



**PEMETAAN LAJU INFILTRASI MENGGUNAKAN METODE
HORTON DI SUB DAS TENGGARANG KABUPATEN
BONDOWOSO**

SKRIPSI

Oleh

**NINING AIDATUL F.
NIM 111910301026**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PEMETAAN LAJU INFILTRASI MENGGUNAKAN METODE
HORTON DI SUB DAS TENGGARANG KABUPATEN
BONDOWOSO**

SKRIPSI

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

Oleh

**NINING AIDATUL F.
NIM 111910301026**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

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

Akhirnya, kupersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Kedua Orangtuaku, Ibunda tercinta Sani dan Ayahanda M. Sanusi (Alm), yang telah memberikan semangat, do'a dan semua pengorbanannya yang tak terhitung nilainya;
2. Adikku Muhammad Fadlol, dan semua keluarga yang selalu mensupportku dalam melaksanakan studi ini hingga selesai;
3. Sri Wahyuni ST., MT., Ph.D dan Dr. Ir. Entin hidayah, M.UM yang telah membimbingku dengan sabar;
4. Arif Darmawan P, ST yang telah banyak memberikan informasi dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Andiani, Fefina, Rizky Aditya, Fauzi Aziz, dll yang telah membantu di lapangan;
6. Sahabat terbaikku, Arif, Vony, Zhorga, Dian, Eka;
7. Guru-guruku sejak sekolah dasar sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan sabar;
8. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2011, teman kost'an dan teman KKN yang tidak mungkin untuk disebut satu per satu. Terimakasih atas persahabatan yang tak akan pernah terlupakan, dukungan serta semangat yang tiada henti;
9. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(terjemahan Surat Al-Mujadallah ayat 11)^{*)}

Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah yang Maha Pemurah. Yang mengajar manusia dengan perantaraan Qalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.

(terjemahan QS. Al – Alaq ayat 1 - 5)^{**)}

Tiada suatu usaha yang besar akan berhasil tanpa dimulai dari usaha yang kecil.^{***)}

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

***) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

****) Joeniarto, 1967 dalam Mulyono, E. 1998. *Beberapa Permasalahan Implementasi Konvensi Keanekaragaman Hayati dalam Pengelolaan Taman Nasional Meru betiri*. Tesis magister, tidak dipublikasikan.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Nining Aidatul F.

NIM : 111910301026

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Pemetaan Laju Infiltrasi Menggunakan Metode Horton di Sub DAS Tenggarang Kabupaten Bondowoso" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Juni 2015

Yang menyatakan,

Nining Aidatul F.
NIM 111910301026

SKRIPSI

**PEMETAAN LAJU INFILTRASI MENGGUNAKAN METODE
HORTON DI SUB DAS TENGGARANG KABUPATEN
BONDOWOSO**

Oleh

Nining Aidatul F.
NIM 111910301026

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sri Wahyuni ST., MT., Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pemetaan Laju Infiltrasi Menggunakan Metode Horton di Sub DAS Tenggarang Kabupaten Bondowoso” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 11 Juni 2015

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D
NIP. 197112091998032001

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

Penguji I,

Penguji II,

Wiwik Yunarni W., ST., MT
NIP. 197006131998022001

M. Farid Ma’ruf, ST., MT., Ph.D
NIP. 197212231998031002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M. T.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pemetaan Laju Infiltrasi di Sub DAS Tenggarang Kabupaten Bondowoso;
Nining Aidatul F., 111910301026; 2015: 54 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Jember.

Peningkatan jumlah penduduk yang semakin cepat mengakibatkan melonjaknya kebutuhan manusia terutama sumber daya air. Tersedianya air didalam tanah tidak terlepas dari adanya peranan laju infiltrasi. Infiltrasi merupakan proses masuknya air kedalam tanah secara vertikal melalui permukaan tanah. Proses infiltrasi merupakan salah satu proses penting dalam siklus hidrologi karena infiltrasi menentukan besarnya air hujan yang meresap dan masuk ke dalam tanah secara langsung. Pemahaman mengenai infiltrasi dan laju infiltrasi yang terjadi serta faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen air dan tata guna lahan yang lebih efektif.

Salah satu metode perhitungan laju infiltrasi yang dapat digunakan adalah metode Horton. Metode infiltrasi Horton mempunyai tiga parameter yang menentukan proses infiltrasi dalam tanah yaitu parameter K, infiltrasi awal (f_0) dan infiltrasi konstan (f_c). Hasil perhitungan laju infiltrasi kemudian dipetakan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Peta persebaran laju infiltrasi menggunakan metode interpolasi IDW (Inverse Distance Weighted).

Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa besarnya laju infiltrasi pada Sub DAS Tenggarang terdiri dari kelas infiltrasi rendah sampai tinggi. Kelas infiltrasi rendah sebesar 3,729 mm/jam terdapat di Kecamatan Curahdami, tata guna lahan sawah tadah hujan, kelerengan 2 – 15, jenis tanah latosol. Kelas infiltrasi cepat sebesar 135,852 mm/jam terdapat di Kecamatan Maesan yaitu sebesar, tata guna lahan hutan, kelerengan 2 – 15, jenis tanah latosol.

Hasil peta persebaran laju infiltrasi di Sub DAS Tenggara menunjukkan bahwa luasan pengaruh laju infiltrasi terbesar terdapat pada kelas infiltrasi sedang, yaitu sebesar 80,644 % atau 47.139,751 hektar. Sedangkan untuk kelas infiltrasi agak lambat, yaitu sebesar 9,422 % atau 5.507,288 hektar. Kelas infiltrasi agak cepat, yaitu 9,381 % atau 5.483,320 hektar dan kelas infiltrasi cepat yaitu 0,554 % atau 324,027 hektar. Hal tersebut menunjukkan bahwa kelas infiltrasi sedang merupakan dominan di Sub DAS Tenggara.

RINGKASAN

Pemetaan Laju Infiltrasi di Sub DAS Tenggarang Kabupaten Bondowoso;
Nining Aidatul F., 111910301026; 2015: 54 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Jember.

Peningkatan jumlah penduduk yang semakin cepat mengakibatkan melonjaknya kebutuhan manusia terutama sumber daya air. Tersedianya air didalam tanah tidak terlepas dari adanya peranan laju infiltrasi. Infiltrasi merupakan proses masuknya air kedalam tanah secara vertikal melalui permukaan tanah. Proses infiltrasi merupakan salah satu proses penting dalam siklus hidrologi karena infiltrasi menentukan besarnya air hujan yang meresap dan masuk ke dalam tanah secara langsung. Pemahaman mengenai infiltrasi dan laju infiltrasi yang terjadi serta faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen air dan tata guna lahan yang lebih efektif.

Salah satu metode perhitungan laju infiltrasi yang dapat digunakan adalah metode Horton. Metode infiltrasi Horton mempunyai tiga parameter yang menentukan proses infiltrasi dalam tanah yaitu parameter K, infiltrasi awal (f_0) dan infiltrasi konstan (f_c). Hasil perhitungan laju infiltrasi kemudian dipetakan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Peta persebaran laju infiltrasi menggunakan metode interpolasi IDW (Inverse Distance Weighted).

Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa besarnya laju infiltrasi pada Sub DAS Tenggarang terdiri dari kelas infiltrasi rendah sampai tinggi. Kelas infiltrasi rendah sebesar 3,729 mm/jam terdapat di Kecamatan Curahdami, tata guna lahan sawah tadah hujan, kelerengan 2 – 15, jenis tanah latosol. Kelas infiltrasi cepat sebesar 135,852 mm/jam terdapat di Kecamatan Maesan yaitu sebesar, tata guna lahan hutan, kelerengan 2 – 15, jenis tanah latosol.

Hasil peta persebaran laju infiltrasi di Sub DAS Tenggara menunjukkan bahwa luasan pengaruh laju infiltrasi terbesar terdapat pada kelas infiltrasi sedang, yaitu sebesar 80,644 % atau 47.139,751 hektar. Sedangkan untuk kelas infiltrasi agak lambat, yaitu sebesar 9,422 % atau 5.507,288 hektar. Kelas infiltrasi agak cepat, yaitu 9,381 % atau 5.483,320 hektar dan kelas infiltrasi cepat yaitu 0,554 % atau 324,027 hektar. Hal tersebut menunjukkan bahwa kelas infiltrasi sedang merupakan dominan di Sub DAS Tenggara.

