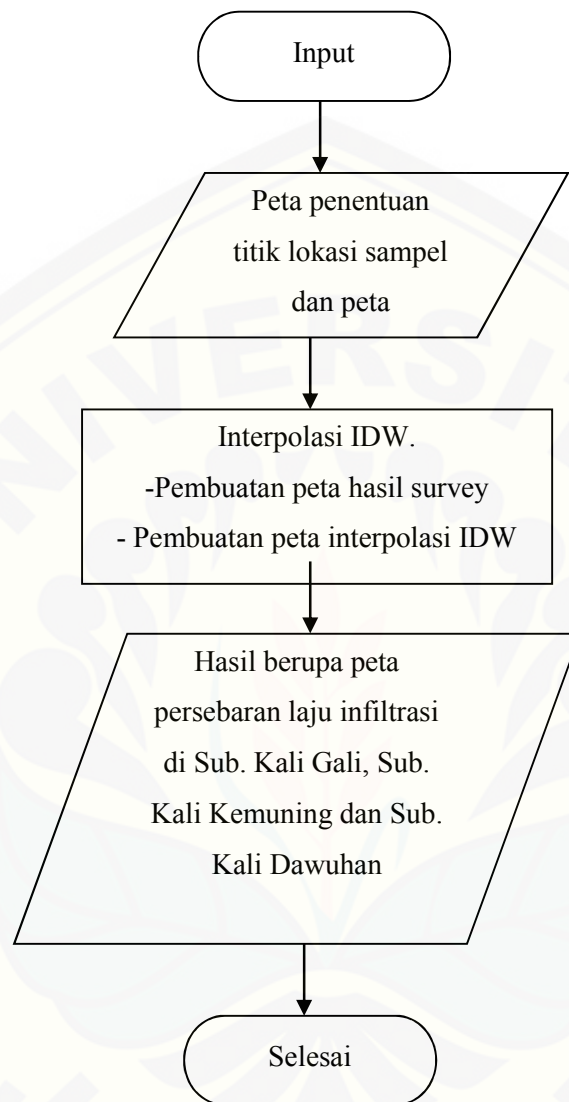




Gambar 3.2 Flowchart Alur Penelitian



Gambar 3.3 Flowchart Perhitungan Laju Infiltrasi



Gambar 3.4 Flowchart Peta Persebaran Laju Infiltrasi

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis data dan perhitungan pada pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Potensi laju infiltrasi di daerah penelitian berkisar pada agak lambat, sedang, agak cepat, dan cepat. Dari laju infiltrasi terendah atau kelas infiltrasi agak lambat sebesar 13,424 mm/jam pada titik nomer 3 yaitu Kecamatan Tapan dengan tata guna lahan sawah irigasi, kelerengan 0 – 8 %, dan jenis tanah regosol sampai laju infiltrasi cepat sebesar 142,838 mm/jam pada titik nomer 10 yaitu Kecamatan Tlogosari dengan tata guna lahan hutan, kelerengan 8 – 15%, dan jenis tanah latosol.
- b. Persebaran laju infiltrasi di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan didominasi laju infiltrasi agak lambat, yaitu sebesar 70,16% atau 11.974,70 hektar, laju infiltrasi sedang sebesar 20,00% atau 3.413,20 hektar, laju infiltrasi agak cepat sebesar 5,99% atau 1.023,00 hektar dan laju infiltrasi cepat yaitu 3,85% atau 657,00 hektar.

5.2. Saran

Untuk penyempurnaan data yang lebih akurat, perlu dilakukan pengukuran laju infiltrasi beberapa kali untuk satu titik survei dan titik lokasi survey yang lebih rapat untuk satu wilayah yang akan diteliti. Penelitian ini juga dapat dikembangkan dengan alat yang berbeda, aplikasi (*software*) yang berbeda dan metode perhitungan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007. <http://www.Pusair-pu.go.id/final-Rancangan-sni/final-infiltrasi/-Journal/JA0021-04.PDF>. Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Balai Penelitian Tanah, 2005. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Bogor: Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Chow, V. T. 1964. *Handbook of Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Departemen Kehutanan. 2009. *Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTKRHL-DAS)*. Jakarta: Departemen Kehutanan. Menteri Kehutanan Republik Indonesia. Nomor : P.32/MENHUT-II/2009.
- Fitriyah, Nining., 2015. *Pemetaan Laju Infiltrasi di Sub DAS Tenggarang Kabupaten Bondowoso [skripsi]*. Jember. Fakultas Teknik, Universitas Jember
- Gatot H, Pramono, 2008, *Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros – Sulawesi Selatan, Forum Geografi*, Vol. 22, No. 1, Juli 2008: 145-158.
- Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*. Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Herlina, Andiani., 2015. *Pemetaan Daerah Potensi Pemasok Banjir Berdasarkan Laju Infiltrasi dan Intensitas Hujan di Sub DAS Tenggarang Kabupaten Bondowoso [skripsi]*. Jember. Fakultas Teknik, Universitas Jember

- Indarto, M. 2013. “*Perbandingan teknik interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor dan Spile*”. Tidak diterbitkan. Jurnal. Jakarta.
- Kurnia, U., dkk., 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Monika, Junita dkk. 2012. “*Perbandingan teknik interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor dan Spile*”. Tidak diterbitkan. Jurnal. Jakarta.
- Nisa, 2014. <https://www.academia.edu/6755652/ContohPerhitunganMetodeHorton>
- Prahasta, E. 2001. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: CV. Informatika.
- Primayuda, Anom 2001. *Pemetaan Daerah Rawan dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis: studi kasus Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur* [skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, 2007. <http://www.Pusair-pu.go.id/final-Rancangan-sni/final-Infiltrasi/-Wawan-Setiawan/isi.doc>
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi*. Gadjah Mada University Press , Yogyakarta
- Sudarmanto, Arief dkk. 2013. *Analisis kemampuan infiltrasi lahan berdasarkan kondisi hidrometeorologis dan karakteristik fisik DAS pada sub DAS Kreo Jawa*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013 ISBN 978-602-17001-1-2. Semarang: UNDIP.
- Thompson, J.K. (1996). *Body images, eating disorders, and obesity : An integrative guide for assessment and treatment*. Washington, DC : American Psychological Association

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset

Waryono, T (2003), “Peranan Kawasan Resapan Air dalam Pengelolaan Sumber Daya Air”, dalam “*Kumpulan Makalah Periode 1987 – 2008*”, Fakultas Teknik UI, Jakarta




Wikipedia, http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_informasi_geografis

Wirosoedarmo, Ruslan dkk, *Agustus 2009*, “Evaluasi Laju Infiltrasi Pada Beberapa Penggunaan Lahan Menggunakan Metode Infiltrasi Horton Di Sub DAS Coban Rondo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang”. *Jurnal Fakultas Pertanian*. Volume 10, No.2, [Http://jtb.ub.ac.id](http://jtb.ub.ac.id), 25 September 2014.




A. Titik Lokasi Survey Penelitian

Berikut tata guna lahan pada titik lokasi survey penelitian di Sub. Kali Gali, Sub. Kali Kemuning dan Sub. Kali Dawuhan.

Titik Survey	Tata Guna Lahan	Tata Guna Lahan Lapangan
1	Tegalan	
2	Sawah Irigasi	

Titik Survey	Tata Guna Lahan	Tata Guna Lahan Lapangan
3	Sawah Irigasi	
4	Sawah Tadah Hujan	
5	Sawah Irigasi	

Titik Survey	Tata Guna Lahan	Tata Guna Lahan Lapangan
6	Sawah Irigasi	
7	Sawah irigasi	

Titik Survey	Tata Guna Lahan	Tata Guna Lahan Lapangan
8	Pemukiman	
10	Hutan	
11	Belukar	

B. Data Pengukuran Laju Infiltrasi

Berikut data pengukuran dan kurva kapasitas infiltrasi 11 titik hasil penelitian laju infiltrasi di lapangan.

Form Penelitian

1. No Form : 01
2. Tanggal Pengamatan : 21 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 816999,31 ; Y: 9130699,8
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Taman Krocok Desa: Kemuningan
5. Jenis tanah: Latosol
6. Penggunaan Lahan : Tegalan
7. Lereng: 8-15 %

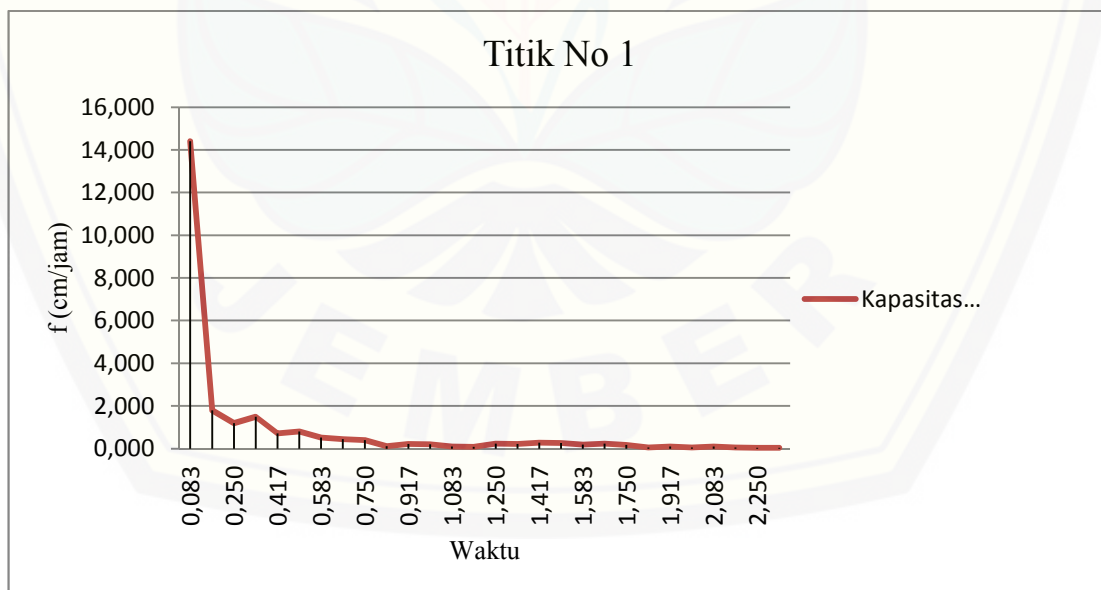
Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	28,8	1,20	14,400
3	10	0,167	28,5	0,30	1,800
4	15	0,250	28,2	0,30	1,200
5	20	0,333	27,7	0,50	1,500
6	25	0,417	27,4	0,30	0,720
7	30	0,500	27	0,40	0,800
8	35	0,583	26,7	0,30	0,514
9	40	0,667	26,4	0,30	0,450
10	45	0,750	26,1	0,30	0,400
11	50	0,833	26	0,10	0,120
12	55	0,917	25,8	0,20	0,218
13	60	1,000	25,6	0,20	0,200
14	65	1,083	25,5	0,10	0,092
15	70	1,167	25,4	0,10	0,086
16	75	1,250	25,1	0,30	0,240
17	80	1,333	24,8	0,30	0,225

