

**PENGARUH KONDUKTIVITAS HIDROLIK PADA
BERBAGAI JENIS TANAH TERHADAP LAJU INFILTRASI**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu
Pada Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

May Dia Dwi Lestari

NIM. 981710201027

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2003

Acad : Hadiah
Pembelian
Terbit : Tgl. 29 JUL 2003
No. Lembar

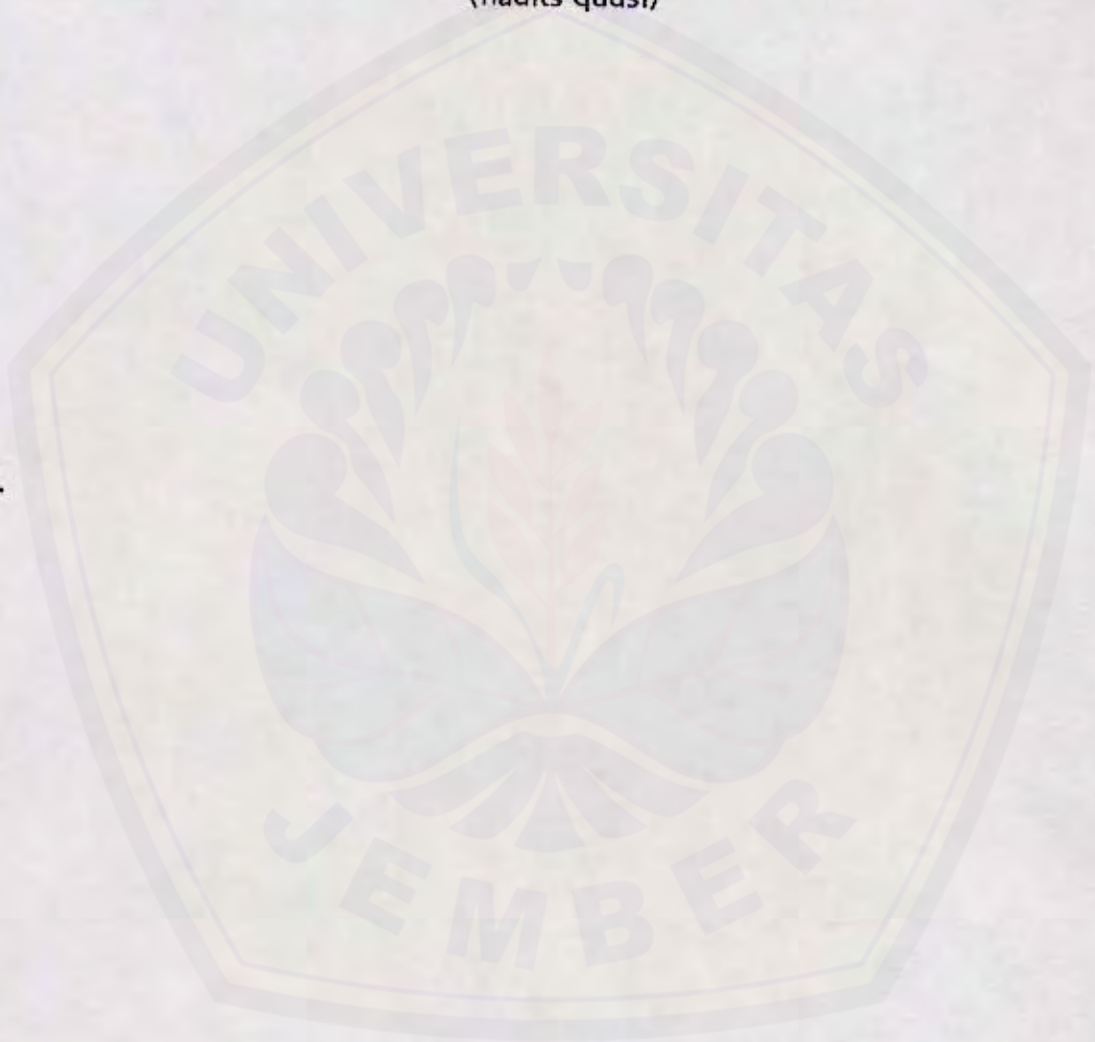
Klass
621.2
Les
P e,

PEMBIMBING:

Ir. Soehardjo Widodo, MS (DPU)
Ir. Boedi Soesanto, MS (DPA)

MOTTO

"Pusatkanlah perhatianmu untuk beribadah kepadaKU,
niscaya akan AKU berikan kecukupan dalam segala kebutuhanmu.
Namun kalau engkau tidak melakukannya,
maka akan KAMI beri kesibukan dan tidak AKU cukupi kebutuhanmu"
(hadits qudsi)



PERSEMBAHAN

Karya ini Kupersembahkan Untuk :

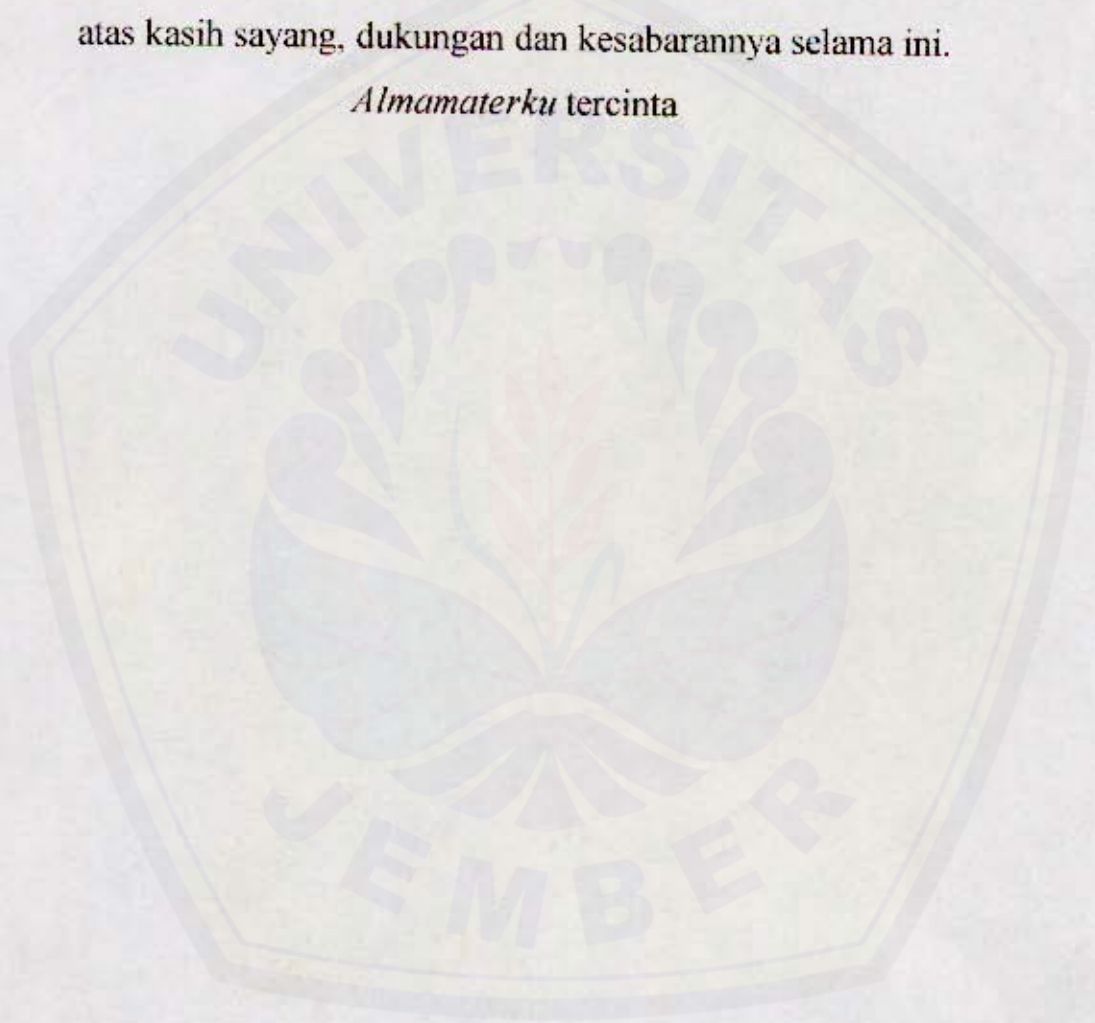
Bapak 'Gito' 'n Mama 'Upi'

sebagai sembah bakti ananda atas kasih sayangnya.

'Mas Maskun'

atas kasih sayang, dukungan dan kesabarannya selama ini.

Almamaterku tercinta



Diterima oleh :

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

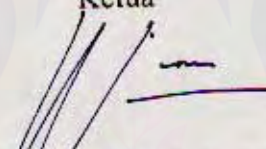
Dipertahankan pada :

Hari : Senin

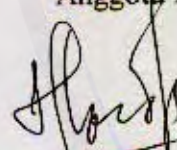
Tanggal : 7 Juli 2003

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

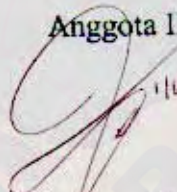
Tim Penguji
Ketua


Ir. Soehardjo Widodo, MS
NIP. 130 608 231

Anggota I

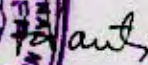

Ir. Boedi Soesanto, MS
NIP. 130 809 686

Anggota II


Dr. Indarto, STP, DEA
NIP. 132 133 930



Mengesahkan
Bekas


Siti Hartanti, MS
NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga Karya Ilmiah Tertulis ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilakukan sejak bulan Oktober 2002 lalu adalah **"PENGARUH KONDUKTIVITAS HIDROLIK PADA BERBAGAI JENIS TANAH TERHADAP LAJU INFILTRASI"**.

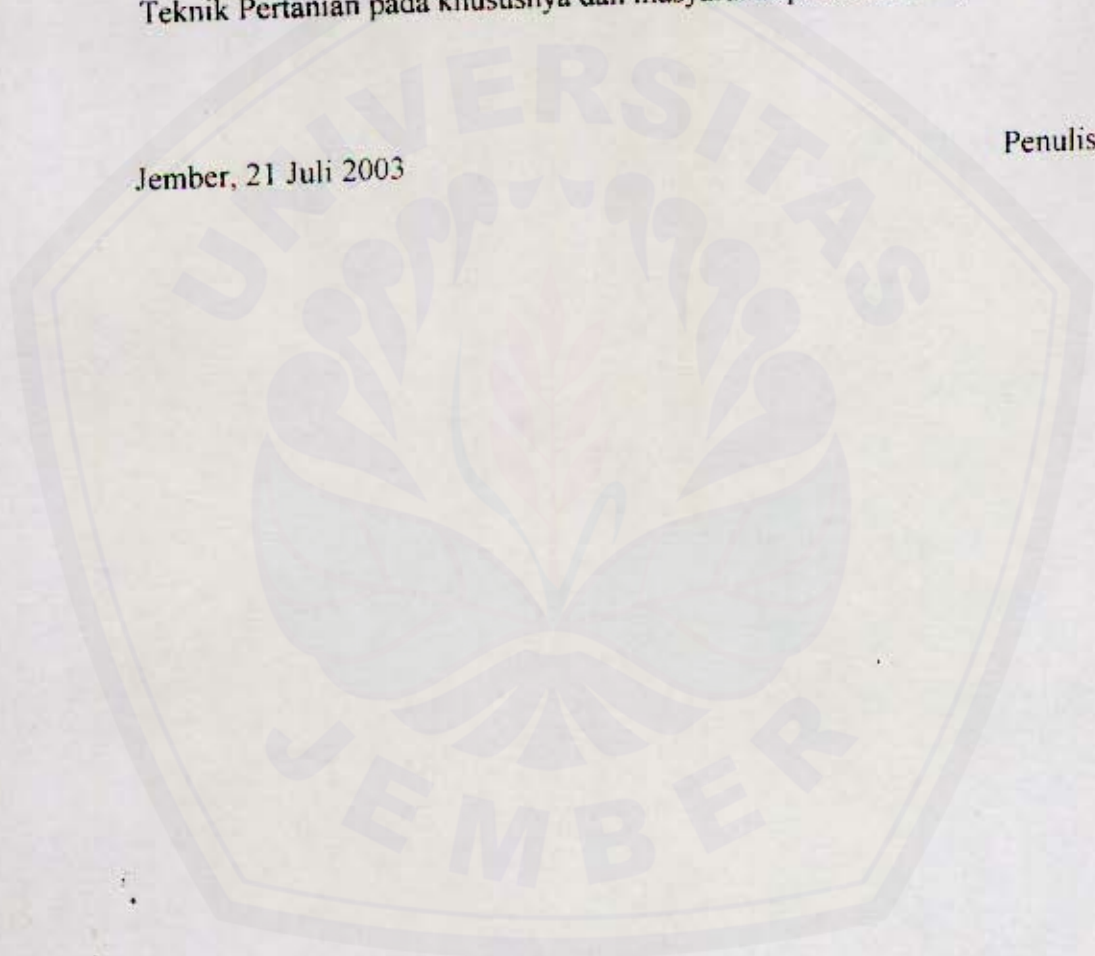
Terima kasih penulis ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian Karya Ilmiah tertulis ini kepada.

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS., sebagai Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Siswijanto, MP., sebagai Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan penggunaan fasilitas dalam penelitian ini.
3. Bapak Ir. Soehardjo Widodo, MS., sebagai Dosen Pembimbing Utama yang senantiasa memberikan masukan dan dorongan serta telah menguji skripsi ini.
4. Bapak Ir. Boedi Soesanto, MS., sebagai Dosen Pembimbing Anggota I yang telah senantiasa memberikan masukan dan dorongan serta telah menguji skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Indarto, sebagai Dosen Pembimbing Anggota II yang selalu memberikan masukan dan telah menguji skripsi ini.
6. *Bapak 'Gito' dan Mama 'Upi'* yang tiada henti memberikan dukungan moril dan material selama ini.
7. *Mas Maskun* 'makasih atas dukungan dan kesabarannya
8. Teman-temanku, *Iin, Tanuri 'n Ela, Saiful, Cicik 'n Dani, Dedy, Reza, Yuli, Agik, Rismawan, Andi, ken, Ipeh, ...dan seluruh rekan TEP '98* atas dukungan moral maupun material selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
9. *Temanku Fitri THP'98 'makasih atas dukungan moral 'n c'arhatnya'*

10. Rekan-rekan TEP '99 (Atik, Lutfi, ... dan yang lainnya)'n TEP '00 (Iyan, Melik, Tyas, ... dan yang lainnya) atas dukungan moral maupun material selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
 11. Teman-temanku di Kost-kost'an (Ika 'n Mas Bayu, inah, Reni, Wati, ... dan yang lainnya).
 12. Semua pihak yang turut serta membantu terlaksananya penelitian ini.
- Seinoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat bagi perkembangan Teknik Pertanian pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Jember, 21 Juli 2003

Penulis

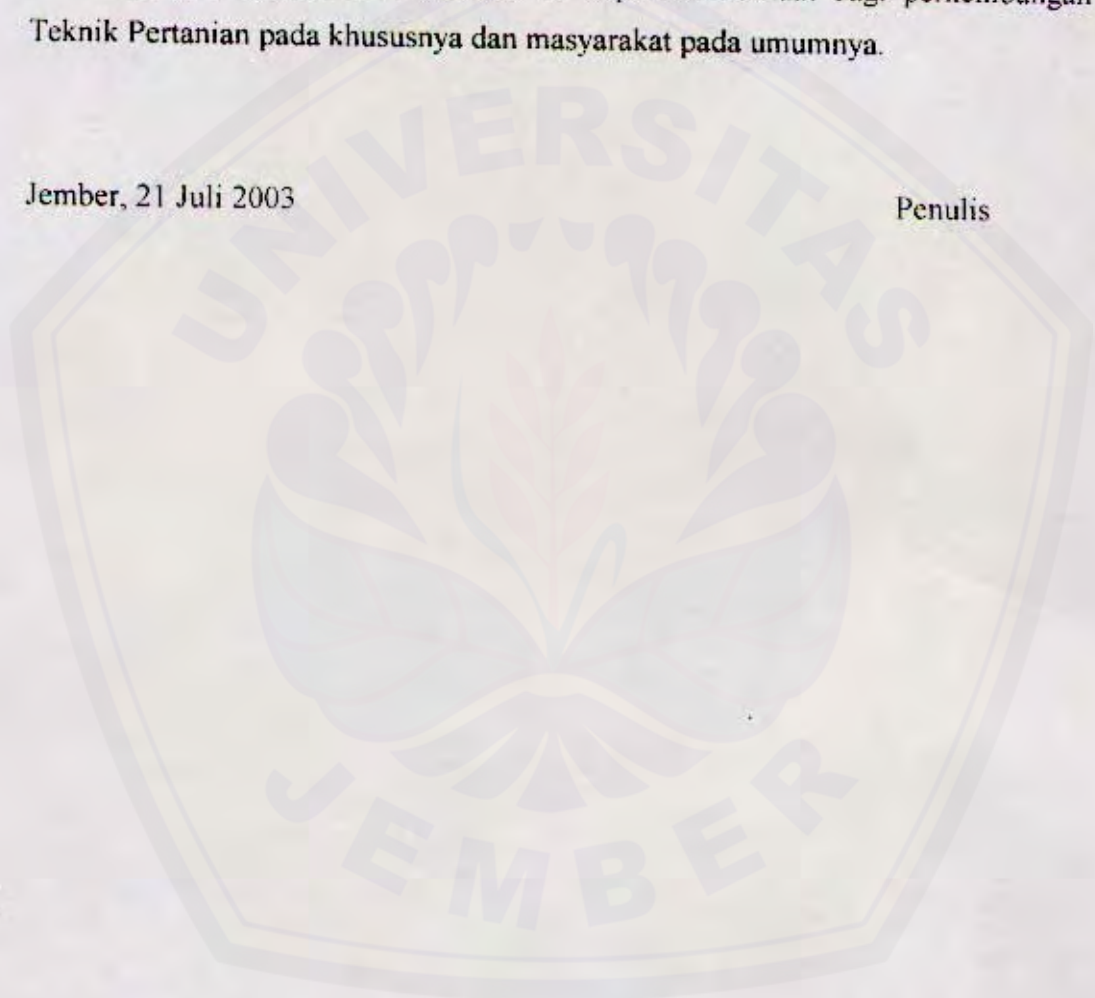


10. Rekan-rekan **TEP '99** (*Atik, Lufi, ... dan yang lainnya*) 'n **TEP '00** (*Iyan, Melik, Tyas, ... dan yang lainnya*) atas dukungan moral maupun material selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
11. Teman-temanku di Kost-kost'an (*Ika 'n Mas Bayu, inah, Renti, Wati, ... dan yang lainnya*).
12. Semua pihak yang turut serta membantu terlaksananya penelitian ini.

Seinoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat bagi perkembangan Teknik Pertanian pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Jember, 21 Juli 2003

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PEMBIMBING	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
RINGKASAN	xiii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kelembaban Tanah	3
2.2 Infiltrasi	3
2.3 Laju Infiltrasi	4
2.4 Infiltrasi Ketika Hujan Sebagai Batasan	5
2.5 Pengukuran Laju Infiltrasi	5
2.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi	7
2.7 Analisa Data Untuk Laju Infiltrasi di Lapang	8
2.8 Limpasan	9

2.9	Konduktivitas Hidrolik	10
2.10	Hubungan antara Laju Infiltrasi Akhir dengan Konduktivitas Hidrolik	12
2.11	Pengolahan Data Curah Hujan	13
2.11.1	Hujan Rata-Rata Pada Suatu Daerah	13
2.11.2	Intensitas Hujan	15
2.11.3	Analisa Data untuk Curah Hujan	16
2.12	Tekstur Tanah	18
2.13	Berat Volume tanah dan Ruang Pori Total	19
III. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2	Bahan dan Alat	20
3.2.1	Bahan	20
3.2.2	Alat	20
3.3	Metode Penelitian	21
3.3.1	Penyiapan Contoh Tanah Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Metode Tinggi Tetap	21
3.3.2	Penyiapan Contoh Tanah Percobaan Rainfall Simulator	22
3.3.3	Besarnya Intensitas Hujan	23
3.4	Pelaksanaan Percobaan	23
3.4.1	Percobaan Infiltrasi di laboratorium dengan Rainfall Simulator	23
3.4.2	Percobaan Infiltrasi di lapang dengan Metode Infiltrometer	24
3.4.3	Percobaan Konduktivitas Hidrolik Metode Tinggi Tetap	25
3.5	Pengamatan	25
3.5.1	Pengukuran Konduktivitas Hidrolik	26
3.5.2	Penentuan Laju Infiltrasi di Lapang	26
3.5.3	Penentuan Kadar Air Tanah	27
3.5.4	Penentuan Tekstur Tanah	28
3.5.5	Penentuan Porositas Tanah	28
3.5.6	Penentuan Akumulatif dan Laju Infiltrasi Percobaan Rainfall Simulator	28

3.6 Metode Analisa	29
IV. PEMBAHASAN	
4.1 Pengukuran Sifat Fisik Tanah	33
4.2 Pengukuran Konduktivitas Hidrolik	34
4.3 Pengukuran Besarnya Intensitas Hujan	35
4.4 Laju Infiltrasi Percobaan Rainfall Simulator	36
4.5 Persamaan Laju Infiltrasi Philip dan Kostiakov	41
4.6 Pengaruh Konduktivitas Hidrolik pada Laju Infiltrasi	44
4.7 Perbedaan Antara Metode Rainfall Simulator dan Metode Penggenangan	46
4.8 Perbedaan antara Persamaan Philip dan Kostiakov	47
4.9 Pengaruh Laju Infiltrasi dan Konduktivitas Hidrolik Terhadap Pemberian Air Irigasi	48
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kapasitas Infiltrasi Beberapa Jenis Tanah	7
2.2 Konduktivitas Hidrolik Beberapa Jenis Tanah	12
2.3 Kelas-Kelas Konduktivitas Hidrolik dalam Tanah Jenuh	12
2.4 Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Hujan	15
4.1 Pengukuran Sifat Fisik Tanah	33
4.2 Hasil Pengukuran Konduktivitas Hidrolik	35
4.3 Hasil Akumulatif Infiltrasi dengan Perlakuan intensitas Hujan Pada Berbagai Jenis Tanah	37
4.4 Hasil Laju Infiltrasi Pada Berbagai Jenis Tanah	37
4.5 Hasil laju Infiltrasi Awal dan kapasitas Infiltrasi dengan Perlakuan Intensitas Hujan	38
4.6 Nilai Laju Infiltrasi Persamaan Philip dan Persamaan Kostiakov	42
4.7 Hasil Laju Infiltrasi dengan Penggenangan dan Hasil Laju Infiltrasi Dengan Intensitas Hujan Terhadap Konduktivitas Hidrolik	44
4.8 Hasil Uji t-Student antara Laju Infiltrasi Rainfall Simulator Terhadap Persamaan Philip dan Persamaan Kostiakov	47
4.9 Hasil Uji t-Student antara Laju Infiltrasi Persamaan Kostiakov Terhadap Persamaan Philip	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Infiltrometer Tabung	5
2.2 Infiltrometer Silinder Terpusat	6
2.3 Tes Penyiraman dengan Rainfall Simulator	6
2.4 Grafik Persamaan Neraca Air	7
2.5 Skema Aliran Air Jenuh dalam Kolom Tanah Pada Percobaan Henry Darcy	10
3.1 Pipa Paralon Contoh Tanah	22
3.2 Perletakan Pengujian Laju Infiltrasi	24
3.3 Infiltrometer Tipe Silinder Terpusat	24
3.4 Skema Percobaan Konduktivitas Hidrolik	25
3.5 Infiltrasi Kumulatif Persamaan kostiakov	30
4.1 Persamaan Laju Infiltrasi Pada Berbagai Jenis Tanah	37
4.2 Grafik Hubungan Laju Infiltrasi dengan Intensitas Hujan Pada Silty Clay Loam.....	40
4.3 Grafik Hubungan Laju Infiltrasi dengan Intensitas Hujan Pada Clay Loam	40
4.4 Grafik Hubungan Laju Infiltrasi dengan Intensitas Hujan Pada Silty Clay	41
4.5 Grafik Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Pada Silty Clay Loam.....	43
4.6 Grafik Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Pada Clay Loam.....	43
4.7 Grafik Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Pada Silty Clay.....	43
4.8 Grafik Hubungan antara Laju Infiltrasi dengan Konduktivitas Hidrolik Pada Silty Clay Loam.....	45
4.9 Grafik Hubungan antara Laju Infiltrasi dengan Konduktivitas Hidrolik Pada Clay Loam.....	45
4.10 Grafik Hubungan antara Laju Infiltrasi dengan Konduktivitas Hidrolik Pada Silty Clay	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Hasil Analisa Tekstur Tanah	53
2 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Mayang dan Kecamatan Mumbul Sari	54
3 Peta Kelas Tekstur Kecamatan Mayang dan Kecamatan Mumbul Sari.....	55
4 Perhitungan Persamaan Philip dan Persamaan Kostiakov.....	56
5 Tabel Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Persamaan Philip	58
6 Tabel Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Persamaan Kostiakov	59
7 Data Percobaan Rainfall Simulator	60
8 Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu dari Percobaan Rainfall Simulator dan di Lapang Pada Berbagai Jenis Tanah	612
9 Hasil Pengukuran Berat Volume dan Porositas Pada Berbagai Jenis Tanah.....	63
10 Hasil Pengukuran Kadar Air Tanah Pada Berbagai jenis Tanah ...	64
11 Hasil Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Pada Berbagai jenis Tanah	65
12 Hasil Perhitungan Uji t- Student Silty Clay Loam	66
13 Hasil Perhitungan Uji t- Student Clay Loam	68
14 Hasil Perhitungan Uji t- Student Silty Clay	70
15 Perhitungan Intensitas Hujan	72
16 Data Curah Hujan Maksimum Metode Thiesen Tahun 1993-2002	73
17 Analisa Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan	81
18 Analisa Curah Hujan Harian Maksimum Bulanan	85

PENGARUH KONDUKTIVITAS HIDROLIK PADA BERBAGAI JENIS TANAH TERHADAP LAJU INFILTRASI; MAY DIA DWI LESTARI (981710201027); Jurusan Teknik Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember; dengan Ir Suhardjo Widodo, Ms (DPU) dan Ir. Boedi Soesanto, Ms (DPA).

RINGKASAN

Infiltrasi merupakan gerakan air yang masuk ke dalam permukaan tanah. Dimana semua kasus gerakan air dikendalikan oleh laju aliran air yang diketahui sebagai konduktivitas hidrolis tanah dan juga oleh gaya-gaya yang mengendalikan yang berbeda diantara potensial-potensial air pada kedua tempat di dalam tanah.

Pengukuran laju infiltrasi dilakukan dengan menggunakan dua metode pengukuran. Kedua metode pengukuran tersebut adalah metode penggenangan dan metode rainfall simulator/hujan buatan. Sedangkan untuk menganalisa laju infiltrasi metode penggenangan menggunakan persamaan Philip dan persamaan Kostiakov. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode pengukuran tersebut menghasilkan laju infiltrasi yang sama baiknya pada Silty Clay Loam, Clay Loam dan Silty Clay. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pada Silty Clay Loam dan Silty Clay lebih baik menggunakan persamaan Kostiakov. Sedangkan pada Silty Clay dapat menggunakan persamaan Philip dan persamaan Kostiakov.

Pengukuran sifat hidraulik tanah/ konduktivitas hidrolis yang berpengaruh terhadap proses infiltrasi dilakukan dalam keadaan jenuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besarnya nilai konduktivitas hidrolis maka laju infiltrasi akhir juga semakin besar pada laju infiltrasi dengan perlakuan hujan buatan. Sedangkan laju infiltrasi akhir pada laju infiltrasi dengan penggenangan lebih kecil dari nilai konduktivitas hidrolisnya. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi tanah jenuh dilapang lebih kecil daripada pengukuran konduktivitas hidrolis dilaboratorium.

Dengan mengetahui laju infiltrasi dan konduktivitas hidrolisnya maka dapat

diketahui besarnya pemberian air irigasi. Pada Clay Loam pemberian air irigasi laju pemberiannya lebih besar untuk mempercepat terjadinya penggenangan. Pada Silty Clay Loam laju pemberiannya lebih kecil daripada yang diberikan kepada Clay Loam. Pada Silty Clay laju pemberiannya paling kecil untuk mencegah genangan yang berlebihan.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dibumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3 - 1,4 milyar km^3 air: 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. Hanya 0,001% berbentuk uap diudara. Air dibumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi (penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar/outflow). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan/salju ke permukaan laut/daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah sebagian lagi akan jatuh/mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah (Takeda, 1999).

Sebagian air hujan yang tiba ke permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah-daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Tidak semua butir air yang mengalir akan tiba ke laut. Dalam perjalanan ke laut sebagian akan menguap dan kembali ke udara. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah keluar kembali ke sungai-sungai (disebut aliran intra=interflow). Tetapi sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (groundwater) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah didaerah-daerah yang rendah (disebut groundwater runoff= limpasan air tanah) (Takeda, 1999).

Pada semua kasus gerakan air dikendalikan oleh laju aliran air yang diketahui sebagai konduktivitas hidrolis tanah dan juga oleh gaya-gaya yang mengendalikan yang berbeda diantara potensial-potensial air pada kedua tempat di dalam tanah (Foth, 1998). Pengukuran sifat hidraulik tanah/ konduktivitas hidrolis yang berpengaruh terhadap proses infiltrasi dilakukan dalam keadaan jenuh.

Air hujan yang jatuh pada tanah pertanian merupakan masalah tersendiri mengingat sifat tanah tertentu dari tanah pertanian mempengaruhi infiltrasi ataupun genangan airnya. Tanah pertanian yang mendapat intensitas hujan yang

melebihi kapasitas infiltrasinya maka akan terjadi genangan air diatas permukaannya. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi tersebut adalah tekstur tanah, porositas, konduktivitas hidrolis tanah dan kadar air tanah yang menyebabkan kemampuan menyerap dan mengikat air setiap jenis tanah berbeda. Dimana kemampuan tanah menyimpan air tersebut dibutuhkan bagi tanaman.

Dengan mengetahui laju infiltrasi dan konduktivitas hidrolis yang terjadi pada tanah pertanian, maka akan dapat dipelajari karakteristik air didalam tanah, yaitu waktu yang diperlukan untuk mulai pemberian air, infiltrasi kumulatifnya dan sisa air yang berupa penggenangan. Sehingga pemberian air dalam proses irigasi dapat diberikan pada tingkat tertentu dan dapat dicegah pemberian yang berlebihan.

1.2 Permasalahan

Jenis tanah pertanian yang berbeda dengan pemberian air (pemberian air irigasi/penggenangan dan air hujan) akan mengalami daya resap yang berbeda pula hingga mencapai kondisi jenuh, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai berapa besar laju infiltrasi dan seberapa besar pengaruh konduktivitas hidrolis terhadap laju infiltrasi tersebut.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh pemberian air (air irigasi/penggenangan dan air hujan) terhadap laju infiltrasi pada tekstur tanah yang berbeda
2. Mengetahui pengaruh konduktivitas hidrolis terhadap laju infiltrasi tekstur tanah yang berbeda

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk mendapatkan kondisi kapasitas lapang pada berbagai jenis tekstur tanah setelah periode hujan atau pemberian air irigasi, sehingga pemberian air selanjutnya tidak menyebabkan kelebihan air pada tanah pertanian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelembaban Tanah

Banyaknya air dalam tanah pada suatu keadaan tertentu, umumnya disebut tetapan kelembaban tanah dan digunakan untuk menentukan sifat menahan air dari tanah. Dalam tetapan-tetapan kelembaban tanah ini termasuk koefisien higroskopis yang menunjukkan luasnya pengaktifan permukaan tanah, koefisien layu yang menunjukkan kelembaban pada titik kritis di mana tanaman permanen akan layu, ekuivalen kelembaban yang menunjukkan sifat menahan air dari tanah dan lain-lain. Tetapan kelembaban tanah yang menentukan infiltrasi adalah kapasitas menahan air (Takeda, 1999).

Bila semua pori tanah terisi air, tanah dikatakan dalam keadaan kapasitas jenuh atau maximum 'water holding capacity' (Michael, 1997).

Kapasitas lapang suatu tanah adalah jumlah maksimum yang dapat disimpan dalam tanah pada kondisi tak jenuh melawan gaya gravitasi (Seyhan, 1990).

Cara menentukan kelembaban tanah dapat ditentukan dengan cara tanah dikeringkan pada kira-kira 110°C untuk waktu yang lama sehingga beratnya menjadi tetap. Kemudian volume air yang terjapat dalam tanah dinyatakan sebagai perbandingan antara berat yang berkurang terhadap berat tanah yang dikeringkan (Takeda, 1999).

2.2 Infiltrasi

Bila hujan jatuh diatas tanah yang terjadi pertama-tama tetumbuhan atau tanah yang gundul menjadi basah. Bila penutup tanah itu telah benar-benar menjadi basah, berikutnya dapat menembus lapisan permukaan, jika permukaan itu memang dapat meluluskan air, atau melimpas lewat permukaan itu dan menuju ke alur sungai, jika permukaan itu ternyata kedap (Wilson, 1993).

Jika lapisan permukaan itu sarang atau dapat ditembus air karena memiliki lorong-lorong kecil yang dapat dilewati titik air kecil-kecil, air itu meresap ke tanah bawahnya. Sekali air yang meresap itu melewati lapisan permukaan, air itu

turun ke bawah karena pengaruh gaya berat sampai mencapai lajur jenuh pada permukaan air tanah (Wilson, 1993).

Tanah yang berbeda-beda menyebabkan air meresap dengan laju yang berbeda-beda pula, setiap tanah memiliki daya resap yang berbeda-beda, f , yang diukur dalam mm/jam. Misal, dapat dibayangkan bahwa hujan yang jatuh pada tanah berkerikil/berpasir akan cepat meresap ke dalam, dengan syarat permukaan air tanah ada di bawah permukaan tanah, bahkan hujan yang lebatpun tidak akan menimbulkan limpasan. Begitu juga, tanah berlempung menolak peresapan dan permukaannya akan tertutup air bahkan pada hujan yang kecil sekalipun. Tingkat curahan hujan, i , pun nyata berpengaruh terhadap berapa banyak air hujan yang dapat meresap dan berapa yang akan melimpas (Wilson, 1993).

2.3 Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi adalah banyaknya air persatuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah, laju maksimum air dapat masuk kedalam tanah pada suatu saat disebut kapasitas infiltrasi (Widodo, 1982).

Laju infiltrasi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yang pertama yaitu laju infiltrasi yang tergenang dengan tinggi kedalaman genangan tetap dimana faktor fisik tanah saja yang membatasi. Sedangkan jenis kedua adalah laju infiltrasi yang terjadi pada tanah yang mendapat air hujan/air irigasi (Widodo, 1982).

Infiltrasi kedalam tanah (vertikal) yang pada mulanya tidak jenuh, umumnya terjadi di bawah pengaruh hisapan matriks dan gravitasi. Dengan masuknya air lebih dalam dan profil tanah yang basah menjadi lebih dalam, maka hisapan matriks berkurang oleh karena jarak antara air di permukaan tanah dengan bagian tanah yang belum basah semakin jauh. Keadaan ini berjalan terus dengan makin jauhnya bagian yang belum basah dari permukaan tanah, hisapan matriks semakin kecil sampai dapat diabaikan, sehingga tinggal tarikan gravitasi saja yang menyebabkan laju infiltrasi berkurang dengan lamanya (waktu) hujan berlangsung (Arsyad, 1982).

2.4 Infiltrasi ketika Hujan Sebagai Batasan

Dibawah irigasi hujan buatan, saat dimana permukaan akan menampakan potensial tetap adalah jika intensitas hujan begitu lebatnya sehingga genangan terjadi dengan cepat. Bagaimanapun, kapasitas awal tanah untuk menyerap air yang masuk biasanya sangat tinggi, dan genangan tidak akan terjadi dengan cepat. Kenyataannya, jika intensitas hujan tidak pernah melebihi laju infiltrasi, tidak akan pernah terjadi run off/limpasan (Gardner,1991).

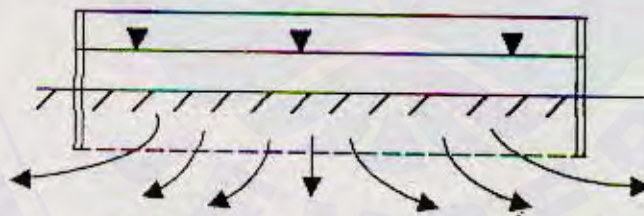
Saat intensitas hujan kurang dari laju infiltrasi awal tanah tetapi lebih besar daripada laju infiltrasi akhir yang konstan, laju yang didominasi oleh tarikan gravitasi, peralihan akan terjadi. tanah akan menyerap hujan yang masuk sampai gradien potensial matrik yang dekat permukaan berkurang ke titik dimana air tidak bisa diisap oleh profil tanah secepat saat air masuk melalui permukaan. Pada waktu tersebut, tanah mendekati jenuh dan mulai menggenang (Gardner,1991).

2.5 Pengukuran Laju Infiltrasi

Pengukuran laju infiltrasi dapat diukur dengan cara berikut ini:

1. Dengan infiltrometer

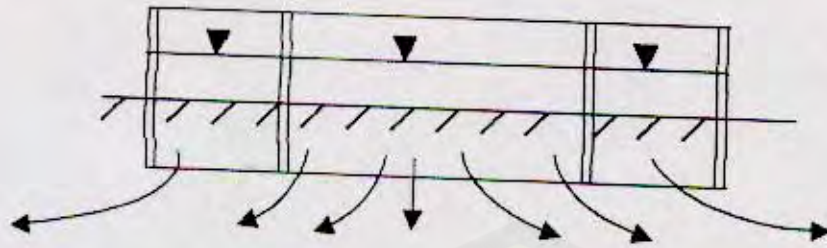
Infiltrometer dalam bentuknya yang paling sederhana terdiri atas tabung baja yang ditekan ke dalam tanah (Gambar 2.1)



Gambar 2.1 Infiltrometer Tabung

Permukaan tanah di dalam tabung diisi air. Tinggi air di dalam tabung akan menurun. Karena proses infiltrasi. Kemudian banyaknya air yang ditambahkan untuk mempertahankan tinggi air dalam tabung tersebut, harus diukur. Makin kecil diameter tabung makin besar gangguan akibat aliran ke samping di bawah tabung. Efek aliran ke samping sebagian dapat dihilangkan dengan memasang tabung konsentrik diluarnya, dan ke dalam kedua tabung tersebut diisi air (Gambar 2.2).

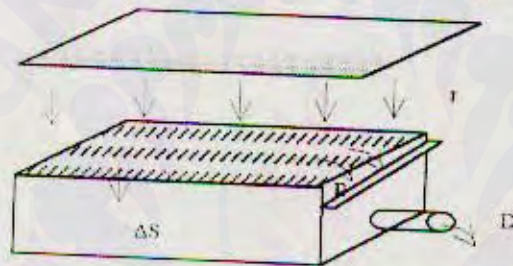
Dengan cara ini laju infiltrasinya dapat dihitung dari banyaknya air yang ditambahkan, kedalam tabung sebelah dalam per satuan waktu (Soemarto, 1995).



Gambar 2.2 Infiltrometer silinder Terpusat

2. Tes Penyiraman (Sprinkling Test)

Untuk mengetahui besarnya infiltrasi dengan kondisi curah hujan yang sebenarnya dapat menggunakan rainfall simulator seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tes Penyiraman dengan Rainfall Simulator

Dengan persamaan neraca airnya:

$$r - R = D + \Delta S \text{ untuk } 0 < t < t_0 \dots \dots \dots (2.1)$$

$$r - R = D \text{ untuk } t_0 < t \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana, r = Intensitas hujan

R = Run off/limpasan

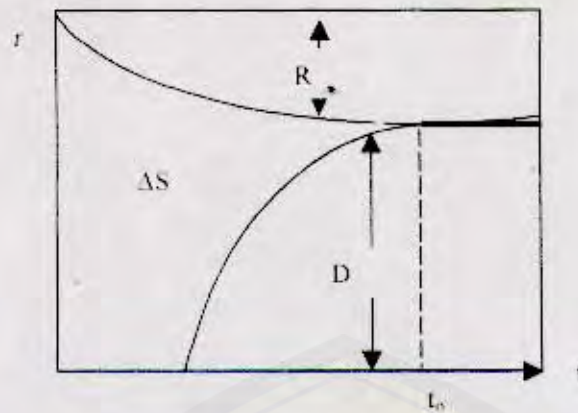
D = Drainase/air yang dikeluarkan

ΔS = Tampungannya air dalam tanah

t = Waktu terjadinya hujan

t_0 = Waktu tanah mulai jenuh

Laju infiltrasi pada waktu $t < t_0$ sama dengan tampungan air dalam tanah (ΔS). Pada saat tanah mulai jenuh ($t_0 < t$), besarnya laju infiltrasi sama dengan drainasinya. Seperti terlihat gambar 2.4 (Miyazaki, 1993).