SUMMARY

Mapping Infiltration Using Horton Method in Sub Watershed Tenggara Bondowoso; Nining Aidatul F., 111910301026; 2015: 54 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

An increase number of people more quickly resulting in human needs, especially water resources. The availability of water in the soil can not be separated from the role of infiltration. The process of infiltration is one of the important processes in the hydrological cycle because infiltration determine the amount of presipitation that seeped into the soil. An understanding of infiltration, infiltration that occurred and the factors that influence it indispensable as a reference for the implementation of water management and land use are more effective.

One method of calculating the rate of infiltration that can be used is the method of Horton. Horton infiltration method has three parameter that determines the process of infiltration into the soil that is the parameter K, the initial infiltration (f_0) and the constant infiltration (f_c). Infiltration rate calculation results are then mapped using Geographic Information System (GIS). Mapping rate of infiltration using interpolation method IDW (Inverse Distance Weighted).

The result showed that infiltration rate ranged from low to rapid. Based on calculation, infiltration rate was 3.729 mm / h (low) located in District Curahdami with forest land use, slope 2 -15%, and latosol soil type. Infiltration rate was 135.852 mm / h (rapid) located in District Maesan with rainfed land use, slope 2-15%, and latosol soil type.

The results of distribution infiltration rate in Sub Watershed Tenggara shows that the biggest area of influence infiltration was found in the moderate class was 80.644% or 47139.751 hectare. Class of infiltration rather slow was 9.422% or 5507.288 hectares. Class infiltration rather quickly was 9.381% or 5483.320 hectares

and rapid infiltration was 0.554% or 324,027 hectares. It shows that the moderate class of infiltration was a dominant in Sub watershed Tenggara.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemetaan Laju Infiltrasi Menggunakan Metode Horton di Sub DAS Tenggarang Kabupaten Bondowoso”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

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

1. Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Sri Wahyuni ST., MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama
3. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dosen Pembimbing Anggota
4. Wiwik Yunarni W. ST., MT., selaku Dosen Penguji Utama;
5. M. Farid Ma’ruf ST., MT., Ph.D., selaku Dosen Penguji Anggota dan Dosen Pembimbing Akademik;
6. Kedua orang tua-ku dan adikku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penyusunan skripsi ini;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Jember, 11 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

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

2.4.2	Kelembaban Tanah	8
2.4.3	Pemampatan Oleh Hujan	8
2.4.4	Penyumbatan Oleh Butir Halus	8
2.4.5	Tanaman Penutup	8
2.4.6	Topografi	8
2.4.7	Intensitas Hujan	9
2.5	Parameter Infiltrasi Metode Horton	9
2.6	Kapasitas Infiltrasi	9
2.7	Infiltrasi Metode Horton.....	10
2.8	Sistem Informasi Geografis (SIG).....	12
2.8.1	Subsistem SIG	12
2.8.2	Komponen SIG	14
2.9	ArcView GIS	14
2.10	Interpolasi IDW (<i>Invers Distance Weighted</i>).....	15
BAB 3.	METODE PENELITIAN	18
3.1	Lingkup Penelitian	18
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	19
3.4	Tahapan Penelitian.....	20
3.4.1	Pengumpulan Data	20
3.4.2	Penentuan Titik Pengambilan Sampel.....	21
3.4.3	Pengukuran Parameter Infiltrasi di Lapangan	23
3.4.4	Parameter Infiltrasi Metode Horton.....	24
3.4.5	Perhitungan Laju Infiltrasi Konstan dan Volume Total Laju Infiltrasi	25
3.4.6	Pemetaan Persebaran Laju Infiltrasi	26
3.4.7	Membuat <i>Layout</i> Peta Keseluruhan	27
3.5	Alur Penelitian.....	28

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Titik Lokasi Survey Laju Infiltrasi di Lapangan	31
4.2 Pengukuran Parameter Infiltrasi di Lapangan	33
4.3 Parameter Infiltrasi Metode Horton	37
4.4 Perhitungan Laju Infiltrasi Metode Horton	41
4.5 Klasifikasi Laju Infiltrasi di Sub DAS Tenggarang.....	42
4.6 Pemetaan Laju Infiltrasi.....	44
BAB 5. PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Klasifikasi Laju Infiltrasi	7
2.2 Karakteristik Faktor Pembobot	16
3.1 Luasan Tata Guna Lahan.....	21
3.2 Data Rencana Titik Lokasi Survey Penentuan Laju Infiltrasi.....	22
4.1 Data Titik Lokasi Survey di Lapangan	32
4.2 Hasil Pengukuran Parameter Infiltrasi di Lapangan Titik Nomer 7.....	36
4.3 Data Parameter Infiltrasi Metode Horton.....	38
4.4 Data Hasil Perhitungan Nilai k.....	40
4.5 Klasifikasi Laju Infiltrasi di Sub DAS Tenggarang	42
4.6 Besar Luasan Pengaruh Kelas Infiltrasi	46
4.7 Hubungan Penggunaan Lahan Dengan Infiltrasi	50
4.8 Klasifikasi Persebaran Laju Infiltrasi Berdasarkan Tata Guna Lahan.....	50
4.9 Hubungan Tektur Tanah Dengan Infiltrasi	51
4.10 Klasifikasi Persebaran Laju Infiltrasi Berdasarkan Jenis Tanah.....	51
4.11 Hubungan Kemiringan Lereng Dengan Infiltrasi.....	52
4.12 Klasifikasi Persebaran Laju Infiltrasi Berdasarkan Kelerengan.....	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Siklus Hidrologi	6
2.2 Kurva Kapasitas Infiltrasi.....	10
2.3 Kurva Infiltrasi Menurut Horton	11
2.4 Subsystem-Subsystem GIS	13
2.5 Ilustrasi Uraian Subsystem GIS	13
2.6 Ilustrasi Metode IDW (<i>Inverse Distance Weighting</i>).....	16
3.1 DAS Sampean dan Sub DAS Tenggarang	19
3.2 Peta Hasil Penentuan Lokasi Survey Rencana (<i>Overlay</i>)	23
3.3 Flowchart Alur Penelitian	28
3.4 Flowchart Perhitungan Laju Infiltrasi	29
3.5 Flowchart Peta Persebaran Laju Infiltrasi	30
4.1 Peta Titik Survey Sub DAS Tenggarang.....	33
4.2 Alat Ukur Parameter Infiltrasi (<i>Double ring infiltrometer</i>).....	34
4.3 Lokasi Survey Titik Nomer 7 Tegalan	35
4.4 Pengukuran Parameter Infiltrasi Di Lapangan	35
4.5 Kapasitas Infiltrasi Titik No. 7	37
4.6 Kurva Persamaan Linier Regresi.....	42
4.7 Peta Persebaran Laju Infiltrasi di Sub DAS Tenggarang	44
4.8 Perbandingan Kelas Laju Infiltrasi.....	46
4.9 Peta Tata Guna Lahan Sub DAS Tenggarang	50
4.10 Peta Jenis Tanah Sub DAS Tenggarang.....	51
4.11 Peta Kemiringan Lereng Sub DAS Tenggarang	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Titik Lokasi Survey Penelitian	57
B Data Pengukuran Laju Infiltrasi	62
C Perhitungan Laju Infiltrasi	86

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang begitu penting karena sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tersedianya air didalam tanah tidak terlepas dari adanya peranan laju infiltrasi. Pergerakan air yang jatuh ke permukaan tanah akan diteruskan ke dua arah, yaitu air limpasan yang bergerak secara horizontal (*run-off*) dan air yang bergerak secara vertikal yang disebut air infiltrasi. Proses infiltrasi merupakan salah satu proses penting dalam siklus hidrologi karena infiltrasi menentukan besarnya air hujan yang meresap dan masuk ke dalam tanah secara langsung. Pemahaman mengenai infiltrasi dan data laju infiltrasi sangat berguna sebagai acuan untuk perencanaan kegiatan irigasi, perencanaan tata guna lahan, dan pemodelan hidroteknik.