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
18	85	1,417	24,4	0,40	0,282
19	90	1,500	24	0,40	0,267
20	95	1,583	23,7	0,30	0,189
21	100	1,667	23,3	0,40	0,240
22	105	1,750	23	0,30	0,171
23	110	1,833	22,9	0,10	0,055
24	115	1,917	22,7	0,20	0,104
25	120	2,000	22,6	0,10	0,050
26	125	2,083	22,4	0,20	0,096
27	130	2,167	22,3	0,10	0,046
28	135	2,250	22,2	0,10	0,044
29	140	2,333	22,1	0,10	0,043

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 14,4

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,043



Form Penelitian

1. No Form : 02
2. Tanggal Pengamatan : 21 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 817374,34 ; Y: 9127654,56
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Taman Krocok Desa: Sumber Kokap
5. Jenis tanah: Regosol
6. Penggunaan Lahan : Sawah Irigasi
7. Lereng: 0-8 %

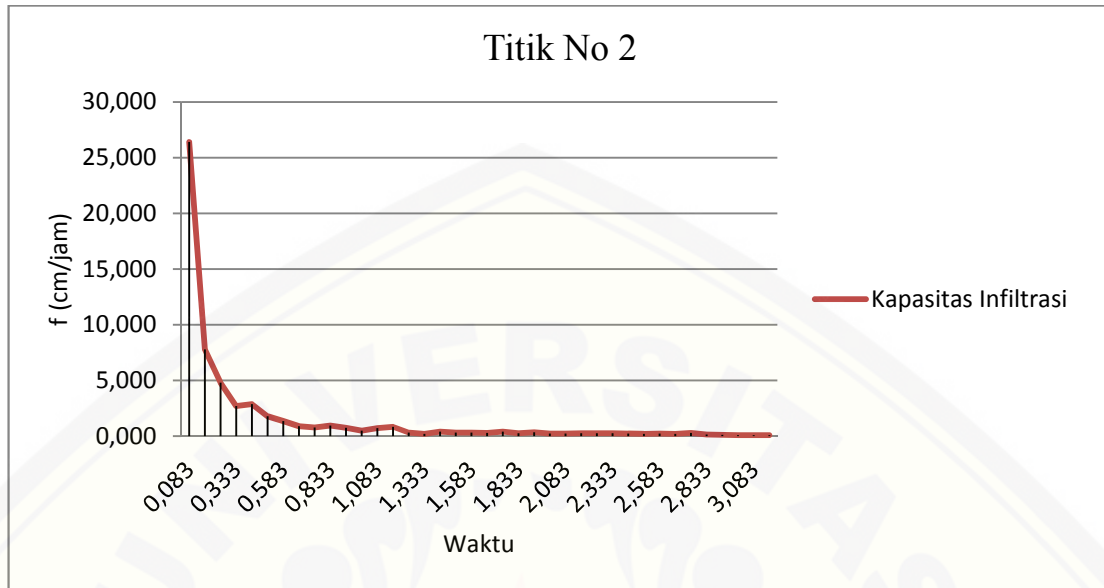
Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	27,8	2,20	26,400
3	10	0,167	26,5	1,30	7,800
4	15	0,250	25,3	1,20	4,800
5	20	0,333	24,4	0,90	2,700
6	25	0,417	23,2	1,20	2,880
7	30	0,500	22,3	0,90	1,800
8	35	0,583	21,5	0,80	1,371
9	40	0,667	20,9	0,60	0,900
10	45	0,750	20,3	0,60	0,800
11	50	0,833	19,5	0,80	0,960
12	55	0,917	18,8	0,70	0,764
13	60	1,000	18,3	0,50	0,500
14	65	1,083	17,5	0,80	0,738
15	70	1,167	16,5	1,00	0,857
16	75	1,250	16,1	0,40	0,320
17	80	1,333	15,8	0,30	0,225
18	85	1,417	15,2	0,60	0,424
19	90	1,500	14,7	0,50	0,333
20	95	1,583	14,2	0,50	0,316
21	100	1,667	13,7	0,50	0,300
22	105	1,750	13	0,70	0,400
23	110	1,833	12,5	0,50	0,273

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
24	115	1,917	11,8	0,70	0,365
25	120	2,000	11,3	0,50	0,250
26	125	2,083	10,8	0,50	0,240
27	130	2,167	10,2	0,60	0,277
28	135	2,250	9,6	0,60	0,267
29	140	2,333	9	0,60	0,257
30	145	2,417	8,4	0,60	0,248
31	150	2,500	7,9	0,50	0,200
32	155	2,583	7,3	0,60	0,232
33	160	2,667	6,7	0,60	0,225
34	165	2,750	5,9	0,80	0,291
35	170	2,833	5,5	0,40	0,141
36	175	2,917	5,1	0,40	0,137
37	180	3,000	4,8	0,30	0,100
38	185	3,083	4,5	0,30	0,097
39	190	3,167	4,2	0,30	0,095

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 26,4

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,095



Form Penelitian

1. No Form : 03
2. Tanggal Pengamatan : 21 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 821454,66 ; Y: 9126364,46
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Tapen Desa: Jurang Sapi
5. Jenis tanah: Regosol
6. Penggunaan Lahan : Sawah Irigasi
7. Lereng: 0-8 %

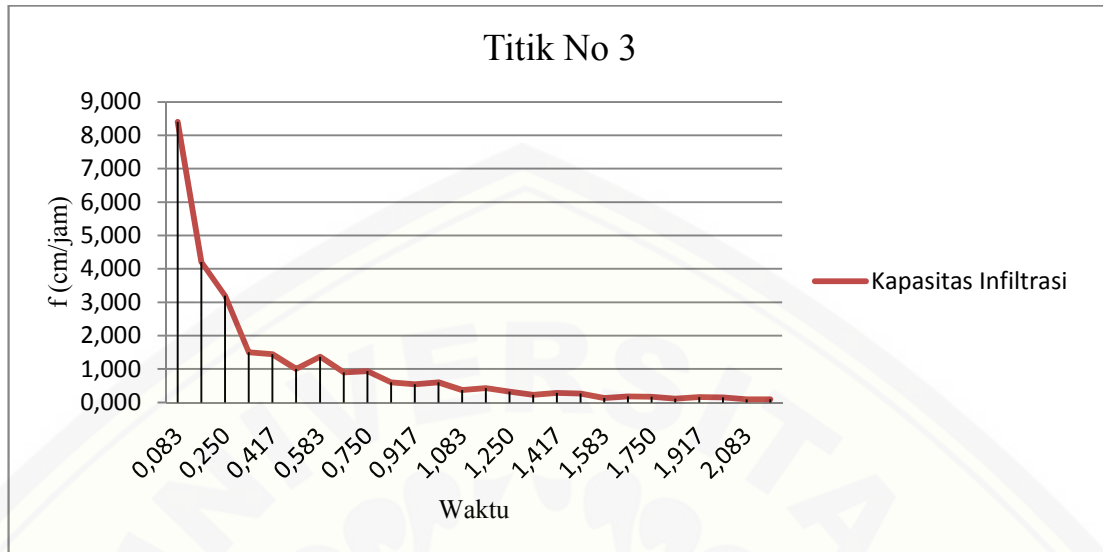
Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	29,3	0,70	8,400
3	10	0,167	28,6	0,70	4,200
4	15	0,250	27,8	0,80	3,200

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
5	20	0,333	27,3	0,50	1,500
6	25	0,417	26,7	0,60	1,440
7	30	0,500	26,2	0,50	1,000
8	35	0,583	25,4	0,80	1,371
9	40	0,667	24,8	0,60	0,900
10	45	0,750	24,1	0,70	0,933
11	50	0,833	23,6	0,50	0,600
12	55	0,917	23,1	0,50	0,545
13	60	1,000	22,5	0,60	0,600
14	65	1,083	22,1	0,40	0,369
15	70	1,167	21,6	0,50	0,429
16	75	1,250	21,2	0,40	0,320
17	80	1,333	20,9	0,30	0,225
18	85	1,417	20,5	0,40	0,282
19	90	1,500	20,1	0,40	0,267
20	95	1,583	19,9	0,20	0,126
21	100	1,667	19,6	0,30	0,180
22	105	1,750	19,3	0,30	0,171
23	110	1,833	19,1	0,20	0,109
24	115	1,917	18,8	0,30	0,157
25	120	2,000	18,5	0,30	0,150
26	125	2,083	18,3	0,20	0,096
27	130	2,167	18,1	0,20	0,092

f_o = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 8,4

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,092



Form Penelitian

1. No Form : 04
2. Tanggal Pengamatan : 21 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 820869,61 ; Y: 9130264,76
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Taman Krocok Desa: Gentong
5. Jenis tanah: Regosol
6. Penggunaan Lahan : Sawah Tadah Hujan
7. Lereng: 0-8 %

Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	27,8	2,20	26,400
3	10	0,167	26	1,80	10,800
4	15	0,250	24,5	1,50	6,000
5	20	0,333	23,3	1,20	3,600

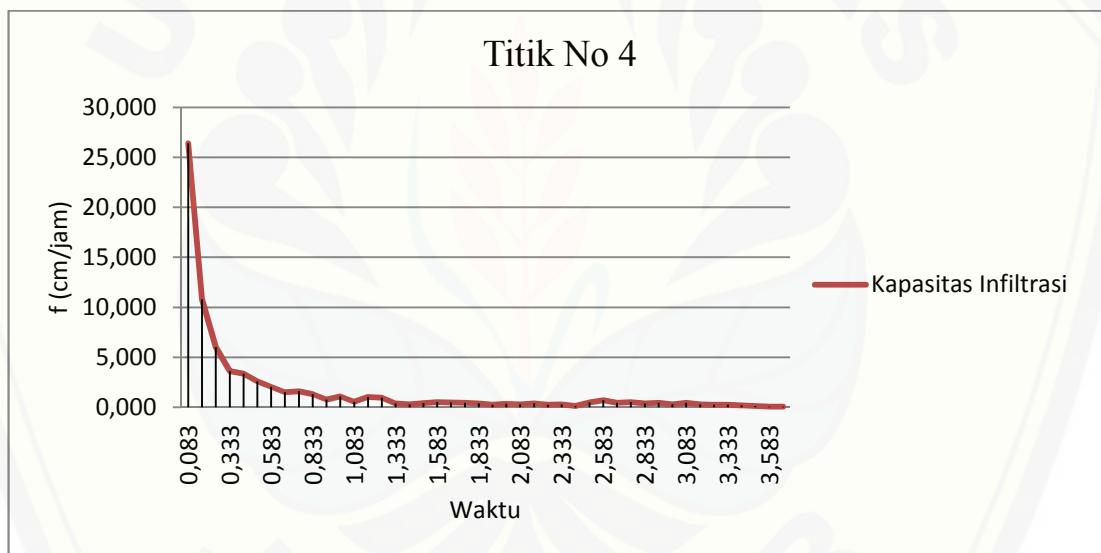
No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
6	25	0,417	21,9	1,40	3,360
7	30	0,500	20,6	1,30	2,600
8	35	0,583	19,4	1,20	2,057
9	40	0,667	18,4	1,00	1,500
10	45	0,750	17,2	1,20	1,600
11	50	0,833	16,1	1,10	1,320
12	55	0,917	15,4	0,70	0,764
13	60	1,000	14,3	1,10	1,100
14	65	1,083	13,7	0,60	0,554
15	70	1,167	12,5	1,20	1,029
16	75	1,250	11,3	1,20	0,960
17	80	1,333	10,8	0,50	0,375
18	85	1,417	10,4	0,40	0,282
19	90	1,500	9,8	0,60	0,400
20	95	1,583	9	0,80	0,505
21	100	1,667	8,2	0,80	0,480
22	105	1,750	7,4	0,80	0,457
23	110	1,833	6,7	0,70	0,382
24	115	1,917	6,2	0,50	0,261
25	120	2,000	5,5	0,70	0,350
26	125	2,083	4,9	0,60	0,288
27	130	2,167	4,1	0,80	0,369
28	135	2,250	3,5	0,60	0,267
29	140	2,333	2,8	0,70	0,300
30	145	2,417	2,5+27,5*	0,30	0,124
31	150	2,500	28,8	1,20	0,480
32	155	2,583	27	1,80	0,697
33	160	2,667	25,8	1,20	0,450
34	165	2,750	24,4	1,40	0,509
35	170	2,833	23,3	1,10	0,388
36	175	2,917	22	1,30	0,446
37	180	3,000	21,1	0,90	0,300
38	185	3,083	19,7	1,40	0,454
39	190	3,167	18,8	0,90	0,284
40	195	3,250	18	0,80	0,246
41	200	3,333	17,2	0,80	0,240