Gambar 2.4 Grafik persamaan neraca air

Laju infiltrasi maksimum suatu tanah pada suatu saat (kapasitas infiltrasi) beberapa jenis tanah tertera pada tabel 2.1 (Hansen, 1992)

Tabel 2.1 Kapasitas infiltrasi beberapa jenis tanah

Tekstur Tanah	kapasitas infiltrasi (mm/jam)
Sandy Loam	13 - 76
Loam	8 - 20
Clay Loam	2.5 - 15
Silty Clay	0.3 - 5
Clay	0.1 - 1

2.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Infiltrasi

Faktor utama yang berpengaruh pada infiltrasi dalam tanah adalah kadar air awal, konduktivitas hidrolis tanah, porositas, penutup vegetatif dan intensitas hujan. Kandungan kadar air tanah mula mempunyai pengaruh yang besar di awal laju infiltrasi dan total jumlah infiltrasi, keduanya menurun seiring kenaikan kadar air tanah. Laju infiltrasi pada beberapa tanah dibatasi oleh penutup vegetatif sebagai penahan aliran yang masuk melalui permukaan tanah. Laju infiltrasi juga dipengaruhi oleh porositas tanah yang berubah karena adanya pengolahan atau pemadatan. Dengan pengolahan tanah akan menambah porositas. Pengaruh tanah olah pada infiltrasi biasanya berlangsung hanya sampai pengaturan tanah

kembali pada kondisi bulk density yang terbentuk karena irigasi berikutnya (Michael, 1997).

Konduktivitas hidrolik dalam keadaan jenuh adalah sifat tanah yang penting yang dibutuhkan untuk karakteristik infiltrasi air ke dalam tanah (Moore et al, 1980, dalam Gimenez 1997).

Konduktivitas hidrolik dalam keadaan jenuh adalah parameter kunci yang diperlukan untuk menganalisa aliran air pada permukaan tanah. Pengaruh nilai konduktivitas hidrolik terhadap aliran air adalah ketika aliran air saat atau mendekati jenuh yang terjadi didalam pori makro. Dengan kata lain kemungkinan konduktivitas hidrolik memainkan peranan penting terutama dalam zona vadose (antara permukaan tanah dan lapisan air bawah tanah) selama periode hujan lebat atau pemberian irigasi (Mohanty, 1998).

2.7 Analisa Data untuk Laju Infiltrasi di Lapang

Horton (1930), mengemukakan rumus infiltrasi sebagai berikut:

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

di mana : f = Laju infiltrasi pada t

f_c = Laju infiltrasi pada saat konstan

f_0 = Laju infiltrasi awal

k = Konstanta

t = Waktu

Secara teori f_c adalah konstan untuk suatu jenis dan lokasi tanah tertentu, tetapi akan bervariasi pada setiap intensitas hujan yang tidak sama. Kesulitan rumus horton ini adalah menentukan hubungan antara ketiga parameter f_0 , f_c dan k dengan sifat-sifat dari daerah alirannya.

Rumus infiltrasi dari Philip mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$F_p = c_p t^{0.5} + c \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Di mana : f_p = Laju infiltrasi Philip

c dan c_p = Konstanta Philip

Sedangkan rumus infiltrasi dari Kostiakov merupakan rumus infiltrasi yang sederhana yang mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$F_k = c_k t^n \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana : f_k = Laju infiltrasi Kostiakov
 n dan c_k = Konstanta Kostiakov
 t = waktu

Rumus pendekatan laju infiltrasi diatas berdasarkan variabel waktu. Sedangkan rumus lain yang berdasar bukan waktu, antara lain adalah rumus Green -Ampt dan Holtan. Konstanta rumus Kostiakov dan rumus philip mudah dicari dilapang, sehingga rumus-rumus tersebut banyak sekali dipergunakan di dalam analisis atau model yang menyangkut laju infiltrasi.

Persamaan Philip dan persamaan Kostiakov merupakan penyederhanaan dari persamaan laju infiltrasi akumulatif integral terbatas dari $t = 0$ sampai dengan $t = t$, yang dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Philip : } F_p = (c_p t^{0.5} + c) dt \dots\dots\dots(2.6)$$

$$= c t + 2 c_p t^{0.5} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Kostiakov : } F_k = c_k t^n dt \dots\dots\dots(2.8)$$

$$= \frac{c_i}{(n+1)} t^{(n+1)} \dots\dots\dots(2.9)$$

2.8 Limpasan

Infiltrasi mempunyai arti penting terhadap proses limpasan (run off). Laju infiltrasi maksimum/kapasitas infiltrasi menentukan banyaknya air hujan yang dapat diserap ke dalam tanah. Sekali air hujan tersebut masuk ke dalam tanah ia dapat diuapkan kembali, dapat juga mengalir sebagai air tanah. Aliran air tanah berjalan sangat lambat. Makin besar laju infiltrasi maksimum/kapasitas infiltrasi, perbedaan antara intensitas hujan dengan kapasitas infiltrasi menjadi makin kecil. Akibatnya limpasan permukaannya makin kecil, sehingga debit puncaknya juga akan lebih kecil (Soemarto, 1995).

Limpasan permukaan terjadi dalam dua kondisi yang berhubungan dengan kondisi permukaan bumi dan curah hujan. Bila curah hujan lebih besar dari laju infiltrasi maksimum/kapasitas infiltrasi keadaan ini mengakibatkan terjadinya limpasan permukaan, terlebih pada daerah yang kurang porous. Limpasan permukaan bisa juga terjadi pada daerah berlereng curam yang membuat

kesempatan air untuk terinfiltrasi sangat kecil. Disamping itu limpasan permukaan terjadi pula bila curah hujan yang jatuh pada kondisi tanah jenuh terutama pada daerah bertopografi rendah dan datar (Suriadi, 1993 dalam Hermanto 1990).

2.9 Konduktivitas Hidrolik

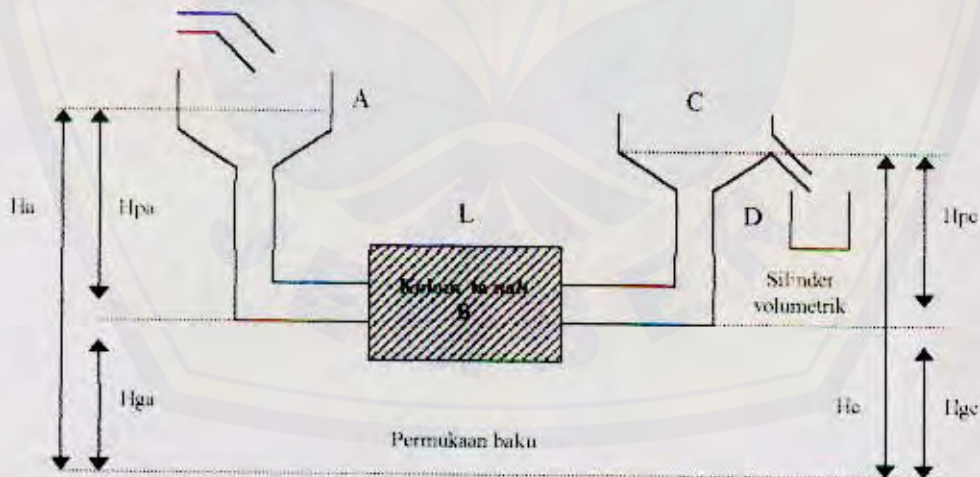
Jika air mengalir dari suatu tempat (A) yang mempunyai tekanan $H_a = H_{pa} + H_{ga}$ melalui kolom tanah B, dengan panjang L, dan luas penampang A, ke suatu tempat C, yang mempunyai tekanan $H_c = H_{pc} + H_{gc}$ dan ukuran volume V, air yang mengalir dengan silinder volumetrik D, maka debit aliran Q, yaitu volume air yang mengalir persatuan waktu, besarnya

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(2.10)$$

Jika kita hubungkan dengan tekanan di A dan C, dan panjang kolom L, serta luas kolom A:

$$Q = \frac{A \Delta H}{L} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana $H = H_a - H_c$, sehingga $\frac{\Delta H}{L}$ adalah gradien hidrolik yang merupakan gaya penyebab terjadinya gerakan .



Gambar 2.5 Skema aliran air jenuh dalam kolom tanah pada percobaan Henry Darcy

Gambar menunjukkan suatu kolom tanah horisontal dimana aliran mantap (steady) bergerak dari kiri ke kanan, dari suatu bak (resevoir) yang lebih tinggi ke yang lebih rendah sedang ketinggian air pada kedua bak tersebut dijaga konstan (Islami, 1995).

kesempatan air untuk terinfiltrasi sangat kecil. Disamping itu limpasan permukaan terjadi pula bila curah hujan yang jatuh pada kondisi tanah jenuh terutama pada daerah bertopografi rendah dan datar (Suriadi, 1993 dalam Hermanto 1990).

2.9 Konduktivitas Hidrolik

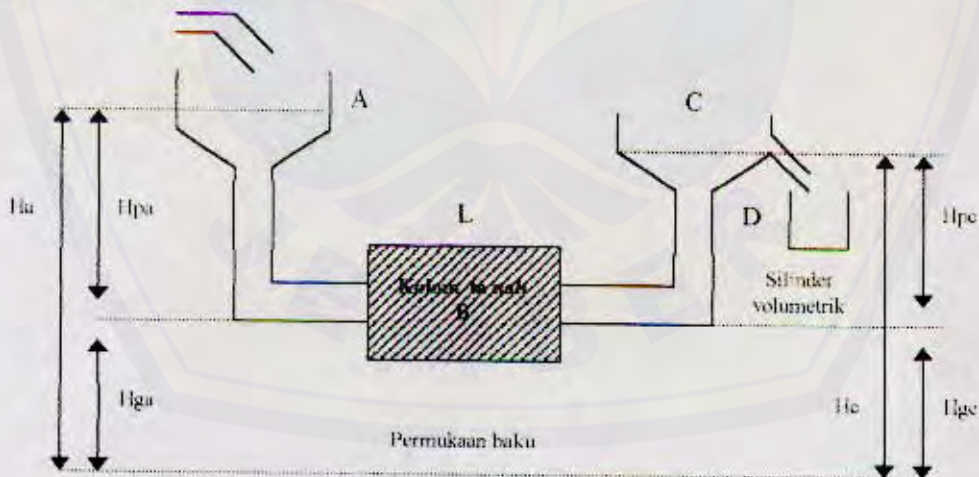
Jika air mengalir dari suatu tempat (A) yang mempunyai tekanan $H_a = H_{pa} + H_{ga}$ melalui kolom tanah B, dengan panjang L, dan luas penampang A, ke suatu tempat C, yang mempunyai tekanan $H_c = H_{pc} + H_{gc}$ dan ukuran volume V, air yang mengalir dengan silinder volumetrik D, maka debit aliran Q, yaitu volume air yang mengalir persatuan waktu, besarnya

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(2.10)$$

Jika kita hubungkan dengan tekanan di A dan C, dan panjang kolom L, serta luas kolom A:

$$Q = \frac{A \Delta H}{L} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana $H = H_a - H_c$, sehingga $\frac{\Delta H}{L}$ adalah gradien hidrolik yang merupakan gaya penyebab terjadinya gerakan .



Gambar 2.5 Skema aliran air jenuh dalam kolom tanah pada percobaan Henry Darcy

Gambar menunjukkan suatu kolom tanah horisontal dimana aliran mantap (steady) bergerak dari kiri ke kanan, dari suatu bak (resevoir) yang lebih tinggi ke yang lebih rendah sedang ketinggian air pada kedua bak tersebut dijaga konstan (Islami, 1995).

Jumlah air yang mengalir melalui penampang kolom persatuan waktu disebut kerapatan aliran (flux density) q , jadi :

$$q = \frac{Q}{A}, Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$q = \frac{V}{At} \dots \dots \dots (2.13)$$

Karena $Q = \frac{A \Delta H}{L}$. maka

$$q = \frac{\Delta H}{L} \dots \dots \dots (2.14)$$

Jika masukkan sifat tanah dalam interaksinya dengan aliran konduktivitas hidrolik, pada persamaan (3) menjadi :

$$q = - K_s \frac{\Delta H}{L} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dalam bentuk differensial dengan sistem 1 dimensi dapat ditulis :

$$q = - K_s \frac{dH}{dX} \dots \dots \dots (2.16)$$

dimana : K_s disebut konduktivitas hidrolik jenuh dan tanda (-) menunjukkan bahwa air bergerak dari potensial tinggi ke arah potensial yang lebih rendah. Dimensi K_s adalah LT^{-1} (cm/detik).

Persamaan inilah yang kemudian dikenal dengan "Hukum Darcy". Jadi dapat dikemukakan bahwa aliran dalam bentuk cairan (dalam media berpori terjadi kearah potensial yang lebih rendah, sebanding dengan gaya pergerakan, dalam hal ini gradien hidraulik, dan berbanding lurus dengan sifat bahan dalam mengalirkan cairan, K , konduktivitas hidrolik (Islami,1995).

Berbagai macam kelas-kelas konduktivitas hidrolik untuk gerak vertikal diketahui dalam tanah jenuh disajikan pada Tabel 2.2 (Foth,1998):

Tabel 2.2 Kelas – Kelas Konduktivitas Hidrolik dalam Tanah Jenuh

Kelas Konduktivitas Hidrolik	* Konduktivitas Jenis	
	$\mu\text{m}/\text{detik}$	cm/jam
Sangat tinggi	> 100	> 36
Tinggi	10 – 100	3,6 – 36
Sedang	1 – 10	0,36 – 3,6
Agak rendah	0,1 – 1	0,036 – 0,36
Rendah	0,01 – 0,1	0,0036 – 0,036
Sangat rendah	< 0,01	< 0,0036

Keterangan : mikrometer per detik sama dengan 10^{-4} cm

Jadi ... mikrometer per detik dikalikan 0,36 sama dengan ... cm/jam

Konduktivitas hidrolik beberapa jenis tanah terlihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Konduktivitas hidrolik beberapa jenis tanah

Tekstur Tanah	kapasitas infiltrasi (mm/jam)
Sandy Loam	13 - 76
Loam	8 - 20
Clay Loam	2.5 - 15
Silty Clay	0.3 - 5
Clay	0.1 - 1

Sumber (Hansen, 1992)

2.10 Hubungan antara Laju Infiltrasi Akhir Dengan Konduktivitas Hidrolik

Miyazaki meneliti hubungan kuantitas antara laju infiltrasi akhir dari intensitas hujan/hujan buatan dan laju infiltrasi akhir dari penggenangan dan konduktivitas hidrolik tanah pada lempung berpasir (tanpa penutup tanah dan penutup tanah/rumput), dan tanah debu vulkanik (tanpa penutup tanah dan penutup tanah/rumput). Hubungan antara konduktivitas hidrolik, laju infiltrasi akhir penggenangan dan laju infiltrasi akhir infiltrasi hujan buatan adalah dipengaruhi oleh sifat fisik tanah dan penutup lahan (Miyazaki, 1993).



Laju infiltrasi menurun dengan bertambahnya waktu sampai mendekati suatu laju yang konstan. Nilai dari laju infiltrasi yang konstan ini diasumsikan setara dengan konduktivitas hidrolis pada keadaan tanah jenuh (Widodo,1982).

2.11 Pengolahan Data Curah hujan

Dalam studi erosi, run off (limpasan) dan infiltrasi, perubahan faktor tanah yang tinggi memungkinkan suatu perlakuan ukuran tiruan dan tepat serta metodologi yang tidak mahal. Dengan menggunakan rainfall simulator hal ini dapat dilakukan dimana alat tersebut dapat meningkatkan kesederhanaan operasional (Ogden,1997).

Untuk menerapkan suatu intensitas hujan pada rainfall simulator maka diperlukan suatu pengolahan data curah hujan yang dapat menggambarkan suatu keadaan yang sebenarnya.

2.11. 1 Hujan Rata-rata pada Suatu Daerah

Kedalaman hujan rata-rata pada daerah tertentu, ditinjau atas dasar satu kali hujan musiman atau tahunan, dibutuhkan dalam banyak jenis masalah hidrologi. Metode yang paling sederhana untuk memperoleh kedalaman rata-rata ialah dengan merata-ratakan jumlah yang terukur dalam daerah itu secara aritmetik. Metode ini menghasilkan perkiraan yang baik di daerah datar, bila alat-alat ukurnya tersebar merata dan masing-masing tangkapannya tidak bervariasi banyak dari nilai rata-ratanya (Linsley,1996). Curah hujan daerah itu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots(2.17)$$

dimana :

\bar{R} = curah hujan daerah (mm)

n = jumlah titik-titik pengamatan

R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

Metode Thiessen berusaha untuk mengimbangi tidak meratanya distribusi alat ukur dengan menyediakan suatu faktor pembobot (Weighting factor) bagi masing-masing stasiun. Stasiun-stasiunnya diplot pada suatu peta, dan garis-garis

yang menghubungkannya digambar. Garis-garis bagi tegak lurus dari garis-garis penghubung ini membentuk poligon-poligon di sekitar masing-masing stasiun. Sisi-sisi setiap poligon merupakan batas luas efektif yang diasumsikan untuk stasiun tersebut. Luas masing-masing poligon ditentukan dengan planimetri dan dinyatakan sebagai persentase dari luas total. Curah hujan rata-rata untuk seluruh luas dihitung dengan mengalikan hujan pada masing-masing stasiun dengan persentase luas yang disetelkannya dan menjumlahkannya. Hasilnya biasanya lebih teliti daripada hasil-hasil yang diperoleh dari perata-rataan aritmetik sederhana. Metode ini secara sederhana menganggap variasi hujan ialah linear antara stasiun-stasiun dan menyerahkan masing-masing segmen luas kepada stasiun yang terdekat (Linsley, 1996). Curah hujan daerah itu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$= \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$= W_1 R_1 + W_2 R_2 + \dots + W_n R_n \dots\dots\dots(2.20)$$

dimana : \bar{R} = curah hujan daerah (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik-titik pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n = bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.

W_1, W_2, \dots, W_n = ratio luas

Metode Isohiet, bila digunakan oleh seorang analis berpengalaman, akan merupakan metode yang paling akurat dalam merata-ratakan hujan pada suatu daerah. Lokasi dan besarnya diplot pada suatu peta yang cocok, dan kontur untuk hujan yang sama (isohiet) kemudian digambar. Hujan rata-rata suatu daerah dihitung dengan mengalikan hujan rata-rata antara isohiet yang berdekatan (biasanya diambil sebagai rata-rata dari dua nilai isohiet) dengan luas antara isohiet, menjumlahkan hasilnya, dan membaginya dengan luas total.

Metode Isohiet mengizinkan penggunaan dan interpretasi semua data yang tersedia untuk ditampilkan dan dibahas. Bila digunakan interpretasi linear antara

stasiun-stasiun, hasilnya akan menjadi sama secara hakiki seperti yang diperoleh dengan metode Thiessen (Linsley,1996). Curah hujan daerah itu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + \dots + A_n R_n}{A_1 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.21)$$

dimana: \bar{R} = curah hujan daerah (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan di tiap pada bagian-bagian A_1, A_2, \dots, A_n

A_1, A_2, \dots, A_n = luas bagian-bagian antara garis-garis isohiet.

2.11.2 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan biasanya dinyatakan oleh jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu. Biasanya satuan yang digunakan adalah mm/jam. Intensitas curah hujan dapat dilihat pada Tabel 2.4 (Takeda,1999).

Tabel 2.4 Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm)	
	1 jam	24 jam
Hujan sangat ringan	<1	< 5
Hujan ringan	1 - 5	5 - 20
Hujan normal	5 - 20	20 - 50
Hujan Lebat	10 - 20	50 - 100
Hujan sangat lebat	>20	>100

Seperti diperlihatkan dalam Tabel 2.4 curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu. Jika waktu terjadinya hujan yang ditentukan lebih lama, maka penambahan curah hujan itu adalah kecil dibandingkan dengan penambahan waktu, karena kadang-kadang curah hujan itu berkurang ataupun berhenti (Takeda, 1999).