Salah satu metode perhitungan laju infiltrasi yang dapat digunakan adalah metode Horton. Pada metode infiltrasi Horton, yang pertama kali dilakukan adalah menentukan parameter-parameternya. Metode infiltrasi Horton mempunyai tiga parameter yang menentukan proses infiltrasi dalam tanah yaitu parameter K, infiltrasi awal (f_0) dan infiltrasi konstan (f_c). Penelitian terdahulu tentang laju infiltrasi sudah pernah dilakukan oleh Firman (2012) berupa perbandingan metode Horton, Kostiakov, dan Philip yang diketahui bahwa pendugaan yang baik yaitu metode Horton. Selama ini penentuan parameter infiltrasi metode Horton diambil dari literatur yaitu yang didasarkan dari klasifikasi jenis tanah.

Penelitian ini akan melakukan pengambilan sampling di lapangan sehingga data ini sangat bermanfaat karena merepresentasikan kondisi lapangan dan hasil akhirnya untuk mendapatkan nilai parameter-parameter yang akan digunakan untuk menghitung laju infiltrasi dengan metode Horton. Data laju infiltrasi ini dapat digunakan untuk pemodelan hidroteknik, perhitungan kebutuhan air irigasi, dan perencanaan tata guna lahan. Setelah didapatkan laju infiltrasi, maka selanjutnya

dibuat peta persebaran laju infiltrasi pada daerah tersebut menggunakan *software ArcView GIS*.

Pengukuran parameter-parameter infiltrasi ini dilaksanakan pada Sub DAS Tenggarang yang merupakan bagian dari DAS Sampean yang terletak di Kabupaten Bondowoso. Sub DAS Tenggarang dipilih sebagai daerah penelitian karena Sub DAS Tenggarang merupakan bagian hulu dari DAS Sampean yang banyak mengalami perubahan fungsi lahan menjadi persawahan bahkan diantaranya mencapai hutan yang gundul. Oleh karena itu, dengan data perhitungan laju infiltrasi dapat digunakan sebagai acuan tata guna lahan yang lebih efektif, selain itu data laju infiltrasi ini juga dapat digunakan untuk peneliti selanjutnya yang memerlukan data laju infiltrasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini antara lain :

1. Berapa nilai laju infiltrasi di Sub DAS Tenggarang?
2. Bagaimana peta persebaran laju infiltrasi di Sub DAS Tenggarang?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini antara lain :

1. Untuk mengetahui besarnya laju infiltrasi di Sub DAS Tenggarang menggunakan metode Horton.
2. Untuk mengetahui peta persebaran laju infiltrasi di Sub DAS Tenggarang.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini salah satunya berguna sebagai data untuk pemodelan banjir. Nilai infiltrasi sangat penting dalam mengetahui besarnya curah hujan yang meresap dan melimpas setelah mencapai permukaan tanah. Dari perhitungan debit banjir tersebut akan mengurangi permasalahan yang ada di DAS Sampean seperti yang telah disebutkan diatas. Selain sebagai penentuan debit banjir, data tersebut juga berguna

untuk perencanaan kegiatan irigasi, ketersediaan air untuk tanaman, dan perencanaan tata guna lahan.

1.5 Batasan Masalah

Supaya pembahasan dalam Tugas Akhir ini lebih fokus pada tujuan yang diinginkan, maka perlu batasan masalah. Pada penelitian ini penulis menentukan nilai laju infiltrasi dan peta persebaran nilai laju infiltrasi pada Sub DAS Tenggara.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. (PP No 37 tentang Pengelolaan DAS, Pasal 1). Daerah aliran sungai (DAS) dibatasi punggung-punggungan gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995)

DAS dapat dibagi ke dalam tiga komponen yaitu: bagian hulu, tengah dan hilir. Ekosistem bagian hulu merupakan daerah tangkapan air utama dan pengatur aliran. Ekosistem tengah sebagai daerah distributor dan pengatur air, sedangkan ekosistem hilir merupakan pemakai air. Hubungan antara ekosistem-ekosistem ini menjadikan DAS sebagai satu kesatuan hidrologis.

DAS juga terdiri dari beberapa Sub Das. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis ke dalam Sub DAS-Sub DAS. Bagian Hilir DAS adalah suatu wilayah daratan bagian dari DAS yang dicirikan dengan topografi datar sampai landai merupakan daerah endapan sedimen atau aluvial.

Suatu DAS yang terdiri dari beberapa Sub DAS tentunya terintegrasi berbagai faktor yang dapat mengarah kepada kelestarian atau degradasi tergantung bagaimana suatu DAS dikelola. DAS yang dikelola dengan baik akan berdampak pula bagi makhluk hidup yang berada pada DAS tersebut, namun pengelolaan DAS tidaklah

mudah. Sebelum mengelola DAS dengan baik, perlu diketahui permasalahan-permasalahan yang ada pada DAS khususnya di Indonesia diantaranya sebagai berikut :

1. Banjir
2. Produktivitas tanah menurun
3. Pengendapan lumpur pada waduk
4. Saluran irigasi
5. Proyek tenaga air
6. Penggunaan tanah yang tidak tepat (perladangan berpindah, pertanian lahan kering dan konservasi yang tidak tepat)

2.2 Siklus Hidrologi

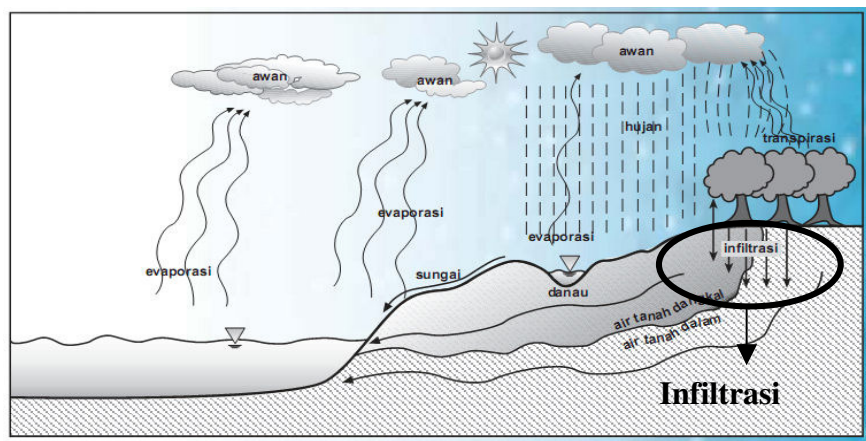
Siklus hidrologi merupakan perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali ke laut yang terjadi secara terus menerus seperti terlihat pada gambar 2.1. Air akan tertahan sementara di sungai, danau atau waduk, dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Dalam daur hidrologi, masukan berupa curah hujan akan didistribusikan melalui beberapa cara yaitu air lolos, aliran batang, dan air hujan yang langsung sampai ke permukaan tanah untuk kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi, dan air infiltrasi. (Asdak,2006).

Siklus hidrologi diberi batasan sebagai suksesi tahapan-tahapan yang dilalui air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer : evaporasi dari tanah atau laut maupun air pedalaman, kondensasi untuk membentuk awan, presipitasi, akumulasi di dalam tanah maupun dalam tubuh air, dan evaporasi-kembali.

Presipitasi dalam segala bentuk (salju, hujan batu es, hujan, dan lain-lain), jatuh ke atas vegetasi, batuan gundul, permukaan tanah, permukaan air dan saluran-saluran sungai (presipitasi saluran). Air yang jatuh pada vegetasi mungkin diintersepsi (yang kemudian berevaporasi dan/atau mencapai permukaan tanah dengan menetes saja

maupun sebagai aliran batang) selama suatu waktu atau secara langsung jatuh pada tanah (*through fall* = air tembus) khususnya pada kasus hujan dengan intensitas yang tinggi dan lama. Sebagian presipitasi berevaporasi selama perjalanannya dari atmosfer dan sebagian pada permukaan tanah. Sebagian dari presipitasi yang membasahi permukaan tanah berinfiltrasi ke dalam tanah dan bergerak menurun sebagai perkolasi ke dalam zona jenuh di bawah muka air tanah.