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
42	205	3,417	16,6	0,60	0,176
43	210	3,500	16,2	0,40	0,114
44	215	3,583	16	0,20	0,056
45	220	3,667	15,8	0,20	0,055

Keterangan : * Penambahan air

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 26,4

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,055



Form Penelitian

1. No Form : 05
2. Tanggal Pengamatan : 22 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 825415,42 ; Y: 9123972,47
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Tapen Desa: Wonokusumo
5. Jenis tanah: Regosol

6. Penggunaan Lahan : Sawah Irigasi

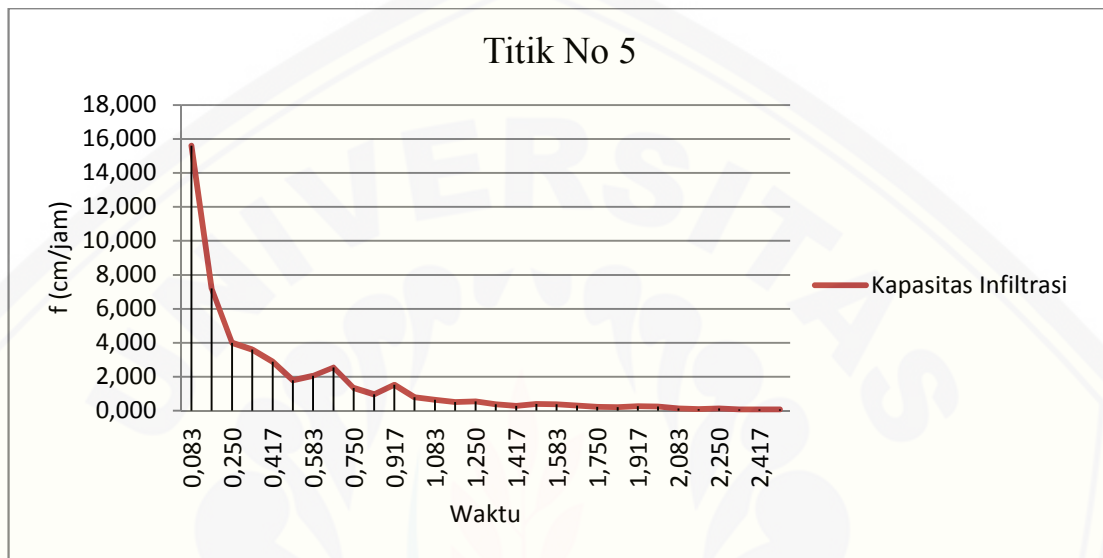
7. Lereng: 0-8 %

Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	28,7	1,30	15,600
3	10	0,167	27,5	1,20	7,200
4	15	0,250	26,5	1,00	4,000
5	20	0,333	25,3	1,20	3,600
6	25	0,417	24,1	1,20	2,880
7	30	0,500	23,2	0,90	1,800
8	35	0,583	22	1,20	2,057
9	40	0,667	20,3	1,70	2,550
10	45	0,750	19,3	1,00	1,333
11	50	0,833	18,5	0,80	0,960
12	55	0,917	17,1	1,40	1,527
13	60	1,000	16,3	0,80	0,800
14	65	1,083	15,6	0,70	0,646
15	70	1,167	15	0,60	0,514
16	75	1,250	14,3	0,70	0,560
17	80	1,333	13,8	0,50	0,375
18	85	1,417	13,4	0,40	0,282
19	90	1,500	12,8	0,60	0,400
20	95	1,583	12,2	0,60	0,379
21	100	1,667	11,7	0,50	0,300
22	105	1,750	11,3	0,40	0,229
23	110	1,833	10,9	0,40	0,218
24	115	1,917	10,4	0,50	0,261
25	120	2,000	9,9	0,50	0,250
26	125	2,083	9,6	0,30	0,144
27	130	2,167	9,4	0,20	0,092
28	135	2,250	9,1	0,30	0,133
29	140	2,333	8,9	0,20	0,086
30	145	2,417	8,7	0,20	0,083
31	150	2,500	8,5	0,20	0,080

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 15,6

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,08



Form Penelitian

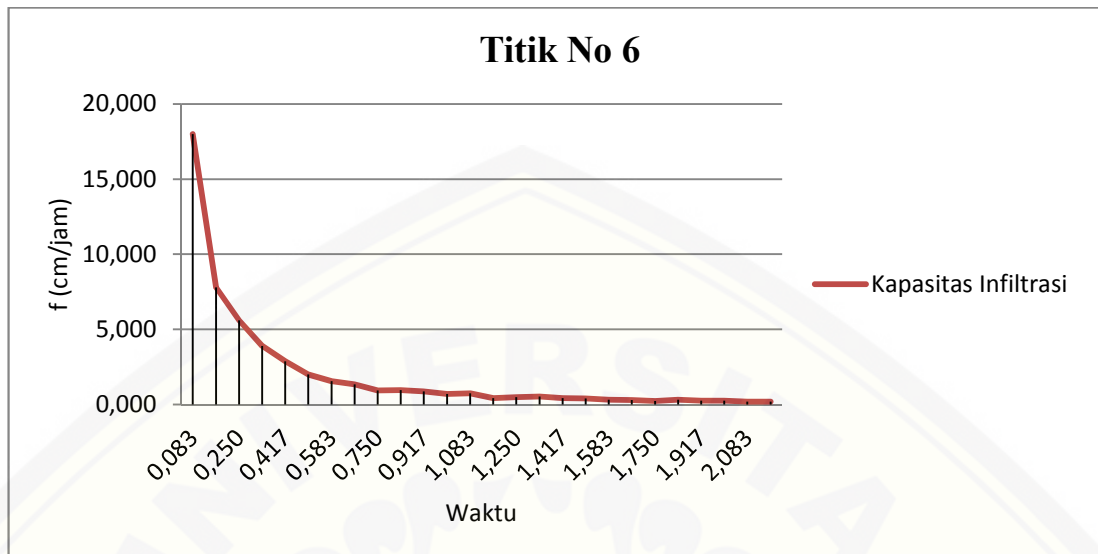
1. No Form : 06
2. Tanggal Pengamatan : 22 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X 820765,94; Y: 9121983,92
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Wonosari Desa: Tumpeng
5. Jenis tanah: Regosol
6. Penggunaan Lahan : Sawah Irigasi
7. Lereng: 0-8 %

Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	28,5	1,50	18,000
3	10	0,167	27,2	1,30	7,800
4	15	0,250	25,8	1,40	5,600
5	20	0,333	24,5	1,30	3,900
6	25	0,417	23,3	1,20	2,880
7	30	0,500	22,3	1,00	2,000
8	35	0,583	21,4	0,90	1,543
9	40	0,667	20,5	0,90	1,350
10	45	0,750	19,8	0,70	0,933
11	50	0,833	19	0,80	0,960
12	55	0,917	18,2	0,80	0,873
13	60	1,000	17,5	0,70	0,700
14	65	1,083	16,7	0,80	0,738
15	70	1,167	16,2	0,50	0,429
16	75	1,250	15,6	0,60	0,480
17	80	1,333	14,9	0,70	0,525
18	85	1,417	14,3	0,60	0,424
19	90	1,500	13,7	0,60	0,400
20	95	1,583	13,2	0,50	0,316
21	100	1,667	12,7	0,50	0,300
22	105	1,750	12,3	0,40	0,229
23	110	1,833	11,7	0,60	0,327
24	115	1,917	11,2	0,50	0,261
25	120	2,000	10,7	0,50	0,250
26	125	2,083	10,3	0,40	0,192
27	130	2,167	9,9	0,40	0,185

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 18,00

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,185



Form Penelitian

1. No Form : 07
2. Tanggal Pengamatan : 22 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X 825019,41; Y: 9120768,65
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Sukosari Desa: Sukosari Lor
5. Jenis tanah: Regosol
6. Penggunaan Lahan : Sawah Irigasi
7. Lereng: 0-8 %

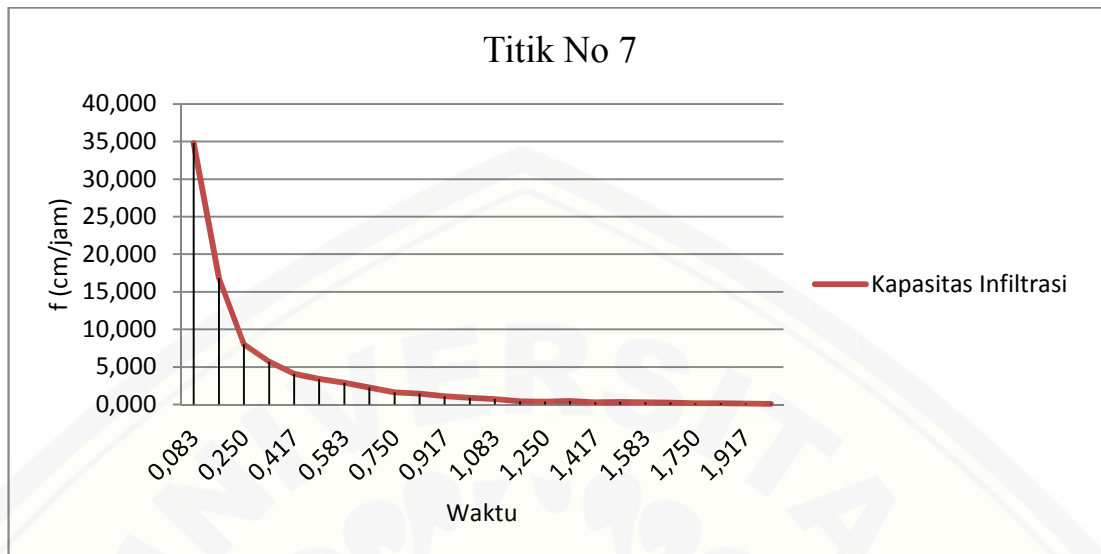
Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	27,1	2,90	34,800
3	10	0,167	24,3	2,80	16,800
4	15	0,250	22,3	2,00	8,000
5	20	0,333	20,4	1,90	5,700