Data intensitas curah hujan yang kontinu, untuk membentuk kurva intensitas curah hujan berdasarkan lama curah hujan (duration), sangatlah sukar didapat. Hal ini disebabkan data intensitas curah hujan yang kontinu dari kedalaman hujan (depth) harus diukur oleh ARR (Automatic Rainfall Recorder). Di Indonesia, pada umumnya adalah data curah hujan harian (R_{24}), untuk

memperoleh intensitas hujan dari curah hujan harian dipergunakan metoda monosobe dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = (R_{24} \text{ maks})/24 \times (24/t)^{(2/3)} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana : I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan 24 jam maksimum pada periode tertentu

T = Lama curah hujan (jam)

Waktu konsentrasi (time concentration) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan mulai dari ujung sampai ke outlet DAS. Menurut Arsyad (1982), dalam hal ini diasumsikan bahwa jika lama hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka semua bagian daerah aliran secara serentak memberikan sumbangan terhadap aliran ditempat keluar. Salah satu metode yang secara luas diterima untuk menghitung waktu konsentrasi adalah yang dikembangkan oleh Kirpich (1940), sebagai berikut

$$T_c = 0,0195 \times k^{(0,77)} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana : T_c = Waktu konsentrasi (menit)

k = Konstanta peubah

$= 1,48^{(0,5)}$; dimana $s = H/L$

L = Panjang maksimum aliran (m)

s = Kemiringan saluran

H = Perbedaan elevasi antara titik terjauh dengan outlet (m)

2.11.3 Analisis Data untuk Curah Hujan

Keterangan atau fakta mengenai penomena hidrologi dapat dikumpulkan, dihitung, disajikan dan ditafsirkan dengan menggunakan prosedur tertentu, metode statistik dapat digunakan unuk melaksanakan penggunaan prosedur tersebut (Soewarno, 1995).

Pengukuran parameter statistik yang seringkali digunakan dalam analisis data hidrologi meliputi pengukuran tendensi sentral dan pengukuran dispersi atau variasi. Pengukuran tendensi sentral menggunakan nilai rata-rata untuk pengukuran sebuah distribusi. Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, akan tetapi kemungkinan adanya nilai variat yang lebih atau kurang dari nilai rata-rata. Besarnya derajat dari sebuah variat disekitar nilai rata-rata disebut dengan variasi atau dispersi daripada suatu data sembarang variabel hidrologi. Hasil pengukuran ini penting untuk mengetahui sifat dari distribusi disamping pengukuran tendensi sentral. Beberapa macam cara untuk mengukur dispersi adalah sebagai berikut:

1. Rata-rata adalah nilai rata-rata hitung aljabar data dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{x} = (\sum x_i) / n \quad \dots\dots\dots(2.24)$$

dimana : \bar{x} = Rata-rata

x_i = Nilai data ke- i

n = Jumlah data

2. Varian merupakan nilai rata-rata dari penyimpangan masing-masing pengukuran terhadap rata-rata, sedangkan simpangan baku adalah pangkat dua dari varian. Adapun simpangan baku adalah akar pangkat dua dari varian. Adapun persamaan varian dan simpangan baku adalah sebagai berikut:

$$\text{Var} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \quad \dots\dots\dots(2.25)$$

$$s = \text{Var}^{0.5} \quad \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana : Var = Varian

 s = simpangan baku

Bila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai simpangan bakunya akan besar, akan tetapi bila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka simpangan bakunya akan kecil.

3. Koefisien varian adalah perbandingan relatif dari simpangan baku terhadap rata-rata dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_v = s / \bar{x} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana : C_v = koefisien varian

Semakin besar nilai koefisien varian berarti datanya kurang merata (heterogen). Jika semakin kecil berarti datanya semakin merata.

4. Koefisien skewness merupakan ukuran ketidak-simetrisasi dari sebaran. Jika koefisien skewness bernilai 0 maka sebaran tersebut adalah sebaran normal, bernilai lebih besar dari 0 maka sebaran akan condong kekanan dan bernilai lebih kecil dari 0 maka sebaran akan condong kekiri.

Persamaan koefisien skewness adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{n \times \sum (x_i - \bar{x})^3}{(n-1) \times (n-2) \times s^3} \dots\dots\dots(2.28)$$

dimana : C_s = koefisien skewness

5. Koefisien kurtosis merupakan ukuran ketajaman dari grafik/sebaran yang diukur dengan kurtosis. Jika koefisien kurtosis sama dengan tiga maka ketajaman sebaran sama dengan ketajaman sebaran normal, bernilai lebih kecil dari tiga maka lebih tajam dari ketajaman sebaran normal dan bernilai lebih besar dari tiga maka lebih datar dari sebaran normal.

Persamaan kurtosis adalah sebagai berikut:

$$C_k = \frac{n^2 \times (\sum x_i - \bar{x})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times s^4} \dots\dots\dots(2.29)$$

dimana : C_k = koefisien kurtosis (Soewarno,1995)

2.12 Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan sifat tanah yang lebih permanen dan penting, sebab akan menentukan tingkat penyerapan air, penyimpanan air dalam tanah dan kemudahan pengolahan tanah (Foth,1998).

Tekstur tanah menunjukkan kasar atau halusnya suatu tanah. Tekstur merupakan perbandingan relatif pasir, debu dan liat atau kelompok partikel dengan ukuran lebih kecil dari kerikil (diameter $< 2\text{mm}$) (Foth, 1998).

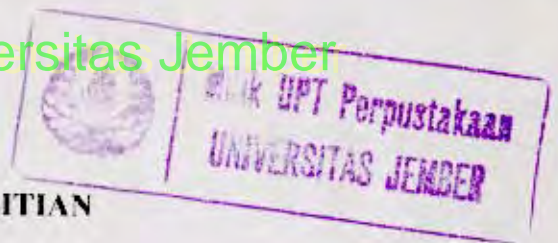
Jika beberapa contoh tanah ditetapkan atau dianalisa di laboratorium, maka hasilnya selalu memperlihatkan bahwa tanah itu mengandung partikel-partikel yang beranekaragam ukurannya ada yang berukuran kolloid, sangat halus, halus, kasar dan sangat kasar. Partikel-partikel ini telah dibagi dalam group-group atau kelompok-kelompok atas dasar ukuran diameternya. Analisa laboratorium dalam mana partikel-partikel tanah itu dipisahkan dinamakan analisa mekanis. Dalam analisa ini ditetapkan distribusi menurut ukuran-ukuran partikel tanah (Hakim, 1986).

Tekstur tanah membentuk matrik basic dan ruang kosong yang tercipta pada tanah matrik tersebut yang bergantung dari klas tekstur. Oleh karenanya tekstur tanah yang berpengaruh sekali pada fase lain (air dan udara) yang terkandung dalam suatu ruang pada batuan tanah. Tekstur tanah lebih kurang konstan dan tidak dapat berubah oleh adanya pengolahan tanah maupun aktivitas yang lain (Michael, 1997).

2.13 Berat Volume Tanah dan Ruang Pori Total

Kerapatan massa adalah berat per unit volume tanah yang dikeringkan dengan oven yang biasanya dinyatakan dalam gram/cm^3 . Berat volume lapisan olah berstruktur halus biasanya berkisar antara 1,0 – 1,3. Sedangkan jika tekstur tanah itu kasar, maka kisaran itu selalu diantara 1,3 – 1,8 (Hakim, 1986).

Ruang pori total adalah volume dari tanah yang ditempati oleh udara dan air. Persentase volume ruang pori total disebut porositas. Untuk menentukan porositas, cores tanah ditempatkan pada tempat berisi air sehingga jenuh dan kemudian cores ditimbang. Perbedaan berat antara keadaan jenuh dan cores yang kering oven merupakan volume ruang pori untuk tanah. Untuk 400 cm^3 cores yang berisi 200 gram (200 cm^3) air pada kondisi jenuh, porositasnya akan mencapai 50 persen (Foth, 1998).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama bulan November 2002 sampai dengan April 2003. Penentuan konduktivitas hidrolik dengan menggunakan metode tinggi tetap dan laju infiltrasi dengan menggunakan rainfall simulator dilakukan di laboratorium TPKL, Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Jember.

Penentuan laju infiltrasi dilapang dilakukan di tiga lokasi pengambilan sampel tanah yang berbeda di desa Seputih Kecamatan Mayang dan desa Lampeji dan Mumbulsari Kecamatan Mumbulsari, Kabupaten Jember.

Analisa laboratorium tekstur tanah dilakukan di laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Contoh tanah terusik diambil di desa Seputih Kecamatan Mayang dan desa Lampeji dan Mumbulsari Kecamatan Mumbulsari, Kabupaten Jember.

3.2.2 Alat

1. Metode Tinggi Tetap
 - a. Pipa paralon dengan panjang 10cm dan diameter 7,475cm
 - b. Kran Pemasok air
 - c. Gelas ukur
 - d. Statif
 - e. Klem
 - f. Jaringan nilon
 - g. Stopwatch
2. Metode Rainfall Simulator
 - a. Rainfall simulator
 - b. Pipa paralon contoh tanah dan pipa paralon penampung volume infiltrasi yang berukuran panjang 10cm dan diameter 7,475cm

- c. Gelas ukur
 - d. Stopwatch
3. Metode Infiltrometer
- a. Ring infiltrometer tipe silinder terpusat
 - b. Plastik
 - c. Penggaris
4. Ring sampel

3.3 Metode Penelitian

Untuk percobaan rainfall simulator dengan menggunakan tiga tekstur tanah dan tiga kali ulangan. Intensitas hujan yang digunakan adalah sebesar 19,8 mm/jam.

Tekstur tanah (A):

- tekstur Silty Clay Loam (A1)
- tekstur Clay Loam (A2)
- tekstur Silty Clay (A3)

Variabel-variabel rainfall simulator sebagai berikut:

Tekanan Aliran : 0,25 bar

Debit Aliran : 7,5l/detik

Sudut Cakram : 5°

Kecepatan putar Cakram : 130 rpm

Untuk percobaan konduktivitas hidrolis jenuh (k_s) menggunakan metode tinggi konstan dengan tiga kali ulangan untuk tiap tekstur tanahnya.

Untuk percobaan Infiltrasi di lapang menggunakan ring infiltrometer tipe silinder terpusat dengan tiga kali ulangan untuk tiap tekstur tanahnya.

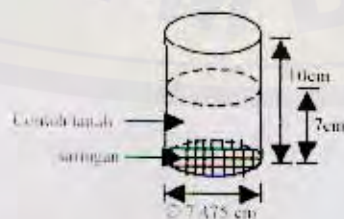
3.3.1 Penyiapan Contoh Tanah Pengukuran Konduktivitas Hidrolis Metode Tinggi Tetap

Contoh tanah yang digunakan untuk analisis konduktivitas hidrolis adalah tanah terusik. Contoh tanah sebelumnya diayak terlebih dahulu untuk memisahkan dari kotoran-kotoran, batu/kerikil dan gumpalan tanah. Tanah yang dimasukkan ke dalam pipa ditimbang dahulu. Tanah diasumsikan mempunyai berat volume

yang sama dengan dilapang. Kemudian contoh tanah diambil dan dimasukkan secara pelan-pelan dan teratur melalui corong kedalam pipa paralon contoh tanah yang bagian bawahnya diberikan saringan dan dilapisi kain kasa. Pipa paralon diisi dengan contoh tanah sepanjang 7cm. Kemudian pipa paralon diketukkan beberapa kali dari ketinggian tertentu ± 2 cm sehingga tanah menjadi padat. Kemudian contoh tanah dijenuhkan dengan merendam pipa kedalam baki berisi air kira-kira 1-2 cm tingginya. Selama perendaman harus dikontrol, jika air habis harus ditambah. Contoh tanah dibiarkan selama 24 jam sehingga kondisi tanah menjadi jenuh. Untuk membuat jenuh tanah lempungan diperlukan waktu yang lebih lama dari 24 jam. Maksud perendaman adalah untuk mengeluarkan semua udara dari dalam pori-pori tanah, sebab konduktivitas hidrolis ini ditetapkan dalam keadaan jenuh.

3.3.2 Penyiapan Contoh Tanah Percobaan Rainfall Simulator

Pipa paralon dengan saringan pada dasar pipa diletakkan lapisan wool/katun. Tanah dengan tekstur yang dikehendaki diayak dengan saringan ukuran tertentu. Tanah yang dimasukkan ke dalam pipa ditimbang dahulu. Tanah diasumsikan mempunyai berat volume yang sama dengan dilapang. Kemudian contoh tanah yang telah diayak dimasukkan kedalam pipa paralon secara pelan-pelan dan teratur melalui corong. Pipa yang berisi paralon diketukkan ± 2 cm dari ketinggian tertentu sehingga tanah menjadi padat. Tanah mulai dijenuhkan. Kemudian dikeringanginkan selama ± 2 hari, sehingga kadar air mencapai hampir sama dengan nilai kadar air dilapang.



Gambar 3.1 Pipa paralon contoh tanah

3.3.3 Besarnya Intensitas Curah Hujan

Hujan buatan diberikan dengan menggunakan rainfall simulator. Intensitas hujan diukur dengan menggunakan alat ukur hujan dengan menggunakan silinder pengukur.

Penentuan besarnya curah hujan dalam penelitian ini berdasarkan pada curah hujan harian periode 10 tahun yaitu 1999 sampai tahun 2000. Data curah hujan harian diperoleh pada data curah hujan harian yang diperoleh dari pengairan atau stasiun pengamat. Dengan menggunakan analisis statistik hidrologi, maka curah hujan yang akan digunakan dapat diduga.

Berdasarkan pendugaan curah hujan daerah aliran tersebut diperoleh besar intensitas hujan bulanan berdasarkan waktu konsentrasi. Perhitungan curah hujan menjadi intensitas hujan rata-rata terhadap waktu lamanya konsentrasi (dengan asumsi bahwa jika lamanya hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka semua bagian daerah aliran secara serentak memberi sumbangan terhadap aliran ditempat keluar).

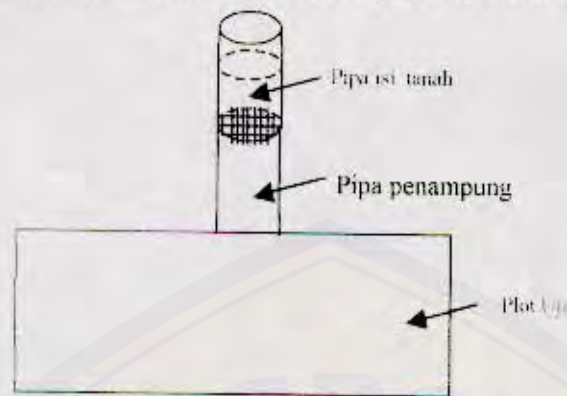
3.4 Pelaksanaan Percobaan

Percobaan infiltrasi menggunakan metode infiltrometer dilakukan di lapang yaitu didaerah Mayang, sedangkan percobaan infiltrasi dengan metode rainfall simulator dan konduktivitas hidrolis dilakukan di workshop Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.4.1 Percobaan Infiltrasi di Laboratorium dengan Rainfall Simulator

Pipa paralon yang berisi tanah dipasang diatas pipa penampung volume infiltrasi. Kemudian diletakkan dengan hati-hati pada posisi yang dikehendaki dibawah Rainfall Simulator. Pipa tersebut ditutupi dahulu dengan papan sebelum pemberian hujan buatan pada harga-harga variable Rainfall Simulator yang dikehendaki hingga kondisi stabil diperoleh. Setelah itu lama curah hujan yang sudah ditentukan selesai, menutup kembali pipa paralon dengan papan dan menghentikan pengoperasian Rainfall Simulator.

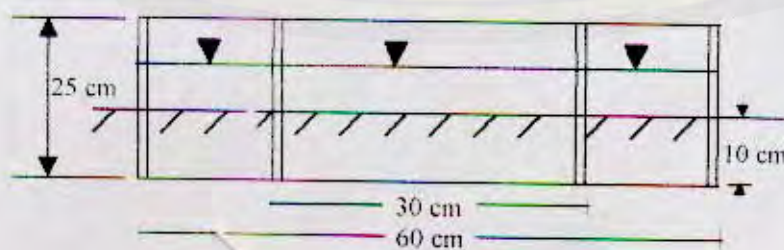
Volume air yang keluar dari tanah ditampung pada pipa paralon penampung yang terletak di bagian bawah pipa paralon berisi tanah.



Gambar 3.2. Perletakan pengujian laju infiltrasi

3.4.2 Percobaan Infiltrasi di Lapang dengan Metode Infiltrometer

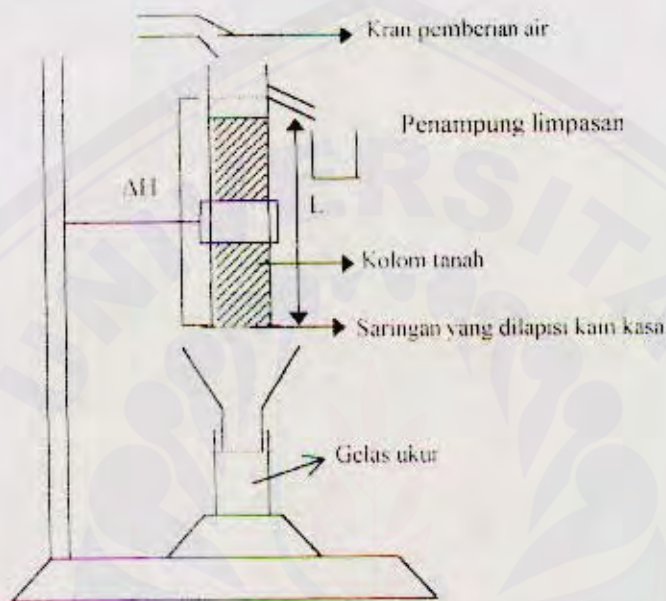
Alat ukur berupa logam silinder yang mempunyai dua buah lingkaran dengan titik tengah yang sama. Diameter silinder dalam 30cm dan diameter luar 60cm. Panjang kedua silinder biasanya 25cm dan dipasang kira-kira pada kedalaman 10cm dari permukaan tanah. Menutup permukaan tanah di dalam ring dengan plastik untuk melindungi tanah ketika air dituangkan. Air dituangkan kira-kira mencapai $\frac{3}{4}$ permukaan ke dalam kedua silinder itu dengan kedalaman yang tetap. Masing-masing penambahan air untuk mempertahankan tinggi konstan ini hanya diukur (waktu dan jumlah) pada silinder bagian dalam. Rata-rata kedalaman air yang dipertahankan dalam silinder adalah 7 –12 cm. Silinder bagian luar digunakan untuk mengurangi pengaruh batas dari tanah sekitarnya yang lebih kering. Sehingga air yang berinfiltrasi tidak menyebar ke samping. Permukaan air di bagian dalam silinder dan silinder bagian luar dijaga kira-kira sama.



Gambar 3.3. Infiltrometer tipe silinder terpusat

3.4.3 Percobaan Konduktivitas Hidrolik Jenuh Metode Tinggi Tetap

Pipa berisi contoh tanah yang telah dijenuhkan diikat pada batang statif. Sepotong kertas filter ditaruh diatas permukaan tanah di dalam tabung. Lalu kran/pemasok air dibuka, tinggi air dijaga konstan, dekat ujung atas diberi lubang untuk limpasan air agar tinggi tekanan air tetap konstan. Pengukuran air yang menetes dilakukan setelah air yang menetes konstan.



Gambar 3.4. Skema percobaan konduktivitas hidrolik jenuh

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam percobaan ini meliputi:

1. Sifat-sifat fisik tanah yang meliputi
 - a. Berat volume tanah
 - b. Konduktivitas hidrolik
 - c. Tekstur tanah
 - d. Porositas
 - e. Kadar air tanah
2. Pengamatan selama percobaan yang meliputi :
 - a. Akumulatif dan intensitas hujan
 - b. Akumulatif air yang keluar (drainase)

- c. Waktu mulai terjadinya genangan dan jumlah genangan
- d. Akumulatif dan laju infiltrasi.

3.5.1 Pengukuran konduktivitas hidrolis

Menurut Vaughn E. Hansen (1992), dengan suatu tinggi tetap yang dijaga baik oleh aliran terus menerus ataupun tambahan air sampai saat, aliran mantap (steady flow) melalui tanah diperoleh. Hukum Darcy untuk aliran air di dalam tanah dipergunakan untuk menghitung konduktivitas hidrolis sesudah pengukuran volume aliran dalam satuan waktu t , luas potongan melintang bruto A pada arah tegak lurus aliran, kehilangan tinggi hidrolis ΔH dan panjang aliran L .

Dengan penyelesaian menurut persamaan aliran Darcy untuk konduktivitas hidrolis jenuh (K_s) dapat diitung:

$$q = -K_s \frac{\Delta H}{L}$$

karena $q = \frac{Q}{A}$ dan $Q = \frac{V}{t}$

jadi, $K_s = \frac{V L}{t A \Delta H}$

dimana, ΔH = Kehilangan tinggi hidrolis

L = Panjang kolom tanah, cm

A = Luas penampang kolom tanah, cm^2

V = Volume air yang mengalir pada waktu yang ditentukan (cm^3)

q = Jumlah air yang mengalir melalui penampang kolom persatuan waktu (kerapatan aliran/flux density) (cm/jam)

Q = Volume air yang mengalir per satuan waktu (cm^3/jam)

3.5.2 Penentuan Laju Infiltrasi di Lapang

Pengukuran jumlah air yang meresap ke dalam tanah dilakukan setelah silinder bagian dalam dan luar diisi $\frac{3}{4}$ bagian ($\pm 12\text{cm}$). Setelah 2 menit, air ditambahkan setinggi semula ($\pm 12\text{cm}$) dan mulai penambahan air tersebut dicatat. Apabila air sebelum 2 menit hampir habis, maka air ditambahkan pada pengamatan 2 menit. Waktu pembacaan semakin lama semakin besar dengan waktu (5, 10, 20, 30, 60, 120, 180 dan 240 menit dari awal pencatatan).