Infiltrasi sebagai salah satu fase dari siklus hidrologi, penting untuk diketahui karena akan berpengaruh terhadap limpasan permukaan, banjir, erosi, ketersediaan air untuk tanaman, air tanah, dan ketersediaan aliran sungai di musim kemarau. Dalam kaitannya dengan hal tersebut, maka infiltrasi perlu diukur karena nilai kapasitas infiltrasi tanah merupakan suatu informasi yang berharga bagi perencanaan dan penentuan kegiatan irigasi dan pemilihan berbagai komoditas yang akan ditanam disuatu lahan (Purwanto dan Ngaloken, 1995).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

2.3 Infiltrasi

Infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara (*interflow*) menuju mata air, danau, sungai, atau secara vertikal yang dikenal dengan perkolasi (*percolation*)

menuju air tanah. Gerak air didalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler (Bambang Triatmodjo, 2008).

Besarnya laju infiltrasi tergantung pada kandungan air dalam tanah. Terjadinya infiltrasi bermula ketika air jatuh pada permukaan tanah kering, permukaan tanah tersebut menjadi basah sedangkan bagian bawahnya relatif kering maka dengan demikian terjadilah gaya kapiler dan terjadi perbedaan antar gaya kapiler permukaan atas dengan yang ada dibawahnya. Laju infiltrasi mempunyai klasifikasi tertentu dalam penentuan besarnya laju infiltrasi. Untuk menentukan klas infiltrasi, dipakai klasifikasi menurut U.S Soil Conservation.

Tabel 2.1 Klasifikasi Laju Infiltrasi

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

Sumber : U.S Soil Conversation

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, dan sifat-sifat fisik tanah. Sedangkan menurut Yair dan Leave (1991), faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi yaitu tutupan lahan, kemiringan lereng, dan perbedaan kepadatan tanah.

2.4.1 Kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh

Kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh tanah dapat diketahui pada saat awal terjadi hujan. Air hujan meresap kedalam permukaan dengan cepat sehingga terjadi

laju infiltrasi. Sehingga semakin dalam genangan dan tebal lapisan jenuh maka laju infiltrasi semakin berkurang.

2.4.2 Kelembaban tanah

Ketika air jatuh pada tanah kering, permukaan atas dari tanah tersebut menjadi basah, sedang bagian bawahnya relatif masih kering. Dengan bertambahnya waktu dan air hujan dari permukaan atas turun ke bagian bawahnya maka tanah tersebut menjadi basah dan lembab. Semakin lembab kondisi suatu tanah, maka laju infiltrasi semakin berkurang karena tanah tersebut semakin dekat dengan keadaan jenuh.

2.4.3 Pemampatan oleh hujan

Ketika hujan jatuh di atas tanah, butir tanah mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut mengurangi pori-pori tanah yang berbutir halus (seperti lempung), sehingga dapat mengurangi kapasitas infiltrasi. Untuk tanah pasir, pengaruh tersebut sangat kecil.

2.4.4 Penyumbatan oleh butir halus

Ketika tanah sangat kering, permukaannya sering terdapat butiran halus. Ketika hujan turun dan infiltrasi terjadi, butiran halus tersebut terbawa masuk ke dalam tanah, dan mengisi pori-pori tanah, sehingga pori-pori tanah mengecil dan menghambat laju infiltrasi.

2.4.5 Tanaman penutup

Banyaknya tanaman yang menutupi permukaan tanah, seperti rumput atau hutan, dapat menaikkan laju infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman penutup, air hujan tidak dapat memampatkan tanah dan juga akan terbentuk lapisan humus yang dapat menjadi sarang atau tempat hidup serangga sehingga membantu masuknya air ke dalam tanah.

2.4.6 Topografi

Topografi adalah keadaan permukaan atau kontur tanah. Kondisi topografi juga mempengaruhi infiltrasi. Pada lahan dengan kemiringan besar, aliran permukaan mempunyai kecepatan besar sehingga air kekurangan waktu infiltrasi. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Sebaliknya, pada lahan yang datar air menggenang sehingga laju infiltrasi relatif besar.

2.4.7 Intensitas hujan

Intensitas hujan juga berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Jika intensitas hujan (I) lebih kecil dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual adalah sama dengan intensitas hujan. Apabila intensitas hujan lebih besar dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual sama dengan kapasitas infiltrasi.

2.5 Pengukuran Laju Infiltrasi

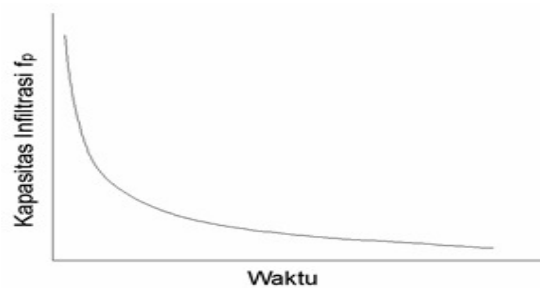
Pengukuran laju infiltrasi dalam penelitian ini menggunakan alat ukur laju infiltrasi yaitu infiltrometer. Infiltrometer merupakan suatu tabung baja silindris pendek, berdiameter besar (atau suatu batas kedap air lainnya) yang mengitari suatu daerah dalam tanah. Infiltrometer hanya dapat memberikan angka bandingan yang berbeda (harga lebih tinggi) dari infiltrasi yang sebenarnya. Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah infiltrometer cincin konsentrik yang merupakan tipe biasa, terdiri dari 2 cincin konsentrik yang ditekan kedalam permukaan tanah. Kedua cincin tersebut digenangi (karena itu disebut infiltrometer tipe genangan) secara terus-menerus untuk mempertahankan tinggi yang konstan (jeluk air), (Ersin Seyhan, 1977).

2.6 Kapasitas Infiltrasi

Laju infiltrasi aktual (f_{ac}) adalah laju air berpenetrasi ke permukaan tanah pada setiap waktu dengan gaya-gaya kombinasi gravitasi, viskositas dan kapilaritas. Laju maksimum presipitasi dapat diserap oleh tanah pada kondisi tertentu disebut kapasitas infiltrasi (Ersin Seyhan, 1977). Setiap permukaan air tanah mempunyai

daya serap yang kemampuannya berbeda-beda dilihat dari kondisi tanah dan lapisan penutup permukaannya.

Kapasitas infiltrasi ini dinotasikan sebagai f . Faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi adalah ketinggian lapisan air di atas permukaan tanah, jenis tanah, banyaknya moisture tanah yang sudah ada dalam lapisan tanah, keadaan permukaan tanah, dan penutup tanah. Berikut adalah gambar kurva kapasitas infiltrasi.



Gambar 2.2 Kurva Kapasitas Infiltrasi

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

2.7 Infiltrasi Metode Horton

Pengujian infiltrasi tanah dilakukan dengan Metode Horton. Menurut Horton kapasitas infiltrasi berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai yang konstan. Ia menyatakan pandangannya bahwa penurunan kapasitas infiltrasi lebih dikontrol oleh faktor yang beroperasi di permukaan tanah dibanding dengan proses aliran di dalam tanah. Faktor yang berperan untuk pengurangan laju infiltrasi seperti tutupan lahan, penutupan retakan tanah oleh koloid tanah dan pembentukan kerak tanah, penghancuran struktur permukaan lahan dan pengangkutan partikel halus dipermukaan tanah oleh tetesan air hujan. Kurva

infiltrasi metode Horton terlihat pada gambar 2.3. Model Horton dapat dinyatakan secara matematis mengikuti persamaan sebagai berikut.