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
6	25	0,417	18,7	1,70	4,080
7	30	0,500	17	1,70	3,400
8	35	0,583	15,3	1,70	2,914
9	40	0,667	13,8	1,50	2,250
10	45	0,750	12,6	1,20	1,600
11	50	0,833	11,4	1,20	1,440
12	55	0,917	10,4	1,00	1,091
13	60	1,000	9,5	0,90	0,900
14	65	1,083	8,7	0,80	0,738
15	70	1,167	8,2	0,50	0,429
16	75	1,250	7,7	0,50	0,400
17	80	1,333	7,1	0,60	0,450
18	85	1,417	6,7	0,40	0,282
19	90	1,500	6,2	0,50	0,333
20	95	1,583	5,7	0,50	0,316
21	100	1,667	5,3	0,40	0,240
22	105	1,750	5	0,30	0,171
23	110	1,833	4,7	0,30	0,164
24	115	1,917	4,5	0,20	0,104
25	120	2,000	4,3	0,20	0,100

f_o = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 34,8

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,1



Form Penelitian

1. No Form : 08
2. Tanggal Pengamatan : 22 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 827751,31; Y: 9116790,25
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Sumberwringin Desa: Tegaldjati
5. Jenis tanah: Regosol
6. Penggunaan Lahan : Pemukiman
7. Lereng: 0-8 %

Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	26,9	3,10	37,200
3	10	0,167	23,8	3,10	18,600
4	15	0,250	21,9	1,90	7,600
5	20	0,333	19,5	2,40	7,200

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
6	25	0,417	17,8	1,70	4,080
7	30	0,500	15,9	1,90	3,800
8	35	0,583	13,9	2,00	3,429
9	40	0,667	12,3	1,60	2,400
10	45	0,750	10,3	2,00	2,667
11	50	0,833	8,7	1,60	1,920
12	55	0,917	7,6	1,10	1,200
13	60	1,000	6,5	1,10	1,100
14	65	1,083	5,3	1,20	1,108
15	70	1,167	4,1	1,20	1,029
16	75	1,250	2,9	1,20	0,960

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 37,2

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,96



Form Penelitian

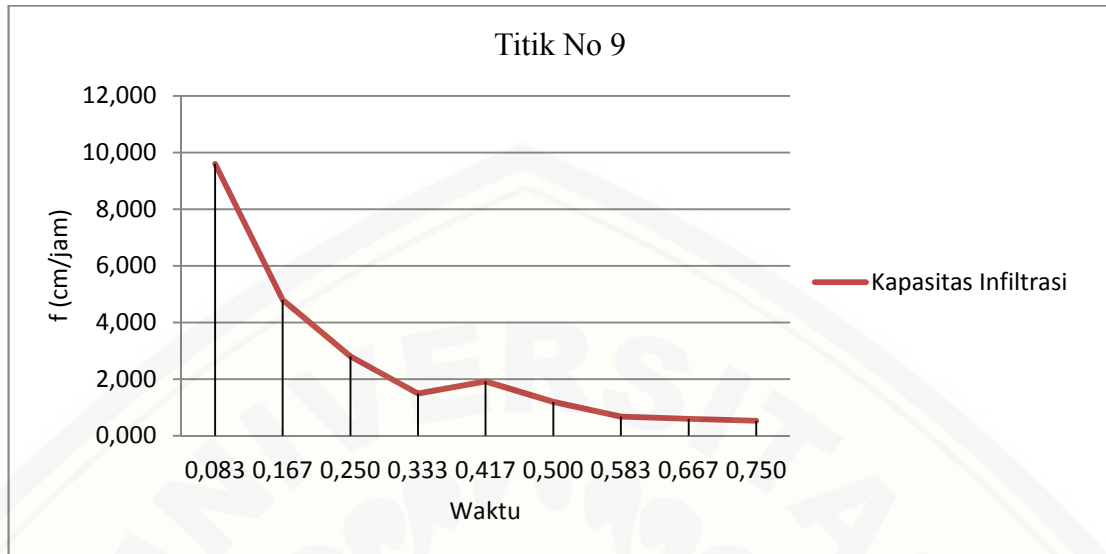
1. No Form : 09
2. Tanggal Pengamatan : 23 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 831024,26 ; Y: 9114396,66
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Sumberwringin Desa: Tegaldjati
5. Jenis tanah: Regosol
6. Penggunaan Lahan : Kebun
7. Lereng: 0-8 %

Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	29,2	0,80	9,600
3	10	0,167	28,4	0,80	4,800
4	15	0,250	27,7	0,70	2,800
5	20	0,333	27,2	0,50	1,500
6	25	0,417	26,4	0,80	1,920
7	30	0,500	25,8	0,60	1,200
8	35	0,583	25,4	0,40	0,686
9	40	0,667	25	0,40	0,600
10	45	0,750	24,6	0,40	0,533

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 9,6

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,53



Form Penelitian

1. No Form : 10
2. Tanggal Pengamatan : 23 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 832863,87; Y: 9109152,1
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Tlogosari Desa: Gunosari
5. Jenis tanah: Latosol
6. Penggunaan Lahan : Hutan
7. Lereng: 8-15 %

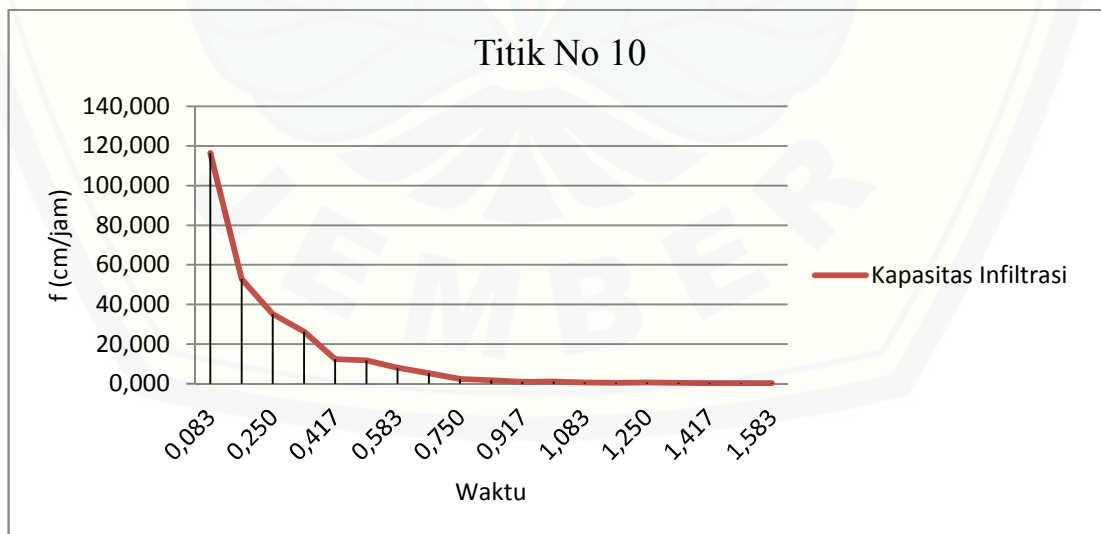
Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	20,3	9,70	116,400
3	10	0,167	11,5	8,80	52,800
4	15	0,250	2,7+27,3*	8,80	35,200
5	20	0,333	21,2	8,80	26,400

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
6	25	0,417	16	5,20	12,480
7	30	0,500	10,1	5,90	11,800
8	35	0,583	5,4+24,6	4,70	8,057
9	40	0,667	26,4	3,60	5,400
10	45	0,750	24,5	1,90	2,533
11	50	0,833	23	1,50	1,800
12	55	0,917	22,1	0,90	0,982
13	60	1,000	21	1,10	1,100
14	65	1,083	20,2	0,80	0,738
15	70	1,167	19,6	0,60	0,514
16	75	1,250	18,8	0,80	0,640
17	80	1,333	18	0,80	0,600
18	85	1,417	17,5	0,50	0,353
19	90	1,500	17	0,50	0,333
20	95	1,583	16,5	0,50	0,316

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 116,4

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 1,583



Form Penelitian

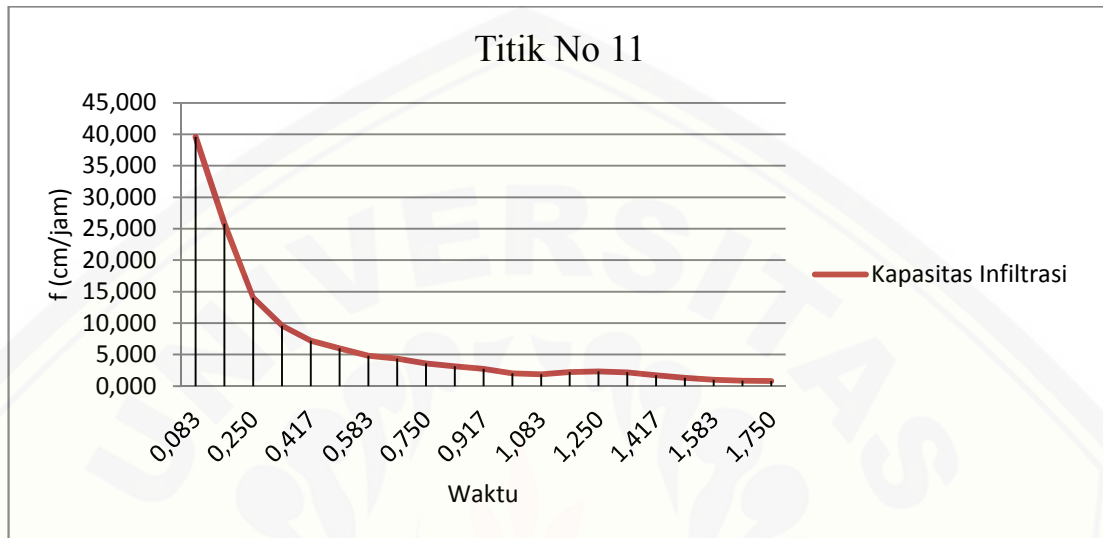
1. No Form : 11
2. Tanggal Pengamatan : 23 Februari 2016
3. GPS-UTM: Zone 49 S/N; X: 835904,32 ; Y: 9103947,93
4. Lokasi: Kab: Bondowoso Kec: Tlogosari Desa: Gunosari
5. Jenis tanah: Latosol
6. Penggunaan Lahan : Belukar
7. Lereng: >40 %

Tabel Pengamatan

No	Waktu (menit)	Waktu (jam)	Tinggi Air (cm)	Penurunan (cm)	f (cm/jam)
1	0	0,000	30	0,00	0
2	5	0,083	26,7	3,30	39,600
3	10	0,167	22,4	4,30	25,800
4	15	0,250	18,9	3,50	14,000
5	20	0,333	15,7	3,20	9,600
6	25	0,417	12,7	3,00	7,200
7	30	0,500	9,7	3,00	6,000
9	40	0,667	4	2,90	4,350
10	45	0,750	1,3+28,7	2,70	3,600
11	50	0,833	27,4	2,60	3,120
12	55	0,917	24,9	2,50	2,727
13	60	1,000	22,9	2,00	2,000
14	65	1,083	20,9	2,00	1,846
15	70	1,167	18,3	2,60	2,229
16	75	1,250	15,4	2,90	2,320
17	80	1,333	12,5	2,90	2,175
18	85	1,417	10,1	2,40	1,694
19	90	1,500	8,1	2,00	1,333
20	95	1,583	6,5	1,60	1,011
21	100	1,667	5,1	1,40	0,840
22	105	1,750	3,7	1,40	0,800

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam) = 39,6

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam) = 0,8



C. Perhitungan Laju Infiltrasi

Berikut perhitungan nilai laju infiltrasi, nilai laju infiltrasi konstan dan volume total infiltrasi pada 11 titik lokasi survey.