Penentuan laju infiltrasi dilapang dapat dihitung dengan menggunakan rumus kostiakov dan Philip, sebagai berikut.

$$\text{Persamaan Philip. } f_p = c_p t^{-0,5} + C$$

$$\text{Persamaan Kostiakov. } f_k = c_k + t^n$$

Keterangan : f_p = Laju infiltrasi Philip (mm/jam)

f_k = Laju infiltrasi Kostiakov (mm/jam)

c_p dan C = Kostanta Philip

n dan c_k = Kostanta Kostiakov

3.5.3 Penentuan Kadar Air Tanah

Kadar air tanah merupakan kandungan air didalam suatu tanah, yang bisa dinyatakan sebagai bagian (fraksi) berat maupun fraksi volume, relatif terhadap berat/volume contoh tanah yang ditinjau, yang digunakan sebagai berikut.

a. Fraksi berat

Kandungan air, $\theta_m = \frac{\text{berat air yang dikandung}}{\text{berat air kering contoh tanah}}$

$$\theta_m = \frac{M_w}{M_s} = \frac{\rho_w}{\rho_s} \times \frac{V_w}{V_s}$$

b. Fraksi Volume

Kandungan air, $\theta_v = \frac{\text{volume air}}{\text{volume contoh tanah}}$

$$\theta_v = \frac{V_w}{V_t} = \frac{M_w}{\rho_w \times V_t}$$

Keterangan : ρ_w = Density air ($1,0 \text{ gr/cm}^3$)

ρ_s = Density partikel tanah (gr/cm^3)

V_w = Volume air (cm^3)

V_s = Volume partikel (butir) contoh tanah (cm^3)

V_t = Volume (total) contoh tanah (cm^3)

M_w = Berat air (gr)

c. Density tanah (bd)

Dapat ditentukan dari berat contoh tanah setelah dimasukkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 12 –24 jam. Dengan mengetahui volume contoh tanah (V_t) maka density tanah yang bersangkutan dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\rho_b = \frac{M_s}{V_t} = \frac{M_s}{V_a + V_w + V_s}$$

Keterangan : V_t = Volume total (cm^3)

V_a = Volume udara (cm^3)

V_s = Volume butir tanah (cm^3)

M_s = Berat kering contoh tanah (gr)

3.5.4 Penentuan Tekstur Tanah

Penetapan tekstur di laboratorium dilakukan dengan analisa mekanis. Proses penentuan jumlah separate-separate dibawah ukuran 2mm, ialah pasir, debu dan liat dinamakan analisa mekanis. Sebelum analisa mekanis dijalankan contoh tanah kering udara harus dihancurkan dulu, kemudian disaring dengan ayakan 2mm. Semua kerikil, sisa-sisa tanah seperti daun dan lainnya akan dibuang.

Analisa mekanis yang digunakan adalah Metode pipet dimana prinsipnya adalah perbedaan kecepatan jatuh partikel-partikel di dalam air.

3.5.5 Penentuan Porositas Tanah

Tanah yang digunakan untuk menentukan bulk density/bulk density dapat pula digunakan untuk menentukan ruang pori-pori total (Hakim, 1986). Untuk menentukan ruang pori total, contoh tanah tersebut dijenuhkan pada baki berisi air. Perbedaan berat antara tanah jenuh air dengan tanah yang kering oven sama dengan volume ruang pori-pori dalam tanah

3.5.6 Penentuan Akumulatif dan Laju Infiltrasi Percobaan Rainfall Simulator

Volume infiltrasi yang terakumulasi dapat dihitung dari volume hujan pada waktu tertentu dikurangi volume air yang ditampung pada pipa penampung pada waktu tertentu dan dengan volume air yang menggenangi di permukaan tanah. Dengan persamaan neraca airnya:

$$r - R = D + \Delta S \text{ untuk } 0 < t < t_0$$

dimana : r = Akumulatif hujan selang waktu tertentu (mm)

R = Limpasan/genangan di permukaan tanah (mm)

D = Drainase/air yang keluar dari bawah pipa berisi tanah (mm)

ΔS = Air yang tertampung dalam tanah (akumulatif infiltrasi)

t = Waktu terjadinya hujan

t_0 = Waktu tanah mulai jenuh

Laju infiltrasi adalah besarnya infiltrasi selang waktu tertentu (akumulatif infiltrasi dibagi dengan waktu). Dengan mengetahui titik muainya terjadi genangan pada waktu tertentu dan tiga titik laju infiltrasi terhadap waktu maka dapat dicari persamaan regresinya untuk laju infiltrasi percobaan Rainfall Simulator.

3.6 Metode Analisa

Analisa data yang digunakan untuk mengetahui dan menentukan laju infiltrasi dilapang pada tekstur tanah yang berbeda menggunakan persamaan Philip dan persamaan Kostiakov.

Persamaan Philip Kumulatif dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_p - C t = 2 c_p t^{0.5}$$

Dengan mempergunakan selang waktu interval waktu t_1 dan t_2 , yang pada umumnya t_1 merupakan waktu pertama dari awal pengukuran dan t_2 merupakan waktu akhir pengukuran, maka akan didapat persamaan untuk perhitungan sebagai berikut.

$$F_{p1} - C t_1 = 2 c_p t_1^{0.5} \quad \dots \dots \dots (3.1)$$

$$F_{p2} - C t_2 = 2 c_p t_2^{0.5} \quad \dots \dots \dots (3.2)$$

Jika persamaan (3.1) dikalikan dengan t_2 dan persamaan(3.2) dikalikan dengan t_1 , maka akan diperoleh:

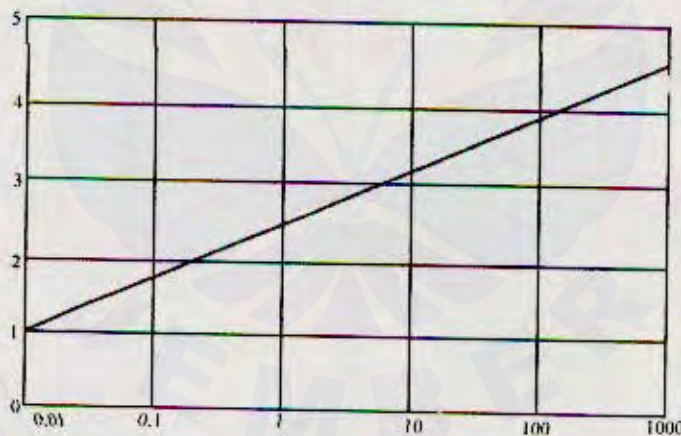
$$\begin{aligned} F_p 1 t_2 - C t_1 t_2 &= 2 c_p t_1^{0.5} t_2 \\ F_p 2 t_1 - C t_1 t_2 &= 2 c_p t_2^{0.5} t_1 \\ \hline F_p 1 t_2 - F_p 2 t_1 &= 2 c_p (t_1^{0.5} t_2 - t_2^{0.5} t_1) \\ c_p &= \frac{F_p 1 t_2 - F_p 2 t_1}{2 (t_1^{0.5} t_2 - t_2^{0.5} t_1)} \end{aligned}$$

Nilai c_p diperoleh, kemudian selanjutnya nilai C dapat dicari dari persamaan (3.1) atau persamaan (3.2).

Persamaan Kostiakov kumulatif dapat dituliskan dalam bentuk logaritma

$$\log F_k = \log \frac{c_k}{(n+1)} = (n+1) \log t$$

Jika persamaan tersebut digambarkan dalam kertas grafik double logaritma, maka akan diperoleh persamaan garis lurus seperti terlihat pada gambar3.5.



Gambar 3.5. Infiltrasi kumulatif persamaan Kostiakov

Dari persamaan tersebut dan Gambar 3.5 maka dapat diperoleh nilai tangens atau kemiringan dari gambar sebesar $(n+1)$, untuk $t=1$ maka akan diperoleh nilai kecepatan infiltrasi kumulatif sebagai berikut.

$$F_k = \frac{C_k}{(n+1)}$$

Dengan demikian, konstanta n dan c_k dapat dicari dan selanjutnya persamaan kecepatan infiltrasinya dapat diketahui.

Untuk mengetahui dan menentukan laju infiltrasi dengan cara rainfall simulator menggunakan analisa regresi. Dengan mencari koefisien korelasi (R^2) terbesar yang menunjukkan hubungan antara laju infiltrasi terhadap waktu.

Setelah laju infiltrasi diketahui berdasarkan variabel waktu, maka dengan analisa grafik dapat diketahui dan ditentukan hubungan antara laju infiltrasi dengan intensitas hujan pada tekstur tanah yang berbeda terhadap konduktivitas hidrolik tanah jenuh dan laju infiltrasi dengan penggenangan air terhadap konduktivitas hidrolik tanah jenuh. Sehingga dapat diketahui laju infiltrasi jenis pertama yang dipengaruhi oleh penggenangan dan laju infiltrasi jenis kedua yang dipengaruhi oleh intensitas hujan.

Kemudian untuk membandingkan hasil laju infiltrasi dari kedua metode pengukuran infiltrasi (pemberian air/hujan/rainfall simulator dan pemberian penggenangan/persamaan Philip dan persamaan Kostiakov) yang digunakan dapat dilakukan pengujian dua nilai tengah dengan asumsi ragam tidak sama menggunakan uji t-student. Untuk menunjukkan adanya perbedaan antara laju infiltrasi dalam penelitian ini sengaja digunakan uji t-student karena pengujian dua nilai tengah disini adalah untuk membandingkan dua variabel (perlakuan) dan jumlah ukuran contoh yang diambil kurang dari 30. Untuk menguji dua nilai tengah adalah sebagai berikut:

$$T_{hitung} = \frac{|\bar{X} - \bar{Y}|}{S_{(\bar{X} - \bar{Y})}}$$

$$S_{(\bar{X} - \bar{Y})} = \sqrt{S_{\bar{X}}^2 + S_{\bar{Y}}^2} = \sqrt{\frac{S_X^2}{n_X} + \frac{S_Y^2}{n_Y}}$$

$$S_X^2 = \frac{JK_X}{db_X} = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n_X}}{n_X - 1}$$

$$S_Y^2 = \frac{JK_Y}{db_Y} = \frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n_Y}}{n_Y - 1}$$

Dimana : X = Laju infiltrasi persamaan Philip atau persamaan Kostiakov

Y = Laju infiltrasi rainfall simulator

n = Jumlah sampel

JK= Jumlah kuadrat simpangan

Db= Derajat bebas

S^2 = Ragam/variansi

S = Simpangan baku

Hipotesis yang diajukan:

$$H_0 : \bar{X} = \bar{Y}$$

Tidak ada perbedaan laju infiltrasi antara metode Rainfall Simulator dan metode penggenangan (persamaan Philip dan persamaan Kostiakov)

$$H_1 : \bar{X} \neq \bar{Y}$$

Terdapat perbedaan laju infiltrasi antara metode Rainfall Simulator dan metode penggenangan (persamaan Philip dan persamaan Kostiakov)

Kriteria uji:

Karena ragam kedua pengamatan tidak sama, maka nilai t_{tabel} diadakan koreksi sebagai berikut:

$$t_{tabel} = \frac{t_x S_x^2 + t_y S_y^2}{S_x^2 + S_y^2}$$

t_x : t dari tabel t dengan derajat bebas $n_x - 1$

t_y : t dari tabel t dengan derajat bebas $n_y - 1$

$t_{0.05} < t_{hitung} < t_{0.01}$ = terima H_1 ; X dan Y berbeda nyata

$t_{hitung} > t_{0.01}$ = terima H_1 ; X dan Y berbeda sangat nyata

$t_{hitung} < t_{0.05}$ = terima H_0 ; X dan Y tidak ada berbeda nyata (Sastrosupadi, 2000).

Untuk mengetahui persamaan Philip atau persamaan Kostiakov yang paling baik digunakan untuk tiap-tiap jenis tekstur, uji t-student digunakan pula. Dengan variabel X adalah persamaan Philip dan variabel Y adalah persamaan Kostiakov.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Konduktivitas jenis pada Silty Clay Loam sebesar 9.04mm/jam dan Clay Loam sebesar 9.570mm/jam adalah Konduktivitas jenis sedang. Sedangkan Silt Loam konduktivitas jenisnya agak lambat (3.477mm/jam).
2. Semakin besar kemampuan meloloskan air pada suatu tekstur, maka waktu mulai terjadinya genangannya lebih lama. Clay Loam waktu genangan terjadi pada menit ke-54, Silty Clay Loam terjadi pada menit ke-51, Silty Clay terjadi pada menit ke-16.3.
3. Pengukuran laju infiltrasi baik dengan Metode Rainfall Simulator ataupun dengan metode penggenangan pada Silty Clay Loam, Clay Loam dan Silty Clay sama baiknya dalam menentukan nilai laju infiltrasi.
4. Untuk menentukan nilai laju infiltrasi pada Clay Loam Persamaan Philip dan Kostiakov dapat digunakan, sedangkan untuk menentukan nilai laju infiltrasi pada Silty Clay Loam dan Silty Clay lebih baik menggunakan persamaan Kostiakov.
5. Laju infiltrasi akhir pada Silty Clay Loam, Clay Loam dan Silty Clay dengan perlakuan intensitas hujan mendekati nilai konduktivitas hidroliknya. Sedangkan dengan perlakuan penggenangan laju infiltrasi akhirnya lebih kecil daripada konduktivitas hidroliknya.
6. Pada Clay Loam pemberian air irigasi laju pemberiannya lebih besar untuk mempercepat terjadinya penggenangan. Pada Silty Clay Loam laju pemberiannya lebih kecil daripada yang diberikan kepada Clay Loam. Pada Silty Clay laju pemberiannya paling kecil untuk mencegah genangan yang berlebihan.

5.2 Saran

Agar pemberian air irigasi suatu tanah pertanian efisien, maka diperlukan data mengenai laju pemberian air yang disalurkan ke setiap petakannya sehingga dapat dilihat apakah telah sesuai dengan sifat fisik tanah dan laju infiltrasinya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arsyad, S., 1982, *Pengawetan Tanah dan Air*, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gardner, et.al, 1992, *Soils Physics*, John Wiley and Sons, inc, U.S.
- GimineZ, et.al, 1992, *Prediction of Saturated Conductivity-Porosity Dependence using Fractals*, Soils Sciences Sosial Publishing, U.S.
- Hansen, E. Vaughn, 1992, *Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi* (Edisi ke-4), Erlangga, Jakarta.
- Harry, D. Foth, 1998, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hermanto, J., 1990, *Usaha Memperkecil Limpasan dengan Pembuatan Saluran Penampung Kaki Teras Bangku*, Fakultas Pertanian, UNEJ.
- Islami, T. dkk, 1995, *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*, IKIP Semarang Press, Semarang.
- Linsley, 1996, *Hidrologi untuk Pertanian*, Erlangga, Jakarta.
- Michael, A. M., 1997, *Irrigation: Theory and Practise*, Vikas Publising House PVT LTD, India.
- Miyazaki, T., 1993, *Water Flows in Soils*, Marcel Dekker, U.S. of America.
- Mohanty, B. P., 1998, *Impact of Saturate Conductivity Hydraulic on the Predicion of Tile Flow*, Soils Science ocial Publishing, U.S.
- Seyhan, E., 1990, *Dasar-Dasar Hidrologi*, Gadjah Mada University press, Yogyakarta.
- Soemarto, C. D., 1995, *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.
- Takeda, K. Sosrodarsono, Suyono, 1999, *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Widodo, S., 1982, *Pengujian Model Infiltrasi dengan Tingkat Intensitas hujan, Kelembaban Tanah, dan Porositas Tanah Olah pada Jenis Tanah Regosol*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Wilson, E. M., 1993, *Hidrologi Teknik* (edisi ke-IV), Institut Teknik Bandung, Bandung.



HASIL ANALISA KIMIA
No : 1019/J25.1.3/T/IIIM/2002

Asal dari : May Dia Dwi Lestari
Kode : JT/T/19
Jenis : Tanah
Status contoh : Disampling oleh pemohon
Tanggal diterima : 18 November 2002

Kode Sampel	Jenis Analisa			Kelas tekstur
	% P	% D	% L	
1-Tegaltwari	55.30	18.77	25.08	Sandy Clay Loam
2-Lampeji	1.4	55.84	42.76	Silty Clay
3-Seputih	16.98	53.67	29.55	Silty Clay Loam
4-Mumbulsari	36.18	34.73	29.09	Clay Loam
5-Sinteng	60.38	25.51	14.10	Sandy Loam

Jember, 28 November 2002
Sekretaris,
Drs. Sugeng Winarso, MSi
NIR: 131.560.601

Lampiran 2

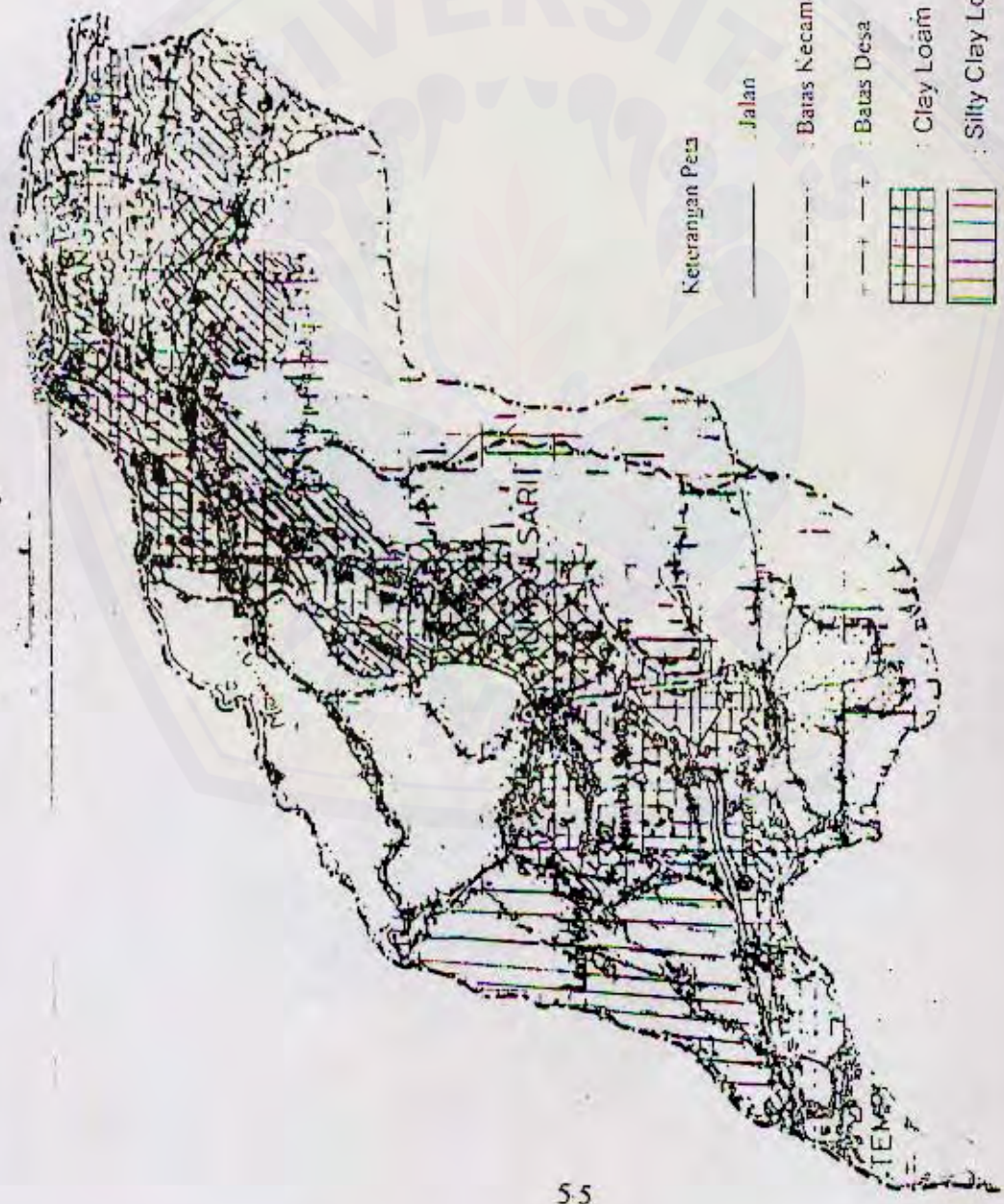
Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Mayang dan Kecamatan Mumbul Sari