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

Keterangan :

f = Laju infiltrasi (cm/jam) atau (mm/jam)

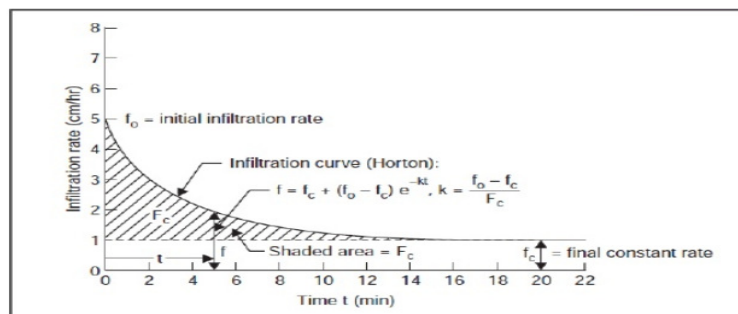
f_0 = Laju infiltrasi awal (cm/jam)

f_c = Laju infiltrasi akhir (cm/jam)

e = Bilangan dasar logaritma Naperian

t = Waktu yang dihitung dari mulainya hujan (jam)

k = konstanta untuk jenis tanah



Gambar 2.3 Kurva Infiltrasi Menurut Horton

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

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

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

2.8 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografi (SIG) atau *Geographic Information System (GIS)* adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi atau dengan kata lain suatu SIG adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja (Barus dan Wiradisastira, 2000). Sedangkan menurut Anon (2001) Sistem Informasi Geografi adalah suatu sistem Informasi yang dapat memadukan antara data grafis (spasial) dengan data teks (atribut) objek yang dihubungkan secara geografis di bumi (*georeference*). Disamping itu, SIG juga dapat menggabungkan data, mengatur data dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi

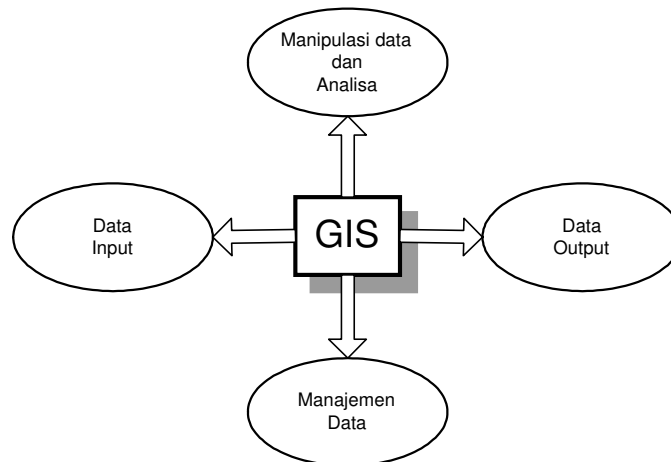
2.8.1 Subsistem SIG

- a). Masukan data (*input*), fungsi subsistem ini yaitu mengumpulkan, mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Data yang digunakan harus dikonversi menjadi format digital yang sesuai, contoh: peta, tabel, laporan, pengukuran lapangan, foto udara, citra satelit, pustaka, dan lain-lain.
- b). Manajemen data (Penyimpanan dan Pemanggilan), fungsi subsistem ini adalah untuk pengorganisasian data (spasial dan atribut) dalam sebuah basisdata. Data base, model base, formula-formula standart yang digunakan.

Database Management System (DBMS) untuk membantu menyimpan, mengorganisasi, dan mengelola data.

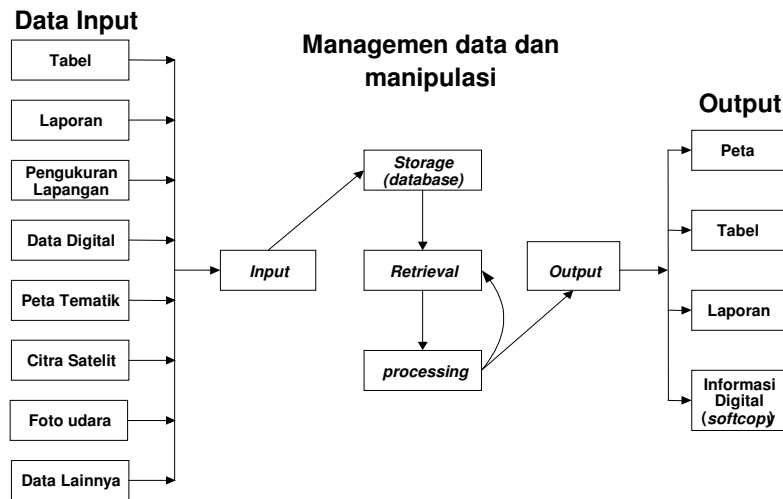
c). Analisis dan manipulasi data, fungsi subsistem ini adalah manipulasi dan pemodelan untuk menghasilkan informasi baru. Salah satu fasilitas analisis yang banyak dipakai adalah analisis tumpang susun peta (*overlay*).

d). Keluaran (*output*), fungsi subsistem ini adalah penyajian hasil berupa informasi baru atau basisdata yang ada baik dalam bentuk *softcopy* maupun dalam bentuk *hardcopy* seperti dalam bentuk peta, tabel, grafik, visualisasi multimedia, dinamik/audiovisual, *e-atlas* dan lain-lain.



Gambar 2.4 Subsistem-Subsistem GIS

Berdasarkan jenis data masukan, proses, dan jenis keluarannya, hubungan subsistem GIS dapat diilustrasikan seperti gambar 2.12 berikut.



Gambar 2.5 Ilustrasi Uraian Subsistem GIS

2.8.2 Komponen SIG

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

Data base dalam bentuk format digital (berasal dari *hardware*)

1. Data yang digunakan merupakan data yang dapat diterjemahkan secara geografis seperti koordinat lintang dan bujur.
2. Dapat diinterprestasikan dalam bentuk peta digital.
3. Peta digital yang diolah dapat memperlihatkan dalam skala kecil (jalan raya, blok perumahan).
4. Peta dapat diolah dalam beberapa *layer*.
5. Data dari berbagai *layer* dapat saling dibandingkan dan dipilih untuk dianalisis.

6. Dapat digunakan untuk mengukur jarak, melihat area, dan melihat kejadian dalam batas tertentu

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

2.9 ArcView GIS

ArcView adalah salah satu software pengolah Sistem Informasi Geografik (SIG/GIS). Sistem Informasi Geografik sendiri merupakan suatu sistem yang dirancang untuk menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan menyajikan informasi geografi.

Terdapat beberapa perbedaan antara peta di atas kertas (peta analog) dan SIG yang berbasis komputer. Perbedaannya adalah bahwa peta menampilkan data secara grafis tanpa melibatkan basis data. Sedangkan SIG adalah suatu sistem yang melibatkan peta dan basis data. Dengan kata lain peta adalah bagian dari SIG. Sedangkan pada ArcView dapat melakukan beberapa hal yang peta biasa tidak dapat melakukannya. Perbedaan pokok antara Peta Analog dengan ArcView adalah bahwa peta itu statik sedangkan ArcView biasa digunakan antara lain untuk :

1. Digitasi data citra dari layer monitor (*on screen digitizing*)
2. Reaktifasi citra dengan bantuan ekstensi *image analysis*
3. Editing tema dengan *drag and drop* atau *cut and paste*
4. Editing tema dengan *query item* pada tabel
5. Konversi data dari MS-EXCEL atau MS-ACCESS menjadi tema baru pada data spasial yang telah ada
6. Pembuatan kontur dengan bantuan ekstensi *image analysis* dan *spasial analis*
7. Pembuatan peta 3D dan perhitungan volume dengan bantuan *3D analysis*

8. Perubahan system proyeksi dengan *projection utility*
9. Kemudahan konversi data ke perangkat lunak lain, seperti : AUTOCAD, MAPINFO dan sebagainya.