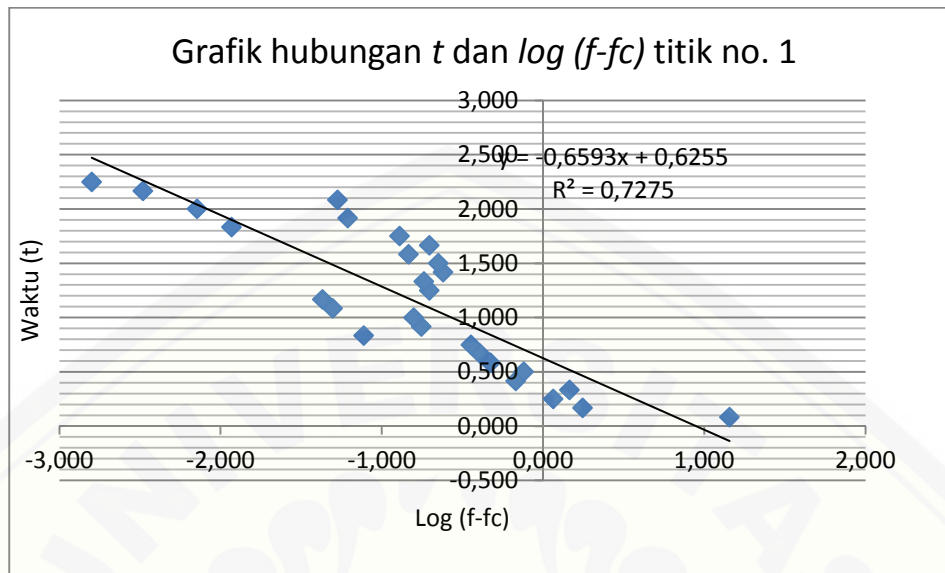
1. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 1

Tabel C.1 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	f_c	$f-f_c$	$\log (f-f_c)$
0,083	14,400	0,043	14,357	1,157
0,167	1,800	0,043	1,757	0,245
0,250	1,200	0,043	1,157	0,063
0,333	1,500	0,043	1,457	0,164
0,417	0,720	0,043	0,677	-0,169
0,500	0,800	0,043	0,757	-0,121
0,583	0,514	0,043	0,471	-0,327

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f- fc)
0,667	0,450	0,043	0,407	-0,390
0,750	0,400	0,043	0,357	-0,447
0,833	0,120	0,043	0,077	-1,113
0,917	0,218	0,043	0,175	-0,756
1,000	0,200	0,043	0,157	-0,804
1,083	0,092	0,043	0,049	-1,306
1,167	0,086	0,043	0,043	-1,368
1,250	0,240	0,043	0,197	-0,705
1,333	0,225	0,043	0,182	-0,740
1,417	0,282	0,043	0,239	-0,621
1,500	0,267	0,043	0,224	-0,650
1,583	0,189	0,043	0,147	-0,834
1,667	0,240	0,043	0,197	-0,705
1,750	0,171	0,043	0,129	-0,891
1,833	0,055	0,043	0,012	-1,932
1,917	0,104	0,043	0,061	-1,211
2,000	0,050	0,043	0,007	-2,146
2,083	0,096	0,043	0,053	-1,275
2,167	0,046	0,043	0,003	-2,482
2,250	0,044	0,043	0,002	-2,799
2,333	0,043	0,043	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.1 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan liner tersebut diperoleh gradien, $m = -0,635$

dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 3,49$

- Perhitungan laju infiltrasi konstan

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 2,33$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

$f_0 =$ laju infiltrasi awal = 14,4 cm/jam

$f_c =$ laju infiltrasi akhir = 0,043 cm/jam

$t = 2,33$ jam, $k = 3,49$, $e = 2,718$

$$f = 0,043 + (14,4 - 0,043) e^{-(3,49 \times 2,33)}$$

$$f = 0,046 \text{ cm/jam} = 0,46 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 0,043 \times 2,718 + \frac{1}{3,4} (14,4 - 0,043) (1 - e^{-(3,49 \times 2,33)})$$

$$= 4,20 \text{ cm} / 2,33 \text{ jam} = 1,80 \text{ cm/jam} = 18 \text{ mm/jam}$$

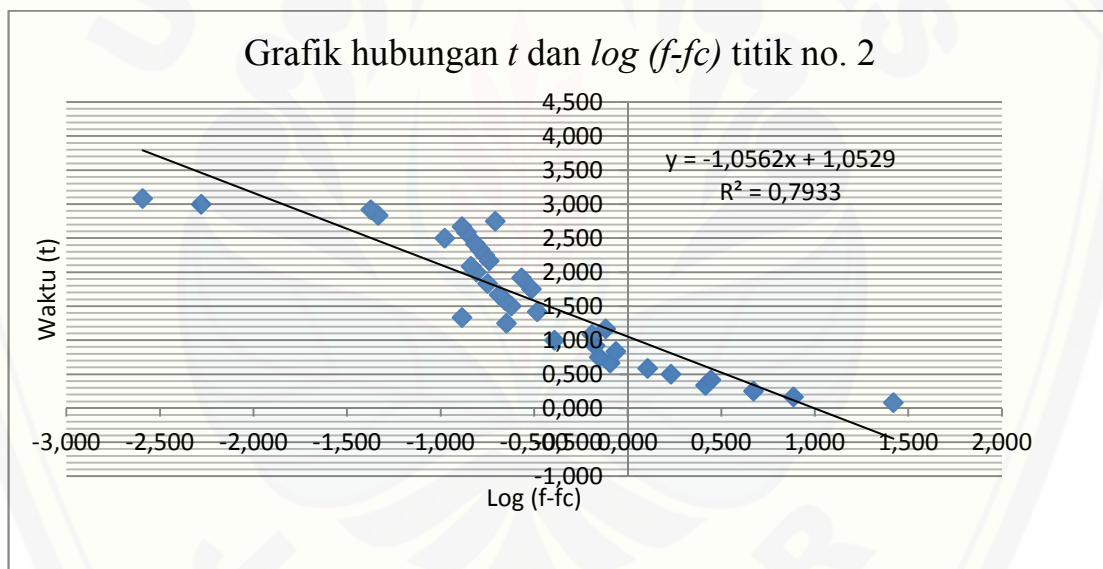
2. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 2

Tabel C.2 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f- fc)
0,083	26,400	0,095	26,305	1,420
0,167	7,800	0,095	7,705	0,887
0,250	4,800	0,095	4,705	0,673
0,333	2,700	0,095	2,605	0,416
0,417	2,880	0,095	2,785	0,445
0,500	1,800	0,095	1,705	0,232
0,583	1,371	0,095	1,277	0,106
0,667	0,900	0,095	0,805	-0,094
0,750	0,800	0,095	0,705	-0,152
0,833	0,960	0,095	0,865	-0,063
0,917	0,764	0,095	0,669	-0,175
1,000	0,500	0,095	0,405	-0,392
1,083	0,738	0,095	0,644	-0,191
1,167	0,857	0,095	0,762	-0,118
1,250	0,320	0,095	0,225	-0,647
1,333	0,225	0,095	0,130	-0,885
1,417	0,424	0,095	0,329	-0,483
1,500	0,333	0,095	0,239	-0,622
1,583	0,316	0,095	0,221	-0,656
1,667	0,300	0,095	0,205	-0,688
1,750	0,400	0,095	0,305	-0,515
1,833	0,273	0,095	0,178	-0,750
1,917	0,365	0,095	0,270	-0,568
2,000	0,250	0,095	0,155	-0,809
2,083	0,240	0,095	0,145	-0,838
2,167	0,277	0,095	0,182	-0,739
2,250	0,267	0,095	0,172	-0,765
2,333	0,257	0,095	0,162	-0,789
2,417	0,248	0,095	0,154	-0,814
2,500	0,200	0,095	0,105	-0,978

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f-fc)
2,583	0,232	0,095	0,138	-0,862
2,667	0,225	0,095	0,130	-0,885
2,750	0,291	0,095	0,196	-0,707
2,833	0,141	0,095	0,046	-1,333
2,917	0,137	0,095	0,042	-1,373
3,000	0,100	0,095	0,005	-2,279
3,083	0,097	0,095	0,003	-2,592
3,167	0,095	0,095	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.2 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -1,0562$ dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 2,18$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 2
Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 3,167$ adalah
 $f = fc + (f_0 - fc) e^{-kt}$

f_0 = laju infiltrasi awal = 26,4 cm/jam

f_c = laju infiltrasi akhir = 0,095 cm/jam

$t = 3,167$ jam, $k = 2,18$, $e = 2,718$

$f = 0,095 + (26,4 - 0,095) e^{-(k \cdot t)}$

$f = 0,121$ cm/jam = 1,21 mm/jam

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$\begin{aligned} F(t) &= f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt}) \\ &= 0,095 \times 3,167 + \frac{1}{2,1} (26,4 - 0,095) (1 - e^{-(2,18 \times 3,167)}) \\ &= 12,346 \text{ cm} / 3,167 \text{ jam} = 3,89 \text{ cm/jam} = 38,9 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

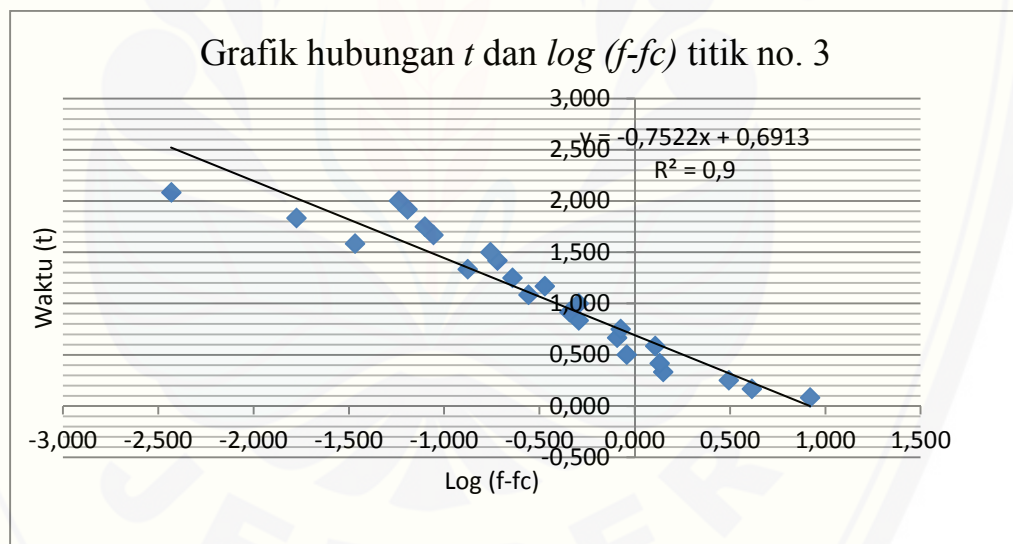
3. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 3