Skala 1 : 125.000



Peta Kelas Tekstur Kecamatan Nlayang dan Kecamatan Mumbul Sari
Skala 1 : 125.000

Lampiran 3



- Keterangan Peta
- Jalan
 - - - - - Batas Kecamatan
 - - - - - Batas Desa
 - Clay Loam
 - Silty Clay Loam
 - Sandy Loam
 - Silty Clay

- ⊙ : Kota Kecamatan
- : Desa
- X : Stasiun Pengamat
- : Sungai

Lampiran 4

Perhitungan Persamaan Philip dan Persamaan Kostiakov

Persamaan Philip :

Diketahui : Silty ClayLoam : $F_1 = 0.0099$ mm
 $F_9 = 1.0914$ mm
 $t_1 = 0,03$ jam
 $t_9 = 4$ jam

maka,

$$c_p = \frac{(F_1 \times t_9 - F_9 \times t_1)}{2 \times (t_9 \times t_1^{0.5} - t_1 \times t_9^{0.5})}$$

$$c_p = \frac{(0.0099 \times 4 - 1.0914 \times 0,03)}{2 \times (4 \times 0,03^{0.5} - 0,03 \times 4^{0.5})}$$

$$= 0.00232$$

$$c = (f_1 - 2 \times c_p \times t_1^{0.5}) \times t_1$$

$$= 0.0099 - 2 \times 0.00232 \times 0,03^{0.5}) \times 0,03$$

$$= 0.2717$$

maka,

$$f_p = c_p \times t^{-0.5} + c \text{ mm/jam}$$

$$= 0.00232 \times t^{-0.5} + 0.2717 \text{ mm/jam}$$

Lampiran 4 (lanjutan)

Persamaan Kostiakov :

persamaan Kostiakov dapat ditulis dalam bentuk persamaan logaritma sebagai berikut :

$$\log FK = \log \frac{ck}{(n+1)} + (n+1) \log t$$

$$y = a + bx$$

$$y = -0.5084 + 0.9452x$$

dari pers. Re gresi diperoleh

$$a = -0.5084$$

$$b = 0,9452$$

$$b = n + 1$$

$$n = -0,0548$$

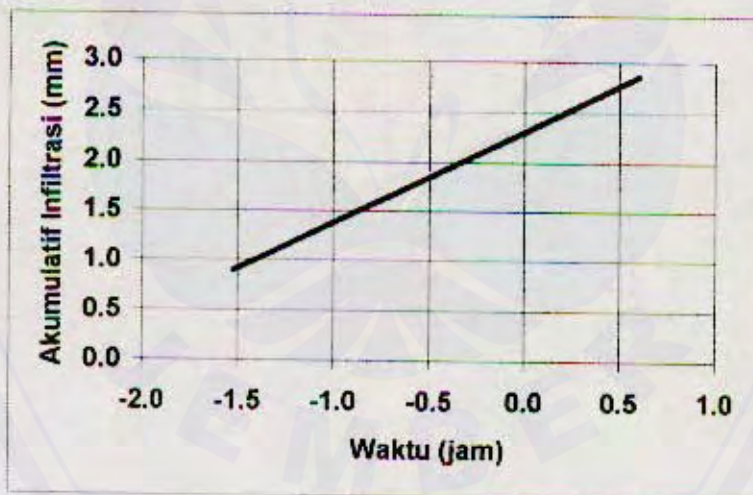
$$ck = \text{anti loga } (n + 1)$$

$$= 0.2932$$

jadi persamaan kostiakov untuk Silty Clay Loam

$$fk = ck \times t^n$$

$$fk = 0.2932 \times t^{-0.0548}$$



Lampiran 5

Tabel Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Persamaan Philip Pada Silty Clay Loam

Waktu (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		rata-rata	
	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)
0.03	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990
0.08	0.02051	0.03042	0.01415	0.02405	0.01839	0.02829	0.01768	0.02759
0.17	0.03254	0.06295	0.02405	0.04810	0.02829	0.05659	0.02829	0.05588
0.33	0.07074	0.13369	0.05447	0.10257	0.05730	0.11368	0.06083	0.11671
0.50	0.05942	0.19311	0.05376	0.15633	0.05800	0.17189	0.05706	0.17377
1.00	0.09196	0.28506	0.08347	0.23979	0.08771	0.25960	0.08771	0.26149
2.00	0.26879	0.55386	0.28082	0.52061	0.28294	0.54254	0.27752	0.53900
3.00	0.26879	0.82265	0.28436	0.80497	0.26950	0.81204	0.27422	0.81322
4.00	0.26879	1.09145	0.26879	1.07376	0.26879	1.08084	0.26879	1.08202
cp =		0.00232		0.00274		0.00257		0.00254
c =		0.27170		0.26707		0.26892		0.26923
fp (mm/jam) =		0.27402		0.26981		0.27149		0.27178

Tabel Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Persamaan Philip Pada Clay Loam

Waktu (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		rata-rata	
	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)
0.03	0.00990	0.00990	0.02009	0.02009	0.00849	0.00849	0.01283	0.01283
0.08	0.01981	0.02971	0.02462	0.04470	0.01981	0.02829	0.02141	0.03424
0.17	0.02759	0.05730	0.02051	0.06522	0.02971	0.05800	0.02594	0.06017
0.33	0.05022	0.10752	0.03112	0.09634	0.03749	0.09549	0.03961	0.09978
0.50	0.05447	0.16198	0.05800	0.15434	0.04244	0.13793	0.05164	0.15142
1.00	0.13440	0.29638	0.14854	0.30289	0.14006	0.27799	0.14100	0.29242
2.00	0.19099	0.48737	0.23626	0.53914	0.23484	0.51283	0.22069	0.51311
3.00	0.26738	0.75475	0.23696	0.77611	0.23555	0.74838	0.24663	0.75974
4.00	0.22635	0.98110	0.23626	1.01236	0.23626	0.98464	0.23296	0.99270
cp =		0.00496		0.03344		0.00081		0.01307
c =		0.24280		0.23637		0.24575		0.24164
fp (mm/jam) =		0.24775		0.26981		0.24657		0.25471

Tabel Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Persamaan Philip Pada Silty Clay

Waktu (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		rata-rata	
	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)
0.03	0.0071	0.0071	0.0071	0.0071	0.0085	0.0085	0.0075	0.0075
0.08	0.0099	0.0170	0.0085	0.0156	0.0099	0.0184	0.0094	0.0170
0.17	0.0141	0.0311	0.0113	0.0269	0.0198	0.0382	0.0151	0.0321
0.33	0.0566	0.0877	0.0141	0.0410	0.0566	0.0948	0.0424	0.0745
0.50	0.0637	0.1514	0.0495	0.0905	0.0495	0.1443	0.0542	0.1287
1.00	0.0849	0.2363	0.0707	0.1613	0.1033	0.2476	0.0863	0.2150
2.00	0.1132	0.3494	0.1103	0.2716	0.1103	0.3579	0.1113	0.3263
3.00	0.1203	0.4697	0.1132	0.3848	0.1132	0.4711	0.1155	0.4419
4.00	0.1132	0.5829	0.1146	0.4994	0.1203	0.5913	0.1160	0.5579
cp =		0.0064		0.0084		0.0102		0.0083
c =		0.1425		0.1207		0.1427		0.1353
fp (mm/jam) =		0.1489		0.1290		0.1529		0.1436

Tabel Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Persamaan Kostiakov Pada Silty Clay Loam

Waktu (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		rata-rata	
	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)
0.03	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990	0.00990
0.08	0.02051	0.03042	0.01415	0.02405	0.01839	0.02829	0.01768	0.02759
0.17	0.03254	0.06295	0.02405	0.04810	0.02829	0.05659	0.02829	0.05588
0.33	0.07074	0.13369	0.05447	0.10257	0.05730	0.11388	0.06083	0.11671
0.50	0.05942	0.19311	0.05376	0.15633	0.05800	0.17189	0.05706	0.17377
1.00	0.09196	0.28506	0.08347	0.23979	0.08771	0.25960	0.08771	0.26149
2.00	0.26879	0.55386	0.28082	0.52061	0.28294	0.54254	0.27752	0.53900
3.00	0.26879	0.82265	0.28436	0.80497	0.26950	0.81204	0.27422	0.81322
4.00	0.26879	1.09145	0.26879	1.07376	0.26879	1.08084	0.26879	1.08202

b=	0.9452	0.9699	0.9531	0.9554
a=	-0.5084	-0.5614	-0.5347	-0.5339
n=	-0.0548	-0.0301	-0.0469	-0.0446
ck=	0.2932	0.2662	0.2783	0.2794
fp (mm/jam) =	0.2932	0.2662	0.2783	0.2794

Tabel Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Persamaan Kostiakov Pada Clay Loam

Waktu (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		rata-rata	
	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)
0.03	0.0099	0.0099	0.0201	0.0201	0.0085	0.0085	0.0128	0.0128
0.08	0.0198	0.0297	0.0246	0.0447	0.0198	0.0283	0.0214	0.0342
0.17	0.0276	0.0573	0.0205	0.0652	0.0297	0.0580	0.0259	0.0602
0.33	0.0502	0.1075	0.0311	0.0963	0.0375	0.0955	0.0396	0.0998
0.50	0.0545	0.1620	0.0580	0.1543	0.0424	0.1379	0.0516	0.1514
1.00	0.1344	0.2964	0.1485	0.3029	0.1401	0.2780	0.1410	0.2924
2.00	0.1910	0.4874	0.2363	0.5391	0.2348	0.5128	0.2207	0.5131
3.00	0.2674	0.7547	0.2370	0.7761	0.2355	0.7484	0.2466	0.7597
4.00	0.2264	0.9811	0.2363	1.0124	0.2363	0.9846	0.2330	0.9927

b=	0.9317	0.8187	0.9571	0.8915
a=	-0.5508	-0.5239	-0.5667	-0.5455
n=	-0.0683	-0.1813	-0.0429	-0.1085
ck=	0.2621	0.2451	0.2596	0.2539
fp (mm/jam) =	0.2621	0.2451	0.2596	0.2539

Tabel Hasil Laju Infiltrasi Terhadap Waktu Persamaan Kostiakov Pada Silty Clay

Waktu (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		rata-rata	
	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)	Penambahan (mm)	Akumulatif Infiltrasi (mm)
0.03	0.0071	0.0071	0.0071	0.0071	0.0085	0.0085	0.0075	0.0075
0.08	0.0099	0.0170	0.0085	0.0156	0.0099	0.0184	0.0094	0.0170
0.17	0.0141	0.0311	0.0113	0.0269	0.0198	0.0382	0.0151	0.0321
0.33	0.0566	0.0877	0.0141	0.0410	0.0566	0.0948	0.0424	0.0745
0.50	0.0637	0.1514	0.0495	0.0905	0.0495	0.1443	0.0542	0.1287
1.00	0.0849	0.2363	0.0707	0.1613	0.1033	0.2476	0.0863	0.2150
2.00	0.1132	0.3494	0.1103	0.2716	0.1103	0.3579	0.1113	0.3263
3.00	0.1203	0.4697	0.1132	0.3848	0.1132	0.4711	0.1155	0.4419
4.00	0.1132	0.5829	0.1146	0.4994	0.1203	0.5913	0.1160	0.5579

b=	0.9360	0.9048	0.8999	0.9129
a=	-0.7103	-0.8402	-0.6930	-0.7413
n=	-0.0640	-0.0952	-0.1001	-0.0871
ck=	0.1824	0.1307	0.1825	0.1656
fp (mm/jam) =	0.1824	0.1307	0.1825	0.1656

Lampiran 7

Data Percobaan Rainfall Simulator

Tabel Drainase Pada Waktu Pertama (t1)

Tekstur Tanah	Ulangan I		Ulangan II		Ulangan III		Akumulatif Drainase (cm)			Rerata	
	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	ul. I	ul. II	ul. III	Waktu (menit)	Akm. Drain. (cm)
Silty Clay Loam	15	12	11	12	16	12	0.273	0.273	0.273	14	0.273
Clay Loam	17	11	13	10	18	12	0.251	0.250	0.273	16	0.251
Silt Loam	19	2	15	1	19	3	0.046	0.023	0.068	17.667	0.046

Tabel Drainase Pada Waktu kedua(t2)

Tekstur Tanah	Ulangan I		Ulangan II		Ulangan III		Akumulatif Drainase (cm)			Rerata	
	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	ul. I	ul. II	ul. III	Waktu (menit)	Akm. Drain. (cm)
Silty Clay Loam	30	20	22	20	32	20	0.456	0.456	0.456	28	0.456
Clay Loam	34	24	26	20	36	28	0.547	0.456	0.638	32	0.547
Silt Loam	38	3	30	2	38	5	0.068	0.046	0.114	35.333	0.076

Tabel Drainase Pada Waktu ketiga(t3)

Tekstur Tanah	Ulangan I		Ulangan II		Ulangan III		Akumulatif Drainase (cm)			Rerata	
	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	t1 (menit)	Akm. Drain. (cm ³)	ul. I	ul. II	ul. III	Waktu (menit)	Akm. Drain. (cm)
Silty Clay Loam	60	24	49	24	64	26	0.547	0.547	0.592	57.67	0.562
Clay Loam	68	46	52	36	72	44	1.048	0.820	1.003	64.00	0.957
Silt Loam	70	6	60	5	76	8	0.137	0.114	0.182	68.67	0.144

Tabel Genangan Pada Waktu Pertama (t1)

Tekstur Tanah	Akm. Genangan (cm ³)			Akm. Genangan (cm)			Rerata	
	ul. I	ul. II	ul. III	ul. I	ul. II	ul. III	Ak. Genangan (cm)	(mm)
Silty Clay Loam	8	10	6	0.182	0.228	0.137	0.182	1.623
Clay Loam	2	2	3	0.046	0.046	0.068	0.053	0.532
Silt Loam	8	6	6	0.182	0.137	0.137	0.152	1.519

Tabel Genangan Pada Waktu kedua (t2)

Tekstur Tanah	Akm. Genangan (cm ³)			Akm. Genangan (cm)			Rerata	
	ul. I	ul. II	ul. III	ul. I	ul. II	ul. III	Ak. Genangan (cm)	(mm)
Silty Clay Loam	10	10	12	0.228	0.228	0.273	0.243	2.431
Clay Loam	6	6	6	0.137	0.137	0.137	0.137	1.367
Silt Loam	20	14	12	0.456	0.319	0.273	0.349	3.494

Tabel Genangan Pada Waktu Ketiga (t3)

Tekstur Tanah	Akm. Genangan (cm ³)			Akm. Genangan (cm)			Rerata	
	ul. I	ul. II	ul. III	ul. I	ul. II	ul. III	Ak. Genangan (cm)	(mm)
Silty Clay Loam	18	20	20	0.410	0.456	0.456	0.441	4.405
Clay Loam	8	10	8	0.182	0.228	0.182	0.197	1.975
Silt Loam	42	40	38	0.957	0.911	0.866	0.911	9.115

Tabel Waktu Mulainya Genangan

Tekstur Tanah	Waktu mulai genangan			
	ul.1 (menit)	ul.2 (menit)	ul.3 (menit)	Rerata (menit)
Silty Clay Loam	49	50	54	51.0
Clay Loam	55	52	55	54.0
Silt Loam	15	18	16	16.3

Keterangan : Akm. = Akumulatif
 Akm. Drain. = Akumulatif drainase
 ul. = ulangan

Tabel Hasil Percobaan Laju Infiltrasi Silty Clay Loam

No.	t (menit)	genangan (mm)	D (mm)	CH (mm)	F (mm)	fp (mm/jam)
1	51.0			16.83	16.830	19.800
2	65.0	1.823	2.734	21.45	16.893	* 15.593
3	79.0	2.431	4.557	26.07	19.082	14.493
4	108.7	4.405	5.621	35.86	25.834	14.264

Tabel Hasil Percobaan Laju Infiltrasi Clay Loam

No.	t (menit)	genangan (mm)	D (mm)	CH (mm)	F (mm)	fp (mm/jam)
1	54.0			17.82	17.820	19.800
2	70.0	0.532	2.507	23.80	20.762	17.796
3	86.0	1.367	5.469	29.24	22.404	15.631
4	118.0	1.975	9.570	40.12	28.575	14.529

Tabel Hasil Percobaan Laju infiltrasi Silt Loam

No.	t (menit)	genangan (mm)	D (mm)	CH (mm)	F (mm)	fp (mm/jam)
1	16.3			5.39	5.39	19.800
2	34.0	1.519	0.456	11.22	9.25	16.315
3	51.7	3.494	0.760	17.05	12.80	14.860
4	85.0	9.115	1.443	28.05	17.49	12.347

Keterangan : t = Waktu

D = Drainase

CH = Curah Hujan

F = Akumulatif Infiltrasi

fp = Laju Infiltrasi



Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

Lampiran 11

Tabel hasil laju infiltrasi terhadap waktu dari percobaan rainfall simulator dan di lapang pada berbagai jenis tanah

Waktu (jam)	silty clay loam			Clay Loam			Silty clay		
	Laju Infiltrasi (mm/jam)			Laju Infiltrasi (mm/jam)			Laju Infiltrasi (mm/jam)		
	Percobaan Rainfall Simulator	Percobaan di lapang		Percobaan Rainfall Simulator	Percobaan di lapang		Percobaan Rainfall Simulator	Percobaan di lapang	
	Pers. Philip	Pers. Kostiakov		Pers. Philip	Pers. Kostiakov		Pers. Philip	Pers. Kostiakov	
0.03	70.4922	0.2832	0.3252	75.4483	0.3132	0.3672	35.9884	0.1808	0.2227
0.08	48.2385	0.2780	0.3122	51.8813	0.2869	0.3325	27.8419	0.1641	0.2056
0.17	36.2049	0.2755	0.3027	39.0823	0.2737	0.3084	22.9288	0.1557	0.1936
0.33	27.1732	0.2736	0.2935	29.4408	0.2643	0.2860	18.8826	0.1497	0.1822
0.67	20.3946	0.2723	0.2845	22.1778	0.2576	0.2653	15.5505	0.1455	0.1716
1.00	17.2430	0.2718	0.2794	18.7910	0.2547	0.2539	13.8810	0.1436	0.1656
1.33	15.3069	0.2714	0.2759	16.7066	0.2530	0.2461	12.8064	0.1425	0.1615
1.67	13.9562	0.2712	0.2731	15.2504	0.2518	0.2402	12.0304	0.1417	0.1584
2.00	12.9416	0.2710	0.2709	14.1553	0.2509	0.2355	11.4315	0.1412	0.1559
2.33	12.1414	0.2709	0.2690	13.2910	0.2502	0.2316	10.9484	0.1408	0.1538
2.67	11.4885	0.2708	0.2675	12.5851	0.2496	0.2283	10.5465	0.1404	0.1521
3.00	10.9417	0.2707	0.2660	11.9936	0.2492	0.2254	10.2042	0.1401	0.1505
3.33	10.4747	0.2706	0.2648	11.4881	0.2488	0.2228	9.9075	0.1399	0.1491
3.67	10.0694	0.2706	0.2637	11.0492	0.2485	0.2205	9.6465	0.1397	0.1479
4.00	9.7131	0.2705	0.2627	10.6632	0.2482	0.2183	9.4142	0.1395	0.1468

Lampiran 9

Hasil Pengukuran Berat Volume dan Porositas Pada Berbagai Jenis Tanah

Tabel Berat Volume Silty Clay loam

Ulangan	Berat Pipa	Berat Tanah+ Pipa	Berat Tanah Kering+ Pipa	Kerapatan Massa
1	41.8	743.6	499.5	1.14
2	41.8	799.4	531.3	1.21
3	41.7	711.7	487.4	1.11
rerata				1.15

Tabel Berat Volume Clay loam

Ulangan	Berat Pipa	Berat Tanah+ Pipa	Berat Tanah Kering+ Pipa	Kerapatan Massa
1	41.8	729.1	453.2	1.03
2	41.8	670.4	429.8	0.98
3	41.7	667.3	422.5	0.96
rerata				0.99

Tabel Berat Volume Silt loam

Ulangan	Berat Pipa	Berat Tanah+ Pipa	Berat Tanah Kering+ Pipa	Kerapatan Massa
1	41.8	802.9	567.2	1.29
2	41.8	800.5	521.3	1.19
3	41.7	800.9	554.3	1.26
rerata				1.25

Tabel Porositas Silty Clay Loam

Ulangan	Berat Pipa	Berat Tanah+ Pipa	Berat Tanah Kering+ Pipa	Porositas
1	43.8	809.2	572.1	54.03
2	43.2	806.7	562.3	55.69
3	42.2	805.6	554.5	57.22
rerata				55.65