2.10 Interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighted*)

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

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Subjektivitas dalam penetapan bobot dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain penentuan jarak tetangga atau jarak radius titik-titik yang akan ditetapkan dan ukuran unit data khususnya data grid. Persamaan umum IDW dinyatakan sebagai berikut :

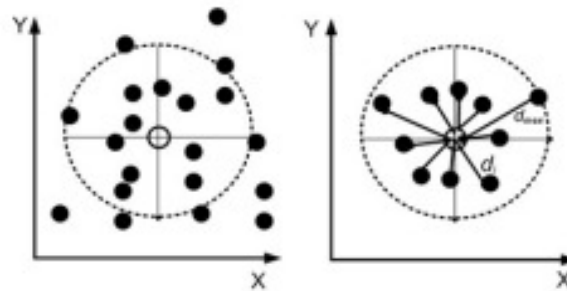
$$\hat{z}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Dimana :

Z = nilai yang akan ditentukan,

Wi = nilai pemberatan pada titik i

Zi = nilai yang diketahui disekitar lokasi Z,



Gambar 2.6 Ilustrasi Metode IDW

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

Tabel 2.2 Karakteristik Faktor Pembobot

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

Sumber : Jurnal Indarto, 2013

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

$$w_i = \frac{1}{d_{i0}^2}$$

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

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

BAB.3 METODE PENELITIAN

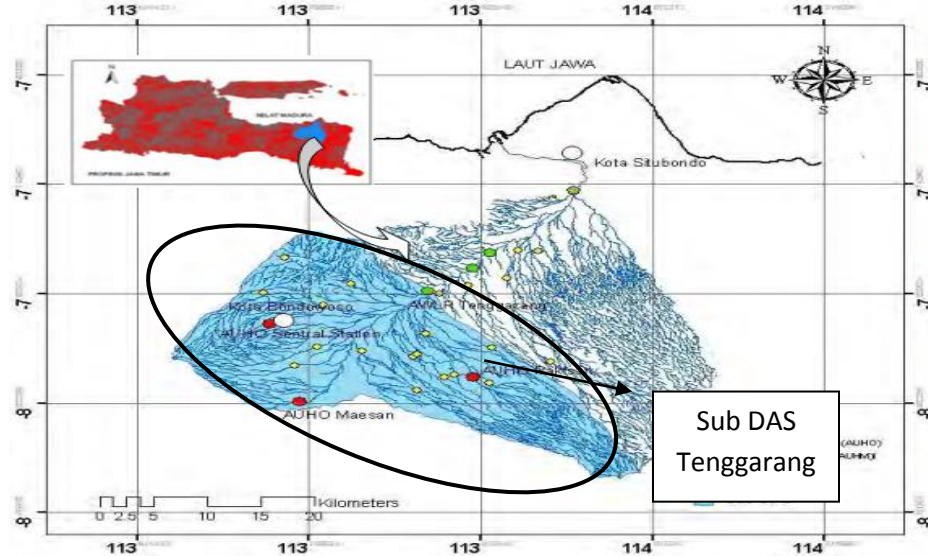
3.1 Lingkup Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif yaitu dengan mencari nilai laju infiltrasi. Penentuan parameter-parameter infiltrasi yaitu dengan menggunakan infiltrometer yang diukur langsung di lapangan kemudian dihitung nilai laju infiltrasi tersebut menggunakan metode Horton. Parameter perhitungan laju infiltrasi metode Horton yaitu f_0 = laju infiltrasi awal, f_c = laju infiltrasi akhir, dan k = tetapan untuk tanah. Setiap parameter dan variabel yang berkaitan menjadi faktor penentuan nilai laju infiltrasi. Hasil perhitungan laju infiltrasi kemudian dibuat peta persebaran laju infiltrasi di Sub DAS Tenggarang.

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

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai Desember 2014 sampai dengan Maret 2015. Penelitian ini dilakukan pada musim penghujan. Lokasi penelitian adalah di DAS Sub DAS Tenggarang yang merupakan bagian dari DAS Sampean yang meliputi Kabupaten Jember, Bondowoso dan Situbondo. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 DAS Sampean dan Sub DAS Tenggara

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

1. Bahan

- a. Lahan Sub DAS Tenggara
- b. Peta tata guna lahan, peta kemiringan lereng, dan peta jenis tanah
- c. Data pendukung berupa data iklim (curah hujan, temperatur udara dan kelembaban udara)

2. Alat

- a. *Hard ware* : GPS, Pc Komputer, dan printer
- b. *Soft ware* : Ms. Word, Excel, ArcView GIS, dan Power point
- c. Alat tulis
- d. Meteran
- e. Kayu
- f. Plastik transparan
- g. Spidol maker
- h. Kertas Label
- i. Stopwatch

- j. Kamera
- k. Infiltrometer
- l. Alat laboratorium

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini diantaranya adalah pengumpulan data, penentuan titik pengambilan sampel, pengukuran parameter infiltrasi, parameter infiltrasi metode Horton, perhitungan laju infiltrasi pada saat konstan dan volume total laju infiltrasi metode Horton, pemetaan persebaran nilai laju infiltrasi, dan pembuatan *layout* peta keseluruhan.

3.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung di lapangan dan informasi dari Badan Pengelolaan DAS Sampean terhadap kondisi biofisik Sub DAS Tenggarang yang meliputi letak dan luas Sub DAS, jenis tanah, topografi, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan. Adapun jenis data yang digunakan yaitu:

1. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah
 - Parameter infiltrasi
 - Laju infiltrasi awal (f_0)
 - Laju infiltrasi akhir (f_c)
 - Konstanta untuk jenis tanah dan permukaanya (k)
2. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah
 - Data peta tata guna lahan skala 1 : 25.000, untuk penentuan titik sampel
 - Data peta kemiringan lereng 1 : 25.000, untuk penentuan titik sampel
 - Data peta jenis tanah 1 : 25.000, untuk penentuan titik sampel
 - Data peta administrasi DAS Sampean yang digunakan sebagai acuan batas wilayah penelitian, skala 1 : 25.000.

3.4.2 Penentuan Titik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* yaitu pengambilan sampel secara sengaja sesuai dengan persyaratan sampel yang diperlukan. Titik lokasi sampel dipilih berdasarkan hasil metode tumpang susun (*overlays*) peta batas Sub DAS Tenggarang, peta tata guna lahan, peta kemiringan lereng, dan peta jenis tanah menggunakan software *ArcView GIS*. Dalam penentuan titik-titik sampel tanah, dilakukan dengan cara melihat data GIS Sub DAS Tenggarang.

Penentuan jumlah titik sampel berdasarkan luasan tata guna lahan dan persebarannya dibuat merata di Sub DAS Tenggarang berdasarkan hasil *overlay* penentuan lokasi sampel. Masing-masing luasan tata guna lahan dibuat presentase kemudian dari presentase luasan tersebut masing-masing luasan tata guna lahan diambil 5% sehingga diketahui jumlah titik sampel sebanyak 20 titik. Tabel presentase luasan tata guna lahan, tabel data titik lokasi sampel, dan peta hasil penentuan titik lokasi survey rencana dapat dilihat pada tabel 3.1, tabel 3.2, dan gambar 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Luasan tata guna lahan

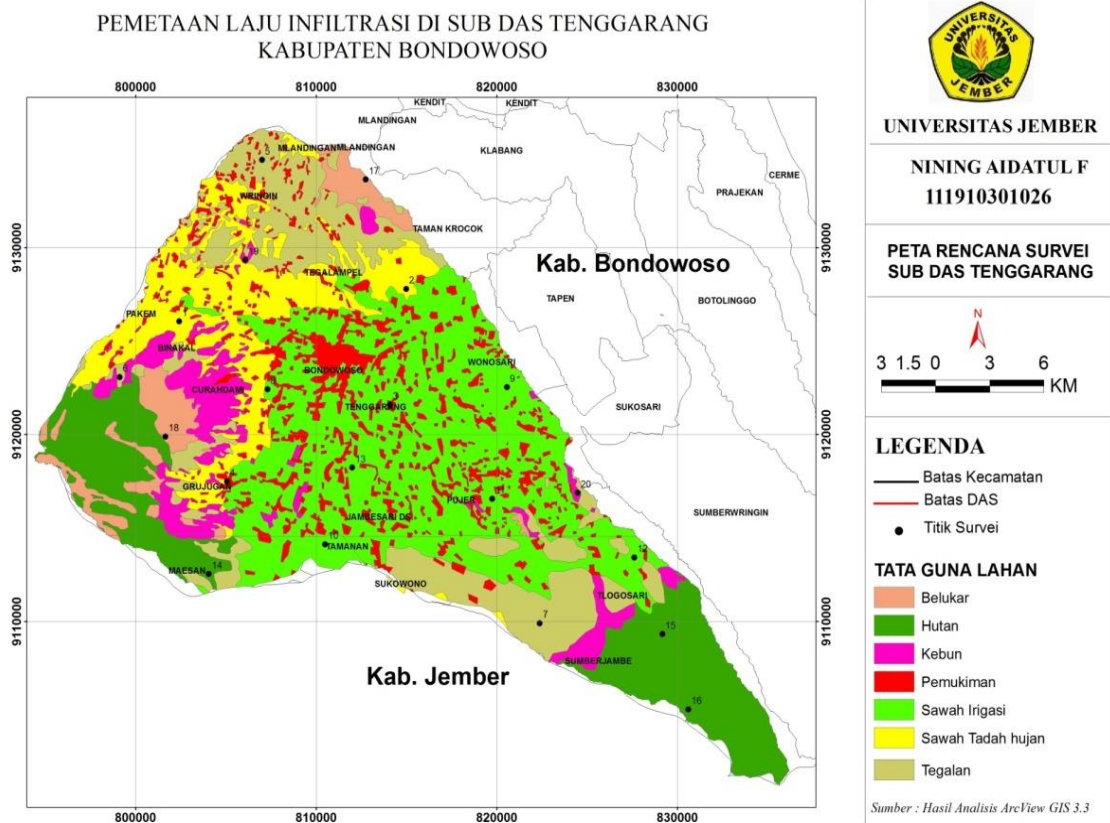
Tata Guna Lahan	Luasan	Presentase (%)	Pengambilan titik per 5% (titik)
Sawah tadah hujan	7.622,55	13,02	2
Pemukiman	6.383,49	10,90	2
Tegalan	9.408,25	16,07	3
Sawah irigasi	19.535,60	33,36	6
Hutan	9.047,18	15,45	3
Belukar	2.610,80	4,45	2
Kebun	3.935,43	6,72	2
Total	58.543,34	100%	20 titik