Tabel C.3 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	f_c	$f - f_c$	$\log(f - f_c)$
0,083	8,400	0,092	8,308	0,919
0,167	4,200	0,092	4,108	0,614
0,250	3,200	0,092	3,108	0,492
0,333	1,500	0,092	1,408	0,149
0,417	1,440	0,092	1,348	0,130
0,500	1,000	0,092	0,908	-0,042
0,583	1,371	0,092	1,279	0,107
0,667	0,900	0,092	0,808	-0,093
0,750	0,933	0,092	0,841	-0,075
0,833	0,600	0,092	0,508	-0,294
0,917	0,545	0,092	0,453	-0,344
1,000	0,600	0,092	0,508	-0,294
1,083	0,369	0,092	0,277	-0,558
1,167	0,429	0,092	0,336	-0,473
1,250	0,320	0,092	0,228	-0,643
1,333	0,225	0,092	0,133	-0,877

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f- fc)
1,417	0,282	0,092	0,190	-0,721
1,500	0,267	0,092	0,174	-0,759
1,583	0,126	0,092	0,034	-1,468
1,667	0,180	0,092	0,088	-1,057
1,750	0,171	0,092	0,079	-1,102
1,833	0,109	0,092	0,017	-1,775
1,917	0,157	0,092	0,064	-1,192
2,000	0,150	0,092	0,058	-1,239
2,083	0,096	0,092	0,004	-2,433
2,167	0,092	0,092	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.3 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -0,752$
dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 3,063$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 3

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 2,167$ adalah

$$f = fc + (f_0 - fc) e^{-kt}$$

f_0 = laju infiltrasi awal = 8,4 cm/jam

f_c = laju infiltrasi akhir = 0,092 cm/jam

$t = 2,167$ jam, $k = 3,063$, $e = 2,718$

$f = 0,092 + (8,4 - 0,092) e^{-(k \cdot (2,167))}$

$f = 0,103$ cm/jam = 1,03 mm/jam

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$\begin{aligned}
 F(t) &= f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt}) \\
 &= 0,092 \times 2,167 + \frac{1}{3,0} (8,4 - 0,092) (1 - e^{-(3,063 \times 2,167)}) \\
 &= 2,90 \text{ cm} / 2,167 \text{ jam} = 1,34 \text{ cm/jam} = 13,4 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

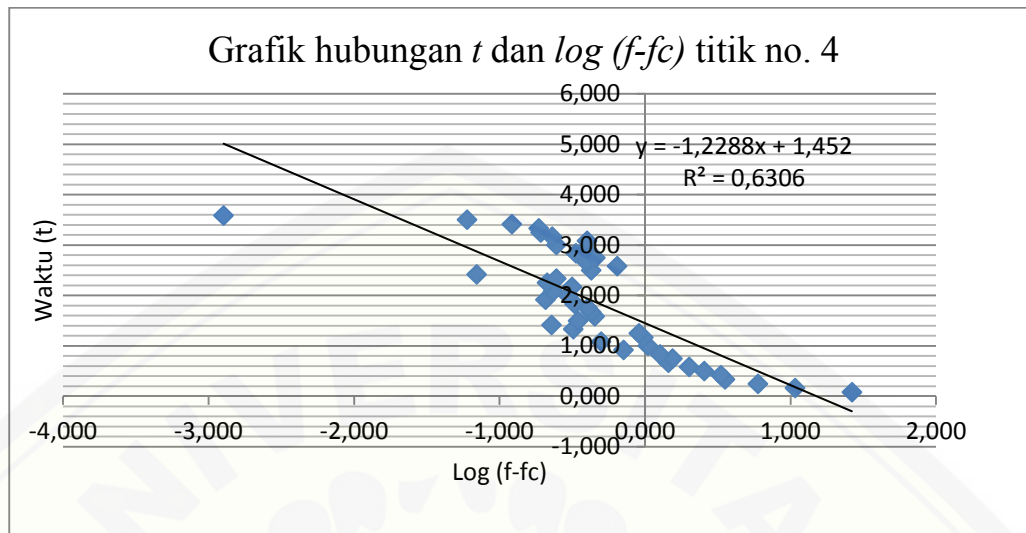
4. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 4

Tabel C.4 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	f_c	$f - f_c$	$\log(f - f_c)$
0,083	26,400	0,055	26,345	1,421
0,167	10,800	0,055	10,745	1,031
0,250	6,000	0,055	5,945	0,774
0,333	3,600	0,055	3,545	0,550
0,417	3,360	0,055	3,305	0,519
0,500	2,600	0,055	2,545	0,406
0,583	2,057	0,055	2,003	0,302
0,667	1,500	0,055	1,445	0,160
0,750	1,600	0,055	1,545	0,189
0,833	1,320	0,055	1,265	0,102
0,917	0,764	0,055	0,709	-0,149
1,000	1,100	0,055	1,045	0,019
1,083	0,554	0,055	0,499	-0,302
1,167	1,029	0,055	0,974	-0,011
1,250	0,960	0,055	0,905	-0,043
1,333	0,375	0,055	0,320	-0,494

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f- fc)
1,417	0,282	0,055	0,228	-0,642
1,500	0,400	0,055	0,345	-0,462
1,583	0,505	0,055	0,451	-0,346
1,667	0,480	0,055	0,425	-0,371
1,750	0,457	0,055	0,403	-0,395
1,833	0,382	0,055	0,327	-0,485
1,917	0,261	0,055	0,206	-0,685
2,000	0,350	0,055	0,295	-0,530
2,083	0,288	0,055	0,233	-0,632
2,167	0,369	0,055	0,315	-0,502
2,250	0,267	0,055	0,212	-0,673
2,333	0,300	0,055	0,245	-0,610
2,417	0,124	0,055	0,070	-1,157
2,500	0,480	0,055	0,425	-0,371
2,583	0,697	0,055	0,642	-0,192
2,667	0,450	0,055	0,395	-0,403
2,750	0,509	0,055	0,455	-0,342
2,833	0,388	0,055	0,334	-0,477
2,917	0,446	0,055	0,391	-0,408
3,000	0,300	0,055	0,245	-0,610
3,083	0,454	0,055	0,400	-0,398
3,167	0,284	0,055	0,230	-0,639
3,250	0,246	0,055	0,192	-0,718
3,333	0,240	0,055	0,185	-0,732
3,417	0,176	0,055	0,121	-0,917
3,500	0,114	0,055	0,060	-1,224
3,583	0,056	0,055	0,001	-2,897
3,667	0,055	0,055	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.4 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -1,228$
 dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 1,875$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 4
 Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 3,667$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

$$f_0 = \text{laju infiltrasi awal} = 26,4 \text{ cm/jam}$$

$$f_c = \text{laju infiltrasi akhir} = 0,055 \text{ cm/jam}$$

$$t = 3,667 \text{ jam}, k = 1,875, e = 2,718$$

$$f = 0,055 + (26,4 - 0,055) e^{-(k \cdot (3,667))}$$

$$f = 0,0817 \text{ cm/jam} = 0,817 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 0,055 \times 3,667 + \frac{1}{1,8} (26,4 - 0,055) (1 - e^{-(1,874 \times 3,667)})$$

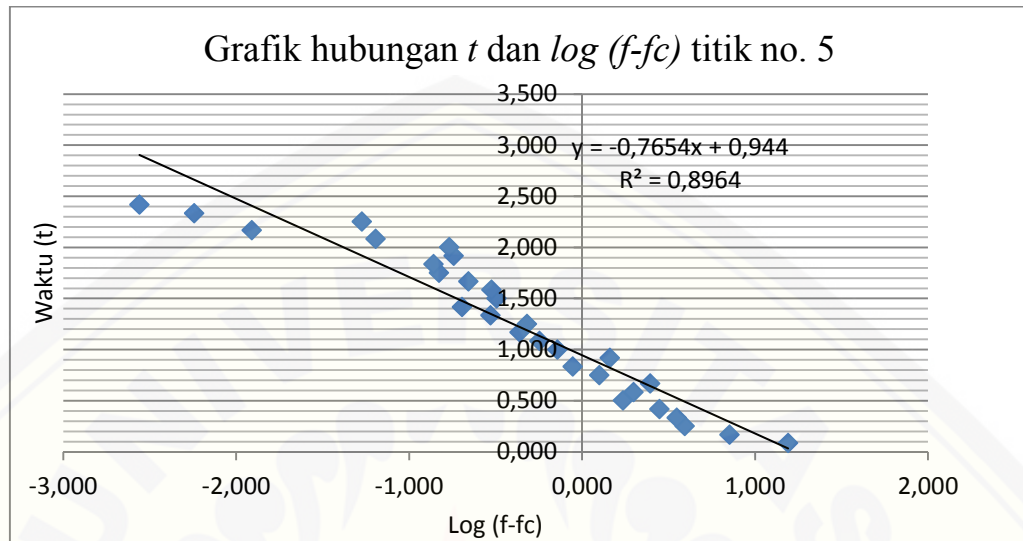
$$= 14,23 \text{ cm} / 3,67 \text{ jam} = 3,88 \text{ cm/jam} = 38,8 \text{ mm/jam}$$

5. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 5

Tabel C.5 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f- fc)
0,083	15,600	0,080	15,520	1,191
0,167	7,200	0,080	7,120	0,852
0,250	4,000	0,080	3,920	0,593
0,333	3,600	0,080	3,520	0,547
0,417	2,880	0,080	2,800	0,447
0,500	1,800	0,080	1,720	0,236
0,583	2,057	0,080	1,977	0,296
0,667	2,550	0,080	2,470	0,393
0,750	1,333	0,080	1,253	0,098
0,833	0,960	0,080	0,880	-0,056
0,917	1,527	0,080	1,447	0,161
1,000	0,800	0,080	0,720	-0,143
1,083	0,646	0,080	0,566	-0,247
1,167	0,514	0,080	0,434	-0,362
1,250	0,560	0,080	0,480	-0,319
1,333	0,375	0,080	0,295	-0,530
1,417	0,282	0,080	0,202	-0,694
1,500	0,400	0,080	0,320	-0,495
1,583	0,379	0,080	0,299	-0,524
1,667	0,300	0,080	0,220	-0,658
1,750	0,229	0,080	0,149	-0,828
1,833	0,218	0,080	0,138	-0,860
1,917	0,261	0,080	0,181	-0,743
2,000	0,250	0,080	0,170	-0,770
2,083	0,144	0,080	0,064	-1,194
2,167	0,092	0,080	0,012	-1,910
2,250	0,133	0,080	0,053	-1,273
2,333	0,086	0,080	0,006	-2,243
2,417	0,083	0,080	0,003	-2,559
2,500	0,080	0,080	0,000	0,000

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.5 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -0,7654$
dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 3,010$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 5

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 2,5$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

f_0 = laju infiltrasi awal = 15,6 cm/jam

f_c = laju infiltrasi akhir = 0,08 cm/jam

$t = 2,5$ jam, $k = 3,010$, $e = 2,718$

$$f = 0,08 + (15,6 - 0,08) e^{-(k \cdot (2,5))}$$

$$f = 0,088 \text{ cm/jam} = 0,88 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 0,08 \times 2,5 + \frac{1}{3,0} (15,6 - 0,08) (1 - e^{-(3,010 \times 2,5)})$$

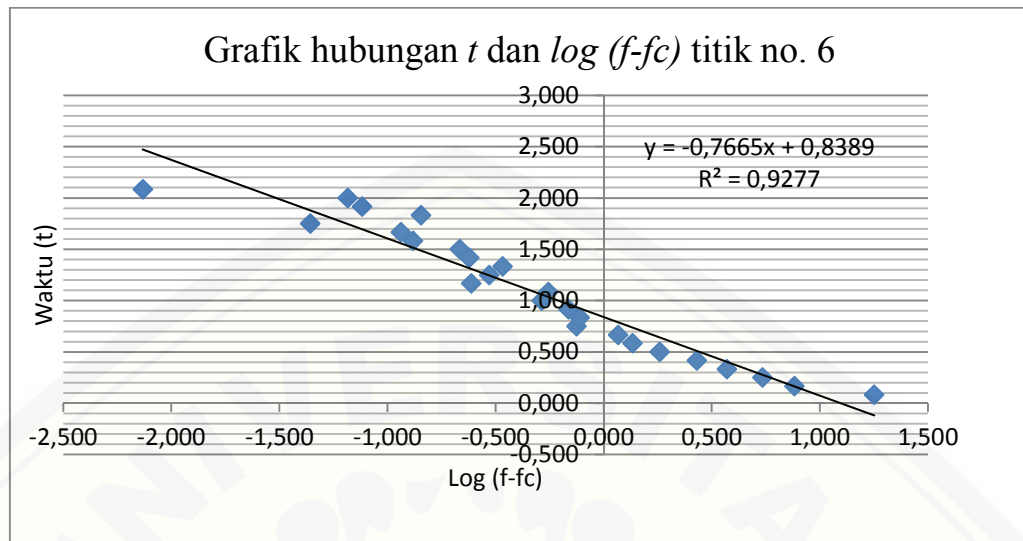
$$= 5,35 \text{ cm} / 2,5 \text{ jam} = 2,14 \text{ cm/jam} = 21,4 \text{ mm/jam}$$

6. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 6

Tabel C.6 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f- fc)
0,083	18,000	0,185	17,815	1,251
0,167	7,800	0,185	7,615	0,882
0,250	5,600	0,185	5,415	0,734
0,333	3,900	0,185	3,715	0,570
0,417	2,880	0,185	2,695	0,431
0,500	2,000	0,185	1,815	0,259
0,583	1,543	0,185	1,358	0,133
0,667	1,350	0,185	1,165	0,066
0,750	0,933	0,185	0,749	-0,126
0,833	0,960	0,185	0,775	-0,110
0,917	0,873	0,185	0,688	-0,162
1,000	0,700	0,185	0,515	-0,288
1,083	0,738	0,185	0,554	-0,257
1,167	0,429	0,185	0,244	-0,613
1,250	0,480	0,185	0,295	-0,530
1,333	0,525	0,185	0,340	-0,468
1,417	0,424	0,185	0,239	-0,622
1,500	0,400	0,185	0,215	-0,667
1,583	0,316	0,185	0,131	-0,882
1,667	0,300	0,185	0,115	-0,938
1,750	0,229	0,185	0,044	-1,357
1,833	0,327	0,185	0,143	-0,846
1,917	0,261	0,185	0,076	-1,118
2,000	0,250	0,185	0,065	-1,185
2,083	0,192	0,185	0,007	-2,132
2,167	0,185	0,185	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.6 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -0,7665$
dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 3,006$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 6

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 2,167$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

f_0 = laju infiltrasi awal = 18 cm/jam

f_c = laju infiltrasi akhir = 0,185 cm/jam

$t = 2,167$ jam, $k = 3,006$, $e = 2,718$

$$f = 0,185 + (18 - 0,185) e^{-(k \cdot (2,617))}$$

$$f = 0,21 \text{ cm/jam} = 2,1 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 0,185 \times 1 + \frac{1}{3,0} (18 - 0,185) (1 - e^{-(3,006 \times 2,167)})$$

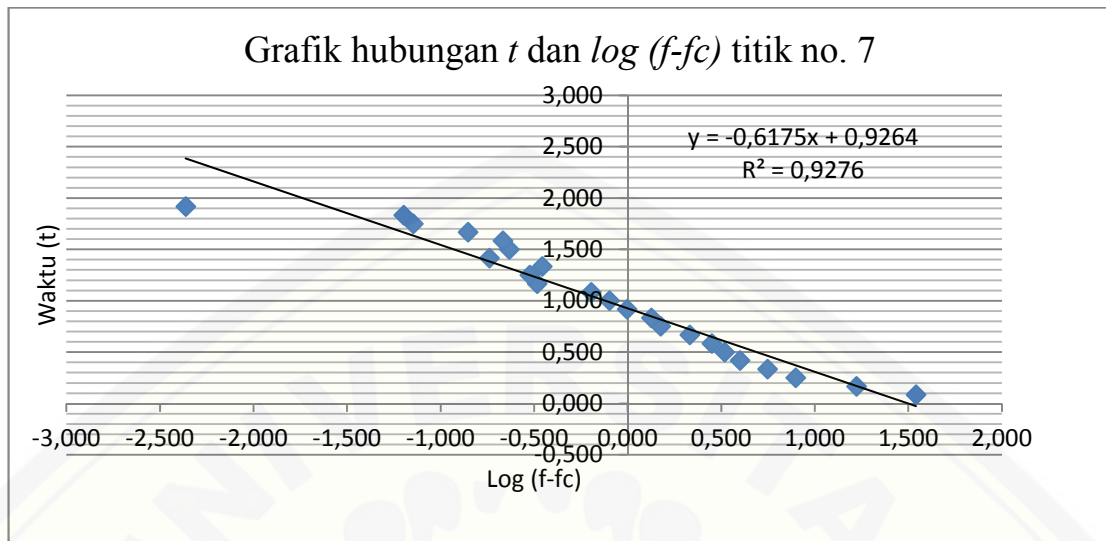
$$= 6,317 \text{ cm} / 2,167 \text{ jam} = 2,91 \text{ cm/jam} = 29,1 \text{ mm/jam}$$

7. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 7

Tabel C.7 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f- fc)
0,083	34,800	0,100	34,700	1,540
0,167	16,800	0,100	16,700	1,223
0,250	8,000	0,100	7,900	0,898
0,333	5,700	0,100	5,600	0,748
0,417	4,080	0,100	3,980	0,600
0,500	3,400	0,100	3,300	0,519
0,583	2,914	0,100	2,814	0,449
0,667	2,250	0,100	2,150	0,332
0,750	1,600	0,100	1,500	0,176
0,833	1,440	0,100	1,340	0,127
0,917	1,091	0,100	0,991	-0,004
1,000	0,900	0,100	0,800	-0,097
1,083	0,738	0,100	0,638	-0,195
1,167	0,429	0,100	0,329	-0,483
1,250	0,400	0,100	0,300	-0,523
1,333	0,450	0,100	0,350	-0,456
1,417	0,282	0,100	0,182	-0,739
1,500	0,333	0,100	0,233	-0,632
1,583	0,316	0,100	0,216	-0,666
1,667	0,240	0,100	0,140	-0,854
1,750	0,171	0,100	0,071	-1,146
1,833	0,164	0,100	0,064	-1,196
1,917	0,104	0,100	0,004	-2,362
2,000	0,100	0,100	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.7 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -0,907$
 dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 3,73$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 7

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 2$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

$f_0 =$ laju infiltrasi awal = 34,8 cm/jam

$f_c =$ laju infiltrasi akhir = 0,1 cm/jam

$t = 2$ jam, $k = 3,73$; $e = 2,718$

$$f = 0,10 + (34,8 - 0,10) e^{-(3,73 \cdot 2)}$$

$$f = 0,119 \text{ cm/jam} = 1,19 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 0,10 \times 2 + \frac{1}{3,7} (34,8 - 0,10) (1 - e^{-(3,73 \times 2)})$$

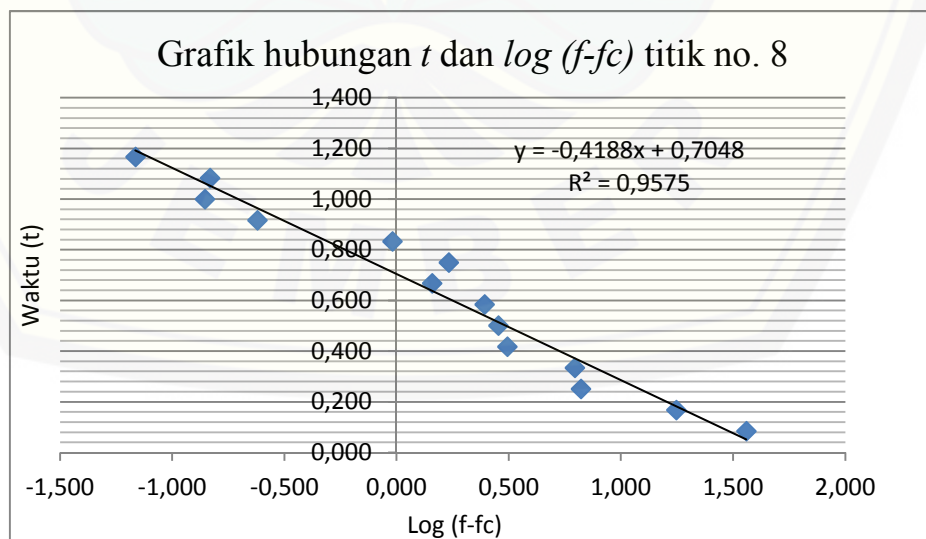
$$= 9,49 \text{ cm} / 2 \text{ jam} = 4,74 \text{ cm/jam} = 47,4 \text{ mm/jam}$$

8. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 8

Tabel C.8 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	fc	f-fc	log (f- fc)
0,083	37,200	0,960	36,240	1,559
0,167	18,600	0,960	17,640	1,246
0,250	7,600	0,960	6,640	0,822
0,333	7,200	0,960	6,240	0,795
0,417	4,080	0,960	3,120	0,494
0,500	3,800	0,960	2,840	0,453
0,583	3,429	0,960	2,469	0,392
0,667	2,400	0,960	1,440	0,158
0,750	2,667	0,960	1,707	0,232
0,833	1,920	0,960	0,960	-0,018
0,917	1,200	0,960	0,240	-0,620
1,000	1,100	0,960	0,140	-0,854
1,083	1,108	0,960	0,148	-0,831
1,167	1,029	0,960	0,069	-1,164
1,250	0,960	0,960	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.8 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -0,4188$
dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 5,502$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 8

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 1,25$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

$$f_0 = \text{laju infiltrasi awal} = 37,2 \text{ cm/jam}$$

$$f_c = \text{laju infiltrasi akhir} = 0,96 \text{ cm/jam}$$

$$t = 1,25 \text{ jam}, k = 5,502, e = 2,718$$

$$f = 0,96 + (37,2 - 0,96) e^{-(k \cdot (1,25))}$$

$$f = 0,997 \text{ cm/jam} = 9,97 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 0,96 \times 1,25 + \frac{1}{5,5} (37,2 - 0,96) (1 - e^{-(5,502 \times 1,25)})$$