Tabel Porositas Clay Loam

Ulangan	Berat Pipa	Berat Tanah+ Pipa	Berat Tanah Kering+ Pipa	Porositas
1	43.8	799.5	534.6	60.36
2	43.2	729.1	453.2	62.87
3	42.2	742.2	472.1	61.55
rerata				61.59

Tabel Porositas Silt Loam

Ulangan	Berat Pipa	Berat Tanah+ Pipa	Berat Tanah Kering+ Pipa	Porositas
1	43.8	800.3	577.2	50.84
2	43.2	800.1	566.2	53.30
3	42.2	801.1	581.5	50.04
rerata				51.39

Tabel Kadar Air Awal Silty Clay Loam

ulangan 1	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	3.85	19.03	15.26	33.04
	2	3.82	20.92	16.69	32.87
	3	3.84	21.34	16.95	33.49
rata-rata					33.13
ulangan 2	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	3.85	15.07	12.39	31.38
	2	3.82	14.32	11.79	31.74
	3	3.84	13.24	10.96	32.02
rata-rata					31.72
ulangan 3	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	3.85	14.08	11.47	34.25
	2	3.82	14.37	11.75	33.04
	3	3.84	16.53	13.32	33.86
rata-rata					33.72

Tabel Kadar Air Awal Silty Clay Loam

ulangan 1	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	11.28	25.37	21.89	32.80
	2	13.10	22.31	20.16	30.45
	3	11.21	18.62	16.85	31.38
rata-rata					31.55
ulangan 2	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	11.28	19.27	17.38	30.98
	2	13.10	24.59	21.72	33.29
	3	11.21	26.67	22.85	32.82
rata-rata					32.37
ulangan 3	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	11.28	21.02	18.61	32.88
	2	13.10	24.98	22.02	33.18
	3	11.21	20.13	17.92	32.94
rata-rata					32.99

Tabel Kadar Air Awal Silt Loam

ulangan 1	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	12.36	18.27	16.74	34.93
	2	11.76	19.14	17.22	35.16
	3	13.09	25.16	21.98	35.77
rata-rata					35.29
ulangan 2	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	12.36	21.32	19.13	32.35
	2	11.76	19.41	17.53	32.58
	3	13.09	22.08	19.84	33.19
rata-rata					32.71
ulangan 3	No	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan+ Tanah basah (gr)	Berat cawan + Tanah Kering (gr)	Kadar Air (%vol)
	1	12.36	24.63	21.41	35.58
	2	11.76	17.65	16.12	35.09
	3	13.09	27.6	23.78	35.73
rata-rata					35.47

Lampiran 11

Hasil Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Pada Berbagai Jenis Tanah

tekstur tanah	Volume (cm ³)				Konduktivitas Hidrolik	
	ulangan I	ulangan II	ulangan III	Rerata	(cm/ jam)	(mm/jam)
Silty Clay Loam	8	9	9	8.7	0.904	9.044
Clay Loam	10	10	10	10.0	0.957	9.570
Silty Clay	2	3	3	2.7	0.348	3.477

Perhitungan Konduktivitas Hidrolik

Diketahui: Panjang kolom tanah (L) : 7 cm
 Waktu (t) : 1 menit
 Luas kolom Tanah (A) : 43.885 cm²
 Gradien Hidrolik (H) : 9 cm
 Volume (V) : x cm³
 Rumus : $K_s = (V \times L) / (t \times A \times H)$



Lampiran 12

Hasil Perhitungan Uji t-student Silty Clay Loam

Hasil uji t-student antara persamaan Philip dan Rainfall Simulator

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.274	18.034	0.075	325.225
2	0.270	17.107	0.073	292.649
3	0.271	16.852	0.073	283.990
jumlah	0.815	51.993	0.222	901.865
rata-rata	0.272	17.331		
JK X	8.982			
JK Y		0.774		
Sx ²			4.5E-06	
Sy ²				0.387
$S_{(x-y)}$	0.359			
t-hitung	-47.502			
t-tabel (0.05) = 2.776		t-tabel (0.01) = 4.604		

Hasil uji t-student antara persamaan Kostiakov dan Rainfall Simulator

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.293	18.034	0.086	325.225
2	0.266	17.107	0.071	292.649
3	0.278	16.852	0.077	283.990
jumlah	0.838	51.993	0.234	901.865
rata-rata	0.279	17.331		
JK X	0.0004			
JK Y		0.774		
Sx ²			0.0002	
Sy ²				0.387
$S_{(x-y)}$	0.359			
t-hit	-47.470			
t-tabel (0.05) = 2.775		t-tabel (0.01) = 4.603		

Keterangan :

X = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Philip/Kostiakov

Y = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 Rainfall Simulator

Jumlah sampel (No.) = 3

JK = Jumlah Kuadrat Simpangan

Sx² = Ragam/variansi Persamaan Philip/kostiakov

Sy² = Ragam/variansi Rainfall Simulator

$S_{(x-y)}$ = Simpangan Baku variabel X dan variabel Y

Lampiran 12 (lanjutan)

Hasil Perhitungan Uji t-student Silty Clay Loam Persamaan Philip dan Persamaan Kostiakov

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.293	0.274	0.086	0.075
2	0.266	0.270	0.071	0.073
3	0.278	0.271	0.077	0.073
jumlah	0.838	0.815	0.234	0.222
rata-rata	0.279	0.272		
JK X	0.0004			
JK Y				
Sx ²			0.0002	
Sy ²				4.5E-06
S _(y-x)	0.008			
t-hit	0.944			
t-tabel (0.05) = 0.067		t-tabel (0.01) = 0.111		

Keterangan :

X = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Kostiakov

Y = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Philip

Jumlah sampel (No.) = 3

JK = Jumlah Kuadrat Simpangan

Sx² = Ragam/variansi Persamaan Kostiakov

Sy² = Ragam/variansi Philip

S_(y-x) = Simpangan Baku variabel X dan variabel Y

Lampiran 13

Hasil Perhitungan Uji t-student Clay Loam

Hasil uji t-student antara persamaan Philip dan Rainfall Simulator

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.248	18.802	0.061	353.515
2	0.270	18.353	0.072	336.833
3	0.247	18.263	0.061	333.537
jumlah	0.764	55.418	0.195	1023.880
rata-rata	0.255	18.473		
JK X	0.0003			
JK Y		0.167		
Sx ²			0.0002	
Sy ²				0.083
S _(x-\bar{x})	0.167			
t-hit	-109.171			

t-tabel (0.05) = 2.771 t-tabel (0.01) = 4.595

Hasil uji t-student antara persamaan Kostiakov dan Rainfall Simulator

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.262	18.802	0.069	353.515
2	0.245	18.353	0.060	336.833
3	0.260	18.263	0.067	333.537
jumlah	0.769	55.418	0.196	1023.880
rata-rata	0.256	18.473		
JK X	0.0001			
JK Y		0.167		
Sx ²			8.4E-05	
Sy ²				0.083
S _(x-\bar{x})	0.167			
t-hit	-109.223			

t-tabel (0.05) = 2.773 t-tabel (0.01) = 4.600

Dimana:

X = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Philip/Kostiakov

Y = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 Rainfall Simulator

Jumlah sampel (No.) = 3

JK = Jumlah Kuadrat Simpangan

Sx² = Ragam/variansi Persamaan Philip/kostiakov

Sy² = Ragam/variansi Rainfall Simulator

S_(x- \bar{x}) = Simpangan Baku variabel X dan variabel Y

Lampiran 13 (lanjutan)

Hasil Perhitungan Uji t-student Clay Loam Persamaan Philip dan Persamaan Kostiakov

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.262	0.248	0.069	0.061
2	0.245	0.270	0.060	0.072
3	0.260	0.247	0.067	0.061
jumlah	0.769	0.764	0.196	0.195
rata-rata	0.256	0.255		
JK X	0.0001			
JK Y		0.0003		
Sx ²			8.4E-05	
Sy ²				0.0002
$S_{(\bar{x}-\bar{y})}$	0.009			
t-hit	0.096			
t-tabel (0.05) = 1.861		t-tabel (0.01) = 3.087		

Keterangan :

X = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Kostiakov

Y = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Philip

Jumlah sampel (No.) = 3

JK = Jumlah Kuadrat Simpangan

Sx² = Ragam/variansi Persamaan Kostiakov

Sy² = Ragam/variansi Philip

$S_{(\bar{x}-\bar{y})}$ = Simpangan Baku variabel X dan variabel Y

Lampiran 14

Hasil Perhitungan Uji t-student Silty Clay

Hasil uji t-student antara persamaan Philip dan Rainfall Simulator

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.149	13.534	0.022	183.169
2	0.129	14.292	0.017	204.261
3	0.190	19.114	0.025	365.345
jumlah	0.437	46.94	0.064	752.775
rata-rata	0.146	15.647		
JK X	0.0001			
JK Y		18.321		
Sx ²			0.0002	
Sy ²				9.160
$S_{(\bar{X}-\bar{Y})}$	1.747			
t-hit	-8.871			
t-tabel (0.05) = 2.777		t-tabel (0.01) = 4.604		

Hasil uji t-student antara persamaan Kostiakov dan Rainfall Simulator

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.182	13.534	0.033	183.169
2	0.131	14.292	0.017	204.261
3	0.183	19.114	0.033	365.345
jumlah	0.496	46.94	0.084	752.775
rata-rata	0.165	15.647		
JK X	0.002			
JK Y		18.321		
Sx ²			0.001	
Sy ²				9.160
$S_{(\bar{X}-\bar{Y})}$	1.748			
t-hit	-8.859			
t-tabel (0.05) = 2.778		t-tabel (0.01) = 4.608		

Dimana:

X = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Philip/Kostiakov

Y = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 Rainfall Simulator

Jumlah sampel (No.) = 3

JK = Jumlah Kuadrat Simpangan

Sx² = Ragam/variansi Persamaan Philip/kostiakov

Sy² = Ragam/variansi Rainfall Simulator

$S_{(\bar{X}-\bar{Y})}$ = Simpangan Baku variabel X dan variabel Y

Lampiran 14 (Lanjutan)

Hasil Perhitungan Uji t-student Silty Clay Persamaan Philip dan Persamaan Kostiakov

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.182	0.149	0.033	0.022
2	0.131	0.129	0.017	0.017
3	0.183	0.190	0.033	0.025
jumlah	0.496	0.437	0.084	0.064
rata-rata	0.165	0.146		
JK X	0.002	0.0001		
JK Y				
S _x ²			0.001	
S _y ²				0.0002
S _(x-\bar{x})	0.019			
t-hit	1.010			
t-tabel (0.05) = 0.577		t-tabel (0.01) = 0.957		

Keterangan :

X = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Kostiakov

Y = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Philip

Jumlah sampel (No.) = 3

JK = Jumlah Kuadrat Simpangan

S_x² = Ragam/variansi Persamaan Kostiakov

S_y² = Ragam/variansi Philip

S_(x- \bar{x}) = Simpangan Baku variabel X dan variabel Y

Lampiran 14 (Lanjutan)

Hasil Perhitungan Uji t-student Silty Clay Persamaan Philip dan Persamaan Kostiakov

No	X	Y	X ²	Y ²
1	0.182	0.149	0.033	0.022
2	0.131	0.129	0.017	0.017
3	0.183	0.190	0.033	0.025
jumlah	0.496	0.437	0.084	0.064
rata-rata	0.165	0.146		
JK X	0.002	0.0001		
JK Y				
Sx ²			0.001	
Sy ²				0.0002
S _(x-\bar{x})	0.019			
t-hit	1.010			
t-tabel (0.05) = 0.577		t-tabel (0.01) = 0.957		

Keterangan :

X = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Kostiakov

Y = Laju Infiltrasi pada menit ke-60 persamaan Philip

Jumlah sampel (No.) = 3

JK = Jumlah Kuadrat Simpangan

Sx² = Ragam/variansi Persamaan Kostiakov

Sy² = Ragam/variansi Philip

S_(x- \bar{x}) = Simpangan Baku variabel X dan variabel Y

Lampiran 16

Data Curah Hujan Maksimum Metode Thiessen Tahun 1993-2002

Tahun 1993

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	63	28.161	58	25.926	44	19.668	35	15.645
Krg Kedawung	46.953	0.276	56	15.446	79	21.789	86	23.720	31	8.550
Seputih	47.188	0.277	52	14.414	91	25.224	30	8.316	46	12.751
Jumlah	170.234			58.020		72.939		51.704		36.946
IH (mm/jam)				10.728		13.486		9.560		6.831

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	4	1.788	13	5.811	10	4.470	8	3.576
Krg Kedawung	46.953	0.276	4	1.103	10	2.758	0	0	0	0
Seputih	47.188	0.277	28	7.761	10	2.772	0	0	0	0
Jumlah	170.234			10.653		11.341		4.470		3.576
IH (mm/jam)				1.970		2.097		5.425		0.661

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	19	8.493	14	6.258	12	5.364	38	16.986
Krg Kedawung	46.953	0.276	44	12.136	0	0	45	12.412	81	22.341
Seputih	47.188	0.277	30	8.316	25	6.930	40	11.088	54	14.968
Jumlah	170.234			28.944		13.188		28.863		54.295
IH (mm/jam)				5.352		2.438		5.337		10.039

Tahun 1994

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	92	41.123	57	25.479	65	29.055	34	15.198
Krg Kedawung	46.953	0.276	60	16.549	72	19.859	71	19.583	23	6.344
Seputih	47.188	0.277	93	25.779	89	24.670	112	31.046	25	6.930
Jumlah	170.234			83.451		70.007		79.683		28.471
IH (mm/jam)				15,430		12,944		14,733		5,264

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	4	1.788	0	0	10	4.470	0	0
Krg Kedawung	46.953	0.276	23	6.344	0	0	0	0	0	0
Seputih	47.188	0.277	1	0.277	4	1.109	0	0	6	1.663
Jumlah	170.234			8.409		1.109		4.470		1.663
IH (mm/jam)				1,555		0,205		0,826		0,308

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	0	0	8	3.576	24	10.728	45	20.115
Krg Kedawung	46.953	0.276	0	0	4	1.103	32	8.826	98	27.030
Seputih	47.188	0.277	0	0	10	2.772	46	12.751	98	27.165
Jumlah	170.234			0		7.451		32.305		74.309
IH (mm/jam)				0		1,378		5,973		13,739

Tahun 1995

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	58	25.926	68	30.396	79	35.312	8	3.576
Krg Kedawang	46.953	0.276	91	25.099	77	21.238	115	31.719	76	20.962
Seputih	47.188	0.277	97	26.888	82	22.730	83	23.007	46	12.751
Jumlah	170.234			77.912		74.363		90.038		37.289
IH (mm/jam)				14,406		13,749		16,647		6,894

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	18	8.046	31	13.857	30	0	0	0
Krg Kedawang	46.953	0.276	0	0	34	9.378	41	11.308	0	0
Seputih	47.188	0.277	13	3.603	31	8.593	45	12.474	0	0
Jumlah	170.234			11.649		31.827		23.782		0
IH (mm/jam)				2,154		5,885		4,397		0

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	0	0	24	10.728	36	16.092	48	21.456
Krg Kedawang	46.953	0.276	42	11.584	19	5.240	46	12.687	102	28.133
Seputih	47.188	0.277	2	0.554	32	8.870	58	16.077	89	24.670
Jumlah	170.234			12.139		24.838		44.856		74.259
IH (mm/jam)				2,244		4,592		8,294		13,730

Tahun 1996

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	69	30.843	87	38.888	30	13.410	46	20.562
Krg Kedawung	46.953	0.276	86	23.720	94	25.927	71	19.583	28	7.723
Seputih	47.188	0.277	73	20.235	78	21.621	59	16.354	12	3.326
Jumlah	170.234			74.798		86.436		49.347		31.611
IH (mm/jam)				13,830		15,981		9,124		5,845

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	10	4.470	4	1.788	8	3.576	28	12.516
Krg Kedawung	46.953	0.276	33	9.102	0	0	18	4.965	25	6.895
Seputih	47.188	0.277	8	2.218	12	3.326	4	1.109	8	2.218
Jumlah	170.234			15.789		5.114		9.649		21.629
IH (mm/jam)				2,919		0,946		1,784		3,999

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	0	0	21	9.387	24	10.728	37	16.539
Krg Kedawung	46.953	0.276	7	1.931	24	6.620	42	11.584	81	22.341
Seputih	47.188	0.277	5	1.386	24	6.653	56	15.523	78	21.621
Jumlah	170.234			3,317		22,659		37,835		60,501
IH (mm/jam)				0,613		4,190		6,995		11,186

Tahun 1997

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	72	32.184	63	28.161	0	0	29	12.963
Krg Kedawung	46.953	0.276	99	27.306	56	15.446	24	6.620	30	8.274
Seputih	47.188	0.277	86	23.839	43	11.919	10	2.772	71	19.681
Jumlah	170.234		83.328	55.525	9.391	40.918				
IH (mm/jam)			15,407	10,266	1,736	7,565				

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	1	0.447	0	0	0	0	0	0
Krg Kedawung	46.953	0.276	19	5.240	23	6.344	28	7.723	0	0
Seputih	47.188	0.277	15	4.158	21	5.821	26	7.207	0	0
Jumlah	170.234		9.845	12.165	14.930	0	0	0		
IH (mm/jam)			1,820	2,249	2,760					

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	0	0	11	4.917	9	4.023	67	29.949
Krg Kedawung	46.953	0.276	0	0	0	0	32	8.826	58	15.997
Seputih	47.188	0.277	0	0	16	4.435	24	6.653	56	15.523
Jumlah	170.234		0	9.352	19.502	61.469				
IH (mm/jam)			0	1,729	3,606	11,365				

Tahun 1998

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	66	29.502	52	23.244	39	17.433	40	17.880
Krg Kedawung	46.953	0.276	56	15.446	49	13.515	21	5.792	70	19.307
Seputih	47.188	0.277	60	16.632	76	21.067	38	10.533	39	10.810
Jumlah	170.234			61.579		57.825		33.758		47.997
IH (mm/jam)				11,386		10,692		6,242		8,874

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	21	9.387	69	30.843	39	17.433	0	0
Krg Kedawung	46.953	0.276	32	8.826	47	12.963	34	9.378	0	0
Seputih	47.188	0.277	32	8.870	87	24.116	22	6.098	1	0
Jumlah	170.234			27.083		67.922		32.909		0.277
IH (mm/jam)				5,007		12,558		6,085		0,051

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	30	13.410	31	13.857	46	20.562	43	19.221
Krg Kedawung	46.953	0.276	38	10.481	35	9.654	35	9.654	68	18.755
Seputih	47.188	0.277	35	9.702	96	26.610	21	5.821	65	18.017
Jumlah	170.234			33.592		50.121		36.036		55.994
IH (mm/jam)				6,211		9,267		6,663		10,353

Tahun 1999

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	72	32.184	95	42.464	32	14.304	38	16.986
Krg Kedawung	46.953	0.276	80	22.065	98	27.030	79	21.789	37	10.205
Seputih	47.188	0.277	114	31.600	100	27.719	92	25.502	58	16.077
Jumlah	170.234			85.849		97.213		61.595		43.268
IH (mm/jam)				15,873		17,974		11,389		8

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	16	7.152	0	0	17	7.599	10	4.470
Krg Kedawung	46.953	0.276	8	2.207	0	0	35	9.654	51	14.067
Seputih	47.188	0.277	41	11.365	31	8.593	10	2.772	12	3.326
Jumlah	170.234			20.723		8.593		20.024		21.863
IH (mm/jam)				3,832		1,589		3,702		4,042

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	4	1.788	36	16.092	31	13.857	29	12.963
Krg Kedawung	46.953	0.276	12	3.310	27	7.447	61	16.825	100	27.581
Seputih	47.188	0.277	19	5.267	11	3.049	43	11.919	56	15.523
Jumlah	170.234			10.364		26.588		42.601		56.067
IH (mm/jam)				1,916		4,916		7,877		10,366

Tahun 2000

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	67	29.949	47	21.009	54	24.138	62	27.714
Krg Kedawung	46.953	0.276	79	21.789	79	21.789	18	4.965	43	11.860
Seputih	47.188	0.277	98	27.165	81	22.453	49	13.582	55	15.246
Jumlah	170.234			78.903		65.251		42.685		54.819
IH (mm/jam)				14,589		12,064		7,892		10,136

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	35	15.645	20	8.940	0	0	0	0
Krg Kedawung	46.953	0.276	39	10.757	7	1.931	0	0	0	0
Seputih	47.188	0.277	41	11.365	32	8.870	0	0	15	4.158
Jumlah	170.234			37.766		19.741		0		4.158
IH (mm/jam)				6,983		3,650		0		0,769