Sumber : Hasil perhitungan, 2015

Tabel 3.2 Data Rencana Titik Lokasi Survey Penentuan Laju Infiltrasi

Titik Survey	Tata guna lahan	Kabupaten	Kecamatan	Desa	Kelerengan	Jenis tanah	Koordinat UTM	
							x	y
1	Sawah tadah hujan	Bondowoso	Binakal	Sumberwaru	15-40	Latosol	802432	9125990
2	Sawah tadah hujan	Bondowoso	Taman krocok	Trebungan	2-5	Regosol	815067	9127811
3	Pemukiman	Bondowoso	Tenggarang	Kajer	0-2	Regosol	814059	9121494
4	Pemukiman	Bondowoso	Grujugan	Wonosari	2-15	Latosol	805106	9117463
5	Tegalan	Bondowoso	Wringin	Banyuwuluh	15-40	Latosol	807005	9134671
6	Tegalan	Bondowoso	Binakal	Sumberwaru	>40	Andosol	799137	9123083
7	Tegalan	Bondowoso	Sumberjambe	Jambearum	2-15	Regosol	822353	9109867
8	Sawah irigasi	Bondowoso	Curahdami	Kupang	2-15	Latosol	807354	9122385
9	Sawah irigasi	Bondowoso	Wonosari	Tumpeng	2-15	Regosol	820570	9122463
10	Sawah irigasi	Bondowoso	Tamanan	Wonosuko	0-2	Regosol	810532	9114091
11	Sawag irigasi	Bondowoso	Pujer	Maskuningwetan	2-15	Regosol	819756	9116494
12	Sawah irigasi	Bondowoso	Telogosari	Kembang	2-15	Regosol	827585	9113355
13	Sawah Irigasi	Bondowoso	Jambesari DS	Grujugan lor	0-2	Regosol	812082	9118199
14	Hutan	Bondowoso	Maesan	Tatawulan	2-15	Latosol	804059	9112502
15	Hutan	Bondowoso	Tlogosari	Pakistan	>40	Regosol	829174	9109440
16	Hutan	Bondowoso	Sumberjambe	Jambearum	>40	Regosol	830608	9105254
17	Belukar	Bondowoso	Taman Krocok	Kretek	15-40	Mediteran	812625	9133664
18	Belukar	Bondowoso	Curahdami	Pakuwesi	>40	Andosol	801656	9119905
19	Kebun	Bondowoso	Wringin	Sumbermalang	2-15	Latosol	805959	9129400
20	Kebun	Bondowoso	Sukosari	Pecalongan	>40	Regosol	824485	9116904

Sumber : Hasil analisis, 2015



Gambar 3.2 Peta Hasil Penentuan Lokasi Survey Rencana

3.4.3 Pengukuran Parameter Infiltrasi di Lapangan

Pengukuran parameter infiltrasi dilakukan secara langsung dilapangan untuk mengetahui nilai kapasitas infiltrasi yang kemudian dari nilai kapasitas infiltrasi tersebut didapatkan parameter infiltrasi. Pengukuran parameter infiltrasi menggunakan alat infiltrometer yaitu *double ring infiltrometer*. Pengukuran dilakukan pada setiap titik sampel yang sudah ditentukan. Prosedur pengukuran parameter infiltrasi adalah sebagai berikut :

- a. Memasang ring infiltrometer ganda pada titik pengamatan.
- b. Menekan dengan alat pemukul (letakkan kayu diatas ring), ring masuk 5-10 cm kedalam tanah.
- c. Memasang 1 lembar plastik di dalam ring kecil untuk menjaga kerusakan tanah pada waktu pengisian air.

- d. Mengisi ruangan antara ring besar dan ring kecil dengan air (mempertahankan penuh terus menerus saat pengukuran).
- e. Mengisi ring kecil dengan air secara berhati-hati.
- f. Memulai pengukuran dengan menarik keluar lembaran plastik dari dalam ring dan jalankan stopwatch.
- g. Mencatat tinggi permukaan air awal dengan melihat skala dan catat penurunan air dalam interval waktu tertentu, interval waktu tergantung kecepatan penurunan air. Dalam penelitian ini digunakan interval penurunan air tiap 5 menit.
- h. Menambahkan air, bila tinggi muka air 5 cm dari permukaan tanah dan catat tinggi permukaan air awal, ulangi sampai terjadi penurunan air konstan dalam waktu yang sama (mencapai konstan 3-6 jam).

(Balai Penelitian Tanah, 2005)

3.4.4 Parameter Infiltrasi Metode Horton

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

a. Laju Infiltrasi Awal (f_0)

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

b. Laju Infiltrasi Akhir (f_c)

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

c. Ketetapan Untuk Jenis Tanah dan Permukaannya (k)

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

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

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

dilogaritmakan sisi kiri dan kanan,

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

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

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

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

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

Menggunakan persamaan umum liner, $y = m X + C$, sehingga :

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

Mengambil persamaan, $m = -1/(K \log e)$, maka

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

Atau $k = -1/0,434 m$, dimana $m = \text{gradien}$

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

3.4.5 Perhitungan Laju Infiltrasi Konstan dan Volume Total Laju Infiltrasi

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

turunan dari infiltrasi kumulatif $F(t)$. Dengan kata lain, laju infiltrasi $f(t)$ adalah sama dengan kemiringan kurva $F(t)$ pada waktu (t) dengan satuan mm/jam. Rumus yang digunakan adalah $F(t) = \int_0^t f c + (f_0 - f c) e^{-kt} dt$.

3.4.6 Pemetaan Persebaran Laju Infiltrasi

Pemetaan nilai laju infiltrasi menggunakan software *ArcView* GIS. Sebaran laju infiltrasi pada lokasi penelitian ini menggunakan metode interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighting*). Penelitian terdahulu oleh Junita Monika, 2012 dengan judul “Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode *Inverse Distance Weighted (IDW)*, *Natural Neighbor* Dan *Spline*” dan Gatot, 2008 dengan judul “Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Maros, Sulawesi Selatan” menyimpulkan bahwa hasil interpolasi yang dinilai lebih baik digunakan adalah metode interpolasi IDW. Oleh karena itu pada penelitian ini pemetaan persebaran laju infiltrasi menggunakan metode interpolasi IDW. Pengolahan data spasial menggunakan metode interpolasi dalam pembuatan garis isohyetnya. Metode interpolasi merupakan metode yang digunakan untuk menduga nilai-nilai yang tidak diketahui pada lokasi yang berdekatan, titik-titik yang berdekatan dapat berjarak teratur ataupun tidak teratur. Tahap-tahap pembuatan peta persebaran laju infiltrasi menggunakan Interpolasi IDW yaitu sebagai berikut.

a. Pembuatan peta hasil survey (*overlays*)

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

1. Titik koordinat hasil survey (*overlays*) dan peta administrasi Sub DAS Tenggarang diketik didalam *tables* yang ada di dalam *ArcView*.
2. *Tables* ini terdiri dari nama-nama *field* (kolom) dan *records* (baris) yang berisi keterangan dari *field-field* yang ada.
3. Proses selanjutnya adalah menampilkan data ini ke dalam sebuah *view* dengan cara memilih menu *view* dan sub menu *add event theme*, selanjutnya

convert ke dalam bentuk shapefile (*.shp) dengan cara memilih menu *Theme-Convert To Shapefile*

b. Pembuatan Peta Interpolasi IDW

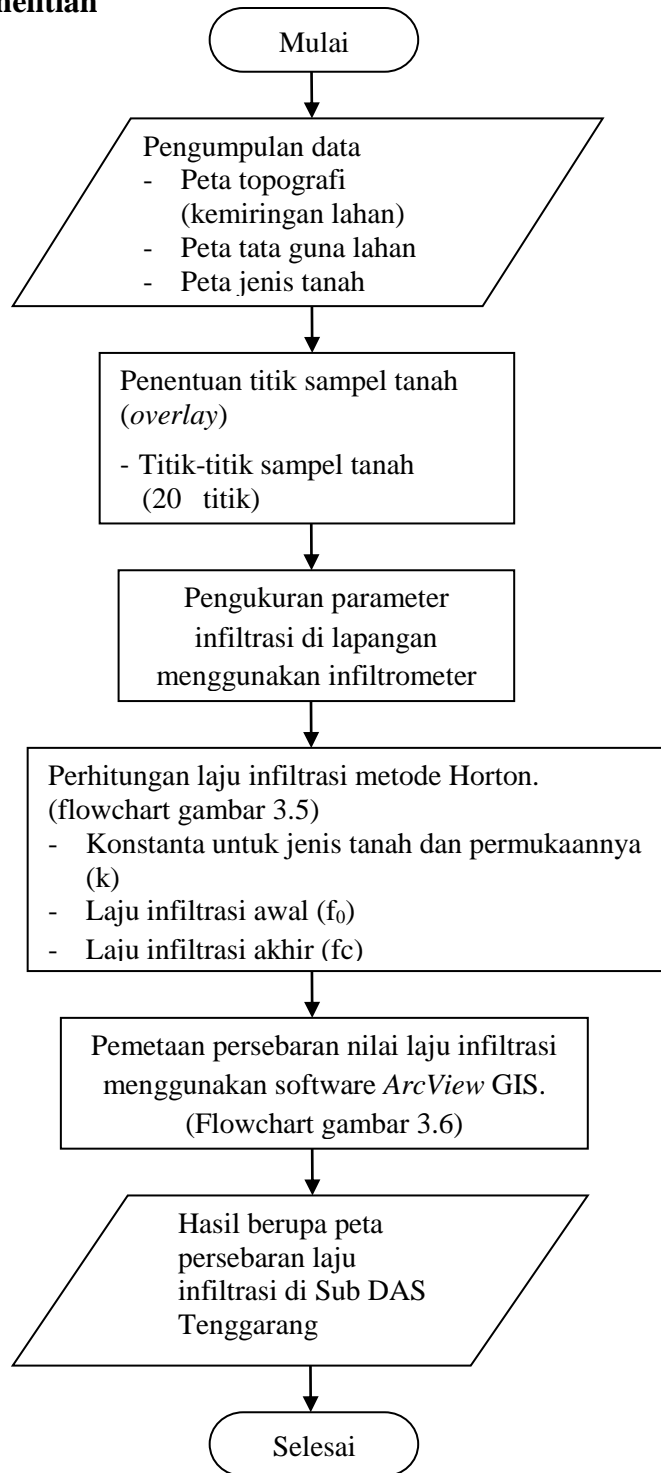
Metode interpolasi IDW memiliki asumsi bahwa setiap titik *input* mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Setelah *theme* peta penyebaran titik lokasi survey dan data peta administrasi Sub DAS Tenggara dalam *view* serta proses koneksi dilakukan maka langkah selanjutnya adalah :

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

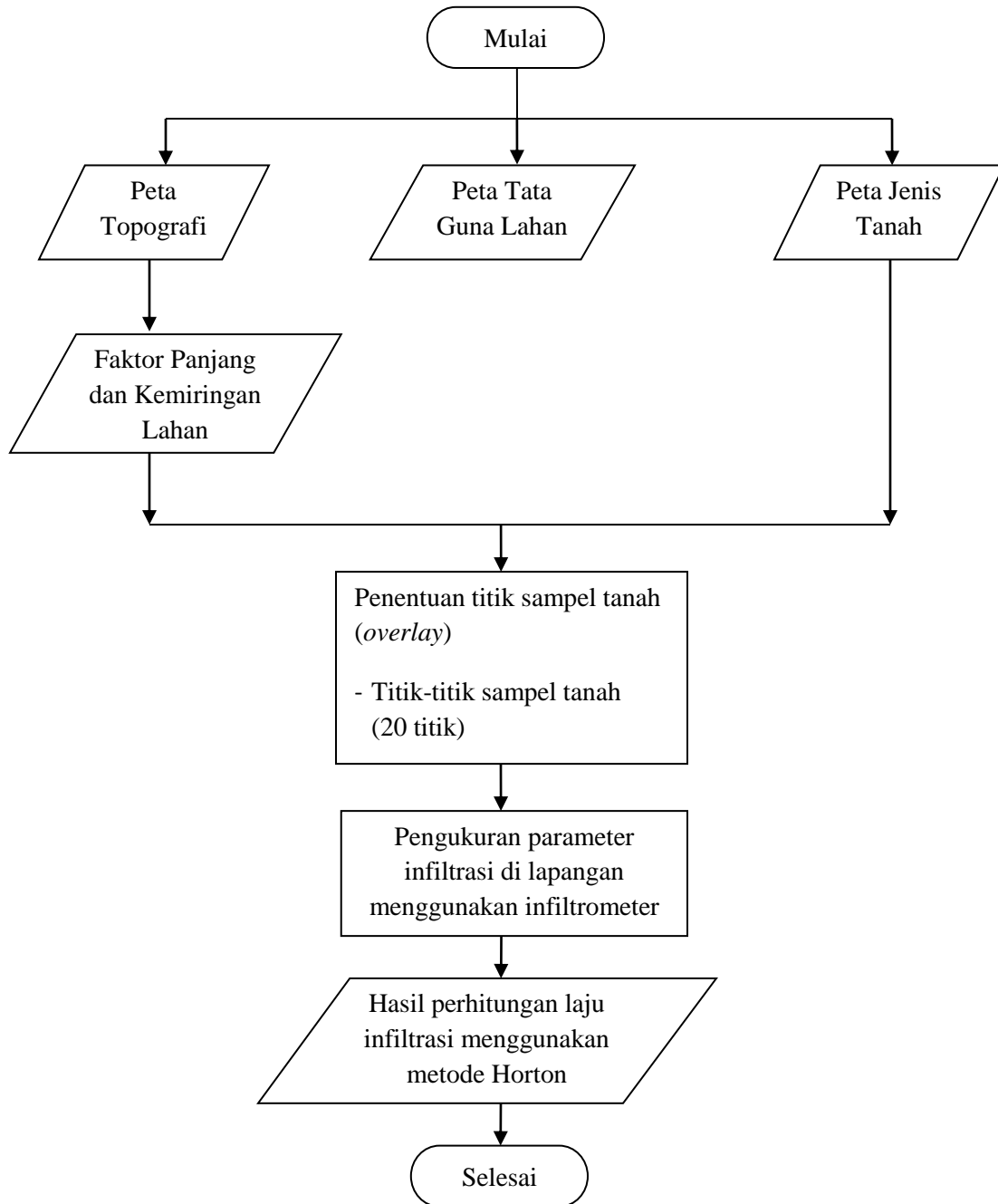
3.4.7 Membuat *Layout* Peta Keseluruhan

Layout peta dilakukan dengan menggunakan *software* Arc Gis. Adapun yang harus tertera dalam hasil layout yaitu garis grid koordinat (UTM), judul peta, legenda, skala pada peta, serta tampilan peta yang akan disajikan, yang berasal dari hasil pengolahan