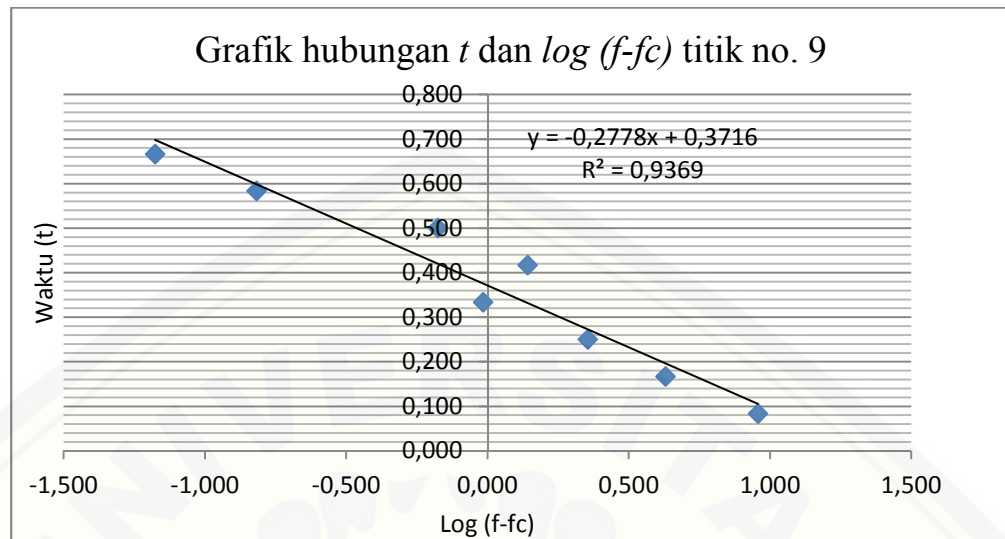
$$= 7,78 \text{ cm} / 1,25 \text{ jam} = 6,22 \text{ cm/jam} = 62,2 \text{ mm/jam}$$

9. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 9

Tabel C.9 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	f_c	$f - f_c$	$\log(f - f_c)$
0,083	9,600	0,533	9,067	0,957
0,167	4,800	0,533	4,267	0,630
0,250	2,800	0,533	2,267	0,355
0,333	1,500	0,533	0,967	-0,015
0,417	1,920	0,533	1,387	0,142
0,500	1,200	0,533	0,667	-0,176
0,583	0,686	0,533	0,152	-0,817
0,667	0,600	0,533	0,067	-1,176
0,750	0,533	0,533	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2015



Gambar C.9 Kurva Persamaan Linear Regresi dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -0,2778$ dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 8,29$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 9

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 0,75$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

f_0 = laju infiltrasi awal = 9,6 cm/jam

f_c = laju infiltrasi akhir = 0,533 cm/jam

$t = 0,75$ jam, $k = 8,29$, $e = 2,718$

$$f = 0,533 + (9,6 - 0,533) e^{-(k \cdot (0,75))}$$

$$f = 0,551 \text{ cm/jam} = 5,51 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 0,533 \times 0,75 + \frac{1}{8,2} (9,6 - 0,533) (1 - e^{-(8,29 \times 0,75)})$$

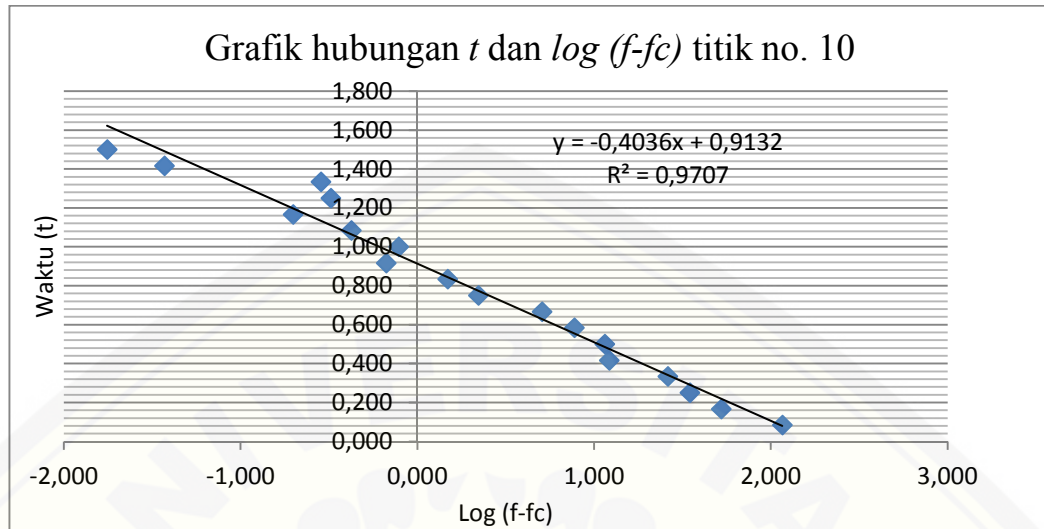
$$= 1,49 \text{ cm} / 0,75 \text{ jam} = 1,997 \text{ cm/jam} = 19,87 \text{ mm/jam}$$

10. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 10

Tabel C.10 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	f_c	$f-f_c$	$\log (f-f_c)$
0,083	116,400	1,583	116,084	2,065
0,167	52,800	1,583	52,484	1,720
0,250	35,200	1,583	34,884	1,543
0,333	26,400	1,583	26,084	1,416
0,417	12,480	1,583	12,164	1,085
0,500	11,800	1,583	11,484	1,060
0,583	8,057	1,583	7,741	0,889
0,667	5,400	1,583	5,084	0,706
0,750	2,533	1,583	2,218	0,346
0,833	1,800	1,583	1,484	0,171
0,917	0,982	1,583	0,666	-0,177
1,000	1,100	1,583	0,784	-0,106
1,083	0,738	1,583	0,423	-0,374
1,167	0,514	1,583	0,198	-0,702
1,250	0,640	1,583	0,324	-0,489
1,333	0,600	1,583	0,284	-0,546
1,417	0,353	1,583	0,037	-1,430
1,500	0,333	1,583	0,018	-1,756
1,583	0,316	1,583	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.10 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -0,4036$
dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 5,708$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 10

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 1,583$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

f_0 = laju infiltrasi awal = 116,4 cm/jam

f_c = laju infiltrasi akhir = 1,583 cm/jam

$t = 1,583$ jam, $k = 5,708$, $e = 2,718$

$$f = 1,583 + (116,4 - 1,583) e^{-(k \cdot (1,583))}$$

$$f = 1,596 \text{ cm/jam} = 15,96 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 1,583 \times 1,583 + \frac{1}{5,7} (116,4 - 1,583) (1 - e^{-(5,708 \times 1,583)})$$

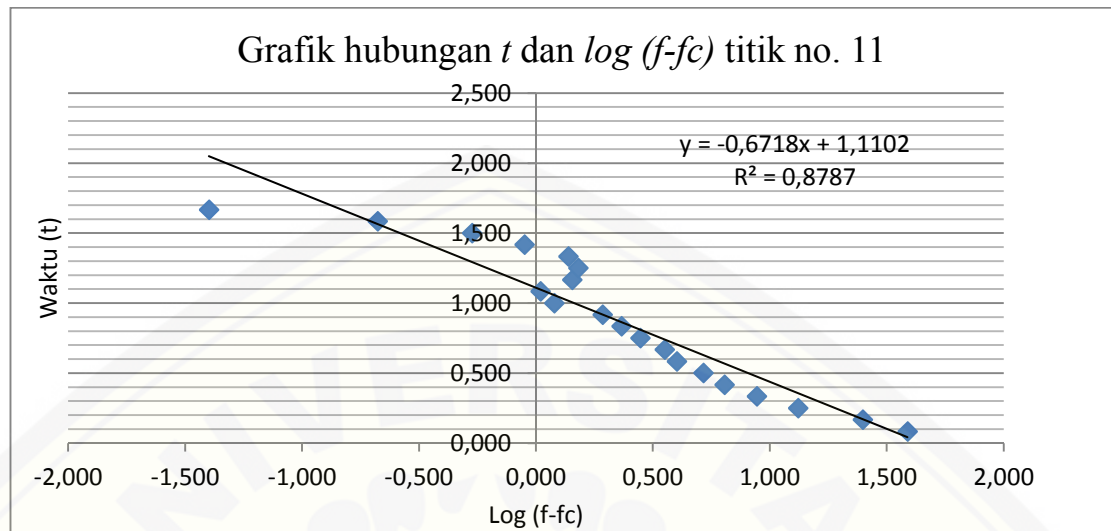
$$= 22,61 \text{ cm} / 1,583 \text{ jam} = 14,28 \text{ cm/jam} = 142,8 \text{ mm/jam}$$

11. Perhitungan laju infiltrasi titik nomer 11

Tabel C.11 Perhitungan Parameter Infiltrasi

Waktu (t) (jam)	Kapasitas infiltrasi (f) (cm/jam)	f_c	$f-f_c$	$\log (f-f_c)$
0,083	39,600	0,800	38,800	1,589
0,167	25,800	0,800	25,000	1,398
0,250	14,000	0,800	13,200	1,121
0,333	9,600	0,800	8,800	0,944
0,417	7,200	0,800	6,400	0,806
0,500	6,000	0,800	5,200	0,716
0,583	4,800	0,800	4,000	0,602
0,667	4,350	0,800	3,550	0,550
0,750	3,600	0,800	2,800	0,447
0,833	3,120	0,800	2,320	0,365
0,917	2,727	0,800	1,927	0,285
1,000	2,000	0,800	1,200	0,079
1,083	1,846	0,800	1,046	0,020
1,167	2,229	0,800	1,429	0,155
1,250	2,320	0,800	1,520	0,182
1,333	2,175	0,800	1,375	0,138
1,417	1,694	0,800	0,894	-0,049
1,500	1,333	0,800	0,533	-0,273
1,583	1,011	0,800	0,211	-0,677
1,667	0,840	0,800	0,040	-1,398
1,750	0,800	0,800	0,000	

Sumber : Hasil perhitungan, 2016



Gambar C.11 Kurva Persamaan Linear Regresi

dari persamaan linear tersebut diperoleh gradien, $m = -0,8357$
dengan menggunakan rumus $K = -1 / 0,434 m$, maka $K = 2,75$

- Perhitungan laju infiltrasi titik lokasi penelitian no. 11

Nilai laju infiltrasi pada saat konstan $t = 1,75$ adalah

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

$f_0 =$ laju infiltrasi awal = 39,6 cm/jam

$f_c =$ laju infiltrasi akhir = 0,8 cm/jam

$t = 1,75$ jam, $k = 2,75$, $e = 2,718$

$$f = 0,8 + (39,6 - 0,8) e^{-(k \cdot (1,75))}$$

$$f = 1,11 \text{ cm/jam} = 11,1 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan volume infiltrasi total

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

$$= 0,8 \times 1,75 + \frac{1}{2,7} (39,6 - 0,8) (1 - e^{-(2,75 \times 1,75)})$$

$$= 15,35 \text{ cm} / 1,75 \text{ jam} = 8,776 \text{ cm/jam} = 87,76 \text{ mm/jam}$$