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	6	2.682	30	13.410	52	23.244	49	21.903
Krg Kedawung	46.953	0.276	0	0	89	24.547	74	20.410	75	20.686
Seputih	47.188	0.277	29	8.039	58	16.077	77	21.344	34	9.425
Jumlah	170.234			10.721		54.034		64.998		52.013
IH (mm/jam)				1,982		9,991		12,018		9,617

Tahun 2001

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	63	28.161	99	44.252	46	20.562	47	21.009
Krg Kedawung	46.953	0.276	73	20.134	95	26.202	27	7.447	27	7.447
Seputih	47.188	0.277	62	17.186	119	32.986	49	13.582	34	9.425
Jumlah	170.234			65.481		103.441		41.591		37.880
IH (mm/jam)				12,107		19,126		7,690		7,004

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	21	9.387	31	13.857	30	13.410	0	0
Krg Kedawung	46.953	0.276	20	5.516	31	8.550	30	8.274	0	0
Seputih	47.188	0.277	50	13.860	95	26.333	26	7.207	0	0
Jumlah	170.234			28.763		48.740		28.891		0
IH (mm/jam)				5,318		9,012		5,342		0

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	0	0	41	18.327	52	23.244	20	8.940
Krg Kedawung	46.953	0.276	0	0	42	11.584	37	10.205	60	16.549
Seputih	47.188	0.277	18	4.989	36	9.979	71	19.681	50	13.860
Jumlah	170.234			4.989		39.890		53.129		39.348
IH (mm/jam)				0,923		7,375		9,823		7,275

Tahun 2002

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Januari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Februari	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Maret	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) April	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	56	25.032	61	27.267	51	22.797	47	21.009
Krg Kedawung	46.953	0.276	37	10.205	53	14.618	62	17.100	68	18.755
Seputih	47.188	0.277	86	23.839	97	26.888	34	9.425	69	19.126
Jumlah	170.234			59.075		68.772		49.322		58.890
IH (mm/jam)				10,923		12,716		9,119		10,888

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Mei	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juni	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Juli	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Agt	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	23	10.281	0	0	12	5.364	9	4.023
Krg Kedawung	46.953	0.276	8	2.207	0	0	38	10.481	0	0
Seputih	47.188	0.277	10	2.772	0	0	0	0	0	0
Jumlah	170.234			15.259		0		15.845		4.023
IH (mm/jam)				2,821		0		2,930		0,744

Stasiun pengamat	Luas (km ²)	Ratio Luas	Curah Hujan (mm) Sept	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Okt	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Nov	Curah Hujan x ratio (mm)	Curah Hujan (mm) Des	Curah Hujan x ratio (mm)
Tempurejo	76.094	0.447	0	0	0	0	32	14.304	48	21.456
Krg Kedawung	46.953	0.276	13	3.586	10	2.758	25	6.895	35	9.654
Seputih	47.188	0.277	5	1.386	10	2.772	25	6.930	35	9.702
Jumlah	170.234			4,972		5,530		28,129		40,811
IH (mm/jam)				0,919		1,022		5,201		7,546

Tahun	CII Maks (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$	Z	P(X>x) (%)
1998	67,922	234,77288	-3597,26	55118,304	-1,311367	9,4868
2002	68,772	209,44747	-3031,187	43868,242	-1,238619	10,7749
1993	72,939	106,19921	-1094,415	11278,272	-0,881985	18,8864
2000	78,903	18,846886	-81,81998	355,2051	-0,371552	35,5126
1997	83,328	0,0070057	0,0005864	4,91E-05	0,007164	49,8866
1994	83,451	0,0427249	0,0088312	0,0018254	0,017691	50,7076
1996	86,436	10,186949	32,513685	103,77393	0,273163	60,7634
1995	90,038	46,15436	313,55887	2130,2249	0,581442	71,9490
1999	97,213	195,12458	2725,6367	38073,602	1,195519	88,4049
2001	103,441	407,90669	8238,3691	166387,87	1,728545	95,8069
Jumlah	832,443	1228,6887	3505,406	317315,49		

rata-rata 83,2443

var 136,52097

std 11,684219

koef var 0,1403606

koef skew 0,3052156

koef kurtosis 3,3780183

Januari						
Tahun	CH Maks (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$	Z	P(X>x) (%)
1993	58.020	219.61269	-3254.514	48229.732	-1.373185	8.4822
2002	59.075	189.45422	-2607.693	35892.903	-1.275417	10.1079
1998	61.579	126.80603	-1427.94	16079.769	-1.043446	14.8407
2001	65.481	54.148539	-398.4558	2932.0643	-0.681857	24.7706
1996	74.798	3.8341247	7.5075692	14.700512	0.181440	57.1962
1995	77.912	25.733736	130.5432	662.22516	0.470058	68.0821
2000	78.903	36.762434	222.89811	1351.4766	0.561827	71.2921
1997	83.328	110.00143	1153.7122	12100.314	0.971850	83.4463
1994	83.451	112.60621	1194.9329	12680.158	0.983289	83.7289
1999	85.849	169.23557	2201.5952	28640.678	1.205441	88.5988
Jumlah	728.39522	1048.195	-2777.413	158584.02		
rata-rata	72.839522	243.683				
var	116.46611	24.3683				
std	10.791946	13.87069				
koef var	0.1481606	0.152835				
koef skew	-0.306908	-0.202414				
koef kurtosis	2.319689	2.441627				

Februari						
Tahun	CH Maks (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$	Z	P(X>x) (%)
1997	55.525	386.19637	-7589.484	149147.63	-1.237294	10.7987
1998	57.825	301.09796	-5224.704	90659.979	-1.092503	13.7349
2000	65.251	98.540329	-978.185	9710.1965	-0.624994	20.5952
2002	68.772	41.023294	-262.7519	1682.9106	-0.403259	34.3394
1994	70.007	26.728673	-138.1867	714.42198	-0.325505	37.2408
1993	72.939	5.0081933	-11.20783	25.082	-0.140899	44.3949
1995	74.363	0.663118	-0.539991	0.4397255	-0.051270	47.9592
1996	86.436	126.75686	1427.1092	16067.301	0.708850	76.3844
1999	97.213	485.58815	10700.452	235795.85	1.387403	91.7310
2001	103.441	798.81092	22576.987	638098.88	1.779470	96.2445
Jumlah	751.77339	2270.4139	20499.488	1141902.7		
rata-rata	75.177339					
var	252.26821					
std	15.882953					
koef var	0.2112732					
koef skew	0.7105862					
koef kurtosis	3.5601929					

Maret

Tahun	CH Maks (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$	Z	P(X>x) (%)
1997	9.391	1723.8999	-71576.11	2971830.9	-1.8264	3.3887
1998	33.758	294.23204	-5047.019	86572.493	-0.754549	34.2917
2001	41.591	86.86687	-809.6201	7545.8531	-0.409987	34.0905
2000	42.685	67.677303	-556.7556	4580.2173	-0.361880	35.8704
2002	49.322	2.5269726	-4.01699	6.3855905	-0.069927	47.2129
1996	49.347	2.4472854	-3.828485	5.989206	-0.068815	47.2574
1993	51.704	0.6275476	0.49713	0.393816	0.034847	51.3939
1999	61.595	114.13628	1219.3701	13027.09	0.469953	67.7183
1994	79.683	827.80319	23817.197	685258.12	1.265628	89.7213
1995	90.038	1530.9024	59899.232	2343662.2	1.721140	95.7403
Jumlah	509.1134086	4651.1198	6938.9489	6112489.6		
rata-rata	50.91134086					
var	516.7910895					
std	22.7330396					
koef var	0.446522115					
koef skew	0.082033014					
koef kurtosis	4.541063406					

April

Tahun	CH Maks (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$	Z	P(X>x) (%)
1994	28.471	177.89263	-2372.668	31645.788	-1.377571	8.4164
1996	31.611	104.00207	-1060.628	10816.43	-1.053310	14.6139
1993	36.946	23.649729	-115.011	559.3097	-0.502283	30.7701
1995	37.289	20.432873	-92.36218	417.5023	-0.466874	32.0325
2001	37.880	15.434981	-60.63999	238.23863	-0.405778	34.2462
1997	40.918	0.7940145	-0.707526	0.6304591	-0.092034	46.0231
1999	43.268	2.1288926	3.1062087	4.5321837	0.150700	55.9889
1998	47.997	38.294925	236.98008	1466.5013	0.639154	73.8309
2000	54.819	169.26605	2202.19	28650.995	1.343755	91.0501
2002	58.890	291.77336	4983.8902	85131.696	1.764241	96.1139
Jumlah	418.0895268	843.66953	3724.1502	158931.62		
rata-rata	41.80895268					
var	93.74105863					
std	9.681996624					
koef var	0.231577115					
koef skew	0.569901648					
koef kurtosis	3.588558885					

Mei

Tahun	CH Maks (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$	Z	P(X>x) (%)
1994	8.409	103.73707	-1056.577	10761.381	-1.043061	14.8496
1997	9.845	76.539588	-669.6212	5858.3085	-0.895954	18.5152
1993	10.653	63.06633	-500.8369	3977.3619	-0.813283	20.8048
1995	11.649	48.22829	-334.929	2325.968	-0.711203	23.8527
2002	15.259	11.120568	-37.08433	123.66703	-0.341512	36.6341
1996	15.789	7.8662861	-22.06249	61.878457	-0.287229	38.6953
1999	20.723	4.5336844	9.6533251	20.554295	0.218056	58.6342
1998	27.083	72.063667	611.75079	5193.1721	0.869362	85.1117
2001	28.763	103.40275	1051.473	10692.129	1.041379	86.9362
2000	37.766	367.57981	7047.3765	135114.92	1.963444	97.5207
Jumlah	185.94039	858.13805	6099.143	174129.34		
rata-rata	18.594039					
var	95.348672					
std	9.7646644					
koef var	0.5251503					
koef skew	0.9098386					
koef kurtosis	3.8002495					

Juni

Tahun	CH Maks (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$	Z	P(X>x) (%)
2002	0	426.63615	-8812.243	182018.41	-0.923410	17.7913
1994	1.109	382.06193	-7467.937	145971.32	-0.873841	19.1125
1996	5.114	241.5194	-3753.428	58331.623	-0.694771	24.2016
1999	8.593	145.49718	-1755.019	21169.429	-0.539254	29.4861
1993	11.341	86.754171	-808.045	7526.2863	-0.416400	34.2232
1997	12.165	72.087031	-612.0483	5196.5401	-0.379572	35.2158
2000	19.741	0.8362314	-0.764698	0.6992829	-0.040882	48.3656
1995	31.827	124.81964	1394.5188	15579.941	0.499467	69.1308
2001	48.740	788.77365	22152.798	622163.86	1.255573	89.5403
1998	67.922	2234.1092	105598.22	4991244.1	2.113090	98.2724
Jumlah	206.55173	4503.0946	105936.05	6049202.2		
rata-rata	20.655173					
var	500.34385					
std	22.368367					
koef var	1.0829426					
koef skew	1.3146449					
koef kurtosis	4.7943578					

Juli

Tahun	CH Maks (mm)	$(xi - x)^2$	$(xi - x)^3$	$(xi - x)^4$	Z	P(X>x) (%)
2000	0	240.15751	-3721.72482	57675.63	-1.408369	7.9545
1994	4.470	121.59651	-1340.8545	14785.711	-1.002141	15.8165
1993	4.470	121.59651	-1340.8545	14785.711	-1.002141	15.8165
1996	9.649	34.194887	-199.959369	1169.2903	-0.531434	29.7598
1997	14.930	0.321738	-0.18249608	0.1035153	-0.051549	47.9480
2002	15.845	0.1210039	0.042091964	0.014642	0.031613	51.2645
1999	20.024	20.496449	92.79357908	420.1044	0.411441	65.9633
1995	23.782	68.641494	568.6958878	4711.6547	0.752943	77.4283
2001	28.891	179.40502	2402.989567	32186.161	1.217267	88.8281
1998	32.909	303.16548	5278.610539	91909.308	1.582371	94.3185

Jumlah 154.9701617 1089.6966 1739.55598 217643.69

rata-rata 15.49701617

var 121.0773995

std 11.0035176

koef var 0.710041048

koef skew 0.18134738

koef kurtosis 2.945705796

Agustus

Tahun	CH Maks (mm)	$(xi - x)^2$	$(xi - x)^3$	$(xi - x)^4$	Z	P(X>x) (%)
1995	0	32.705369	-187.037452	1069.6412	-0.663892	25.3355
1997	0	32.705369	-187.037452	1069.6412	-0.663892	25.3355
2001	0	32.705369	-187.037452	1069.6412	-0.663892	25.3355
1998	0.277	29.61176	-161.137389	876.8563	-0.631713	31.8253
1994	1.663	16.448775	-66.7114422	270.56219	-0.470820	31.8584
1993	3.576	4.5920736	-9.8404114	21.08714	-0.248767	40.1781
2002	4.023	2.8761408	-4.87770133	8.2721856	-0.196876	42.1196
2000	4.158	2.4366619	-3.80358304	5.9373211	-0.181211	42.8128
1996	21.629	253.12352	4027.158826	64071.518	1.846946	96.7586
1999	21.863	260.62603	4207.524882	67925.93	1.874118	96.9547

Jumlah 57.18860803 667.83107 7427.200825 136389.09

rata-rata 5.718860803

var 74.20345261

std 8.614142593

koef var 1.506268974

koef skew 1.613825231

koef kurtosis 4.914743486

September						
Tahun	CH Maks (mm)	(xi -x)2	(xi -x)3	(xi -x)4	Z	P(X>x) (%)
1994	0	118.89314	-1296.389	14135.57818	-0.941317	17.3271
1997	0	118.89314	-1296.389	14135.57818	-0.941317	17.3271
1996	3.317	57.564872	-436.7534	3313.714544	-0.654992	25.6160
2002	4.972	35.191768	-208.7669	1238.460537	-0.512127	30.4256
2001	4.989	34.979622	-206.882	1223.573971	-0.510581	30.4797
1999	10.364	0.2909712	-0.156955	0.084664267	-0.046567	48.1439
2000	10.721	0.0335931	-0.006157	0.001128496	-0.015823	49.3671
1995	12.139	1.5246782	1.88264	2.324643578	0.106597	54.2439
1993	28.944	325.46543	5871.6114	105927.747	1.557435	94.0292
1998	33.592	514.77541	11679.566	264993.7263	1.958693	97.4922
Jumlah	109.0381299	1207.6126	14107.717	404970.7892		
rata-rata	10.90381299					
var	134.1791806					
std	11.58357374					
koef var	1.062341564					
koef skew	1.260655857					
koef kurtosis	4.462958938					

Oktober						
Tahun	CH Maks (mm)	(xi -x)2	(xi -x)3	(xi -x)4	Z	P(X>x) (%)
2002	5.530	393.42972	-7803.703	154786.9452	-1.129824	13.0600
1994	7.451	320.91144	-5748.808	102984.1543	-1.020398	15.3027
1997	9.352	256.42022	-4106.09	65751.33164	-0.912123	18.0848
1993	13.188	148.28951	-1805.783	21989.77955	-0.693637	24.3973
1996	22.659	7.3230208	-19.81689	53.62663435	-0.154142	43.8743
1995	24.838	0.2773748	-0.146083	0.076936807	-0.029999	48.8000
1999	26.588	1.4951	1.8281228	2.235323969	0.069649	52.2776
2001	39.890	210.9677	3064.2483	44507.36981	0.827342	79.5956
1998	50.121	612.84019	15171.232	375573.103	1.410103	92.0700
2000	54.034	821.92886	23564.126	675567.0477	1.633030	94.8733
Jumlah	253.6512741	2773.8831	22317.088	1441215.67		
rata-rata	25.36512741					
var	308.2092386					
std	17.555889					
koef var	0.692126979					
koef skew	0.57284424					
koef kurtosis	3.010281669					

November

Tahun	CH Maks (mm)	(xi -x)2	(xi -x)3	(xi -x)4	Z	P(X>x) (%)
1997	19.502	373.4082205	-7215.656	139433.7	-1.459088	7.2319
2002	28.129	114.413638	-1223.818	13090.481	-0.807660	20.9679
1993	28.863	99.24409401	-988.6829	9849.3902	-0.752215	22.5936
1994	32.305	42.51883183	-277.2503	1807.8511	-0.492357	31.1251
1998	36.036	7.779327867	-21.69767	60.517942	-0.210601	41.6566
1996	37.835	0.981252859	-0.972011	0.9628572	-0.074796	47.0182
1999	42.601	14.25328173	53.811154	203.15604	0.285067	61.2377
1995	44.856	36.37274815	219.3634	1322.9768	0.455384	67.5538
2001	53.129	204.6056955	2926.689	41863.491	1.080061	85.9913
2000	64.998	684.9909575	17927.811	469212.61	1.976205	97.5910
Jumlah	388.25386	1578.568048	11399.598	676845.14		
rata-rata	38.825386					
var	175.39645					
std	13.243732					
koef var	0.3411101					
koef skew	0.6815941					
koef kurtosis	4.365331					

Desember

Tahun	CH Maks (mm)	(xi -x)2	(xi -x)3	(xi -x)4	Z	P(X>x) (%)
2001	39.348	308.2915076	-5413.054	95043.654	-1.497461	6.7130
2002	40.811	259.0700752	-4169.902	67117.304	-1.372724	8.4891
2000	52.013	23.94412721	-117.1652	573.32123	-0.417325	33.8190
1993	54.295	6.819808267	-17.80977	46.509785	-0.222721	41.1839
1998	55.994	0.833541197	-0.76101	0.6947909	-0.077864	46.8954
1999	56.067	0.704859938	-0.591772	0.4968275	-0.071602	47.1459
1996	60.501	12.91782635	46.428448	166.87024	0.306527	62.0380
1997	61.469	20.8117337	94.942878	433.12826	0.389071	65.1356
1995	74.259	301.1017061	5224.8018	90662.237	1.479896	93.0585
1994	74.309	302.8564654	5270.5419	91722.039	1.484202	93.1146
Jumlah	569.0657	1237.351651	917.43135	345766.25		
rata-rata	56.90657					
var	137.48352					
std	11.725337					
koef var	0.2060454					
koef skew	0.0790433					
koef kurtosis	3.6295335					



UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

November

Tahun	CH Maks (mm)	(xi -x)2	(xi -x)3	(xi -x)4	Z	P(X>x) (%)
1997	19.502	373.4082205	-7215.656	139433.7	-1.459088	7.2319
2002	28.129	114.413638	-1223.818	13090.481	-0.807660	20.9679
1993	28.863	99.24409401	-988.6829	9849.3902	-0.752215	22.5936
1994	32.305	42.51883183	-277.2503	1807.8511	-0.492357	31.1251
1998	36.036	7.779327867	-21.69767	60.517942	-0.210601	41.6566
1996	37.835	0.981252859	-0.972011	0.9628572	-0.074796	47.0182
1999	42.601	14.25328173	53.811154	203.15604	0.285067	61.2377
1995	44.856	36.37274815	219.3634	1322.9768	0.455384	67.5538
2001	53.129	204.6056955	2926.689	41863.491	1.080061	85.9913
2000	64.998	684.9909575	17927.811	469212.61	1.976205	97.5910
Jumlah	388.25386	1578.568048	11399.598	676845.14		
rata-rata	38.825386					
var	175.39645					
std	13.243732					
koef var	0.3411101					
koef skew	0.6815941					
koef kurtosis	4.365331					

Desember

Tahun	CH Maks (mm)	(xi -x)2	(xi -x)3	(xi -x)4	Z	P(X>x) (%)
2001	39.348	308.2915076	-5413.054	95043.654	-1.497461	6.7130
2002	40.811	259.0700752	-4169.902	67117.304	-1.372724	8.4891
2000	52.013	23.94412721	-117.1652	573.32123	-0.417325	33.8190
1993	54.295	6.819808267	-17.80977	46.509785	-0.222721	41.1839
1998	55.994	0.833541197	-0.76101	0.6947909	-0.077864	46.8954
1999	56.067	0.704859938	-0.591772	0.4968275	-0.071602	47.1459
1996	60.501	12.91782635	46.428448	166.87024	0.306527	62.0380
1997	61.469	20.8117337	94.942878	433.12826	0.389071	65.1356
1995	74.259	301.1017061	5224.8018	90662.237	1.479896	93.0585
1994	74.309	302.8564654	5270.5419	91722.039	1.484202	93.1146
Jumlah	569.0657	1237.351651	917.43135	345766.25		
rata-rata	56.90657					
var	137.48352					
std	11.725337					
koef var	0.2060454					
koef skew	0.0790433					
koef kurtosis	3.6295335					



MIR UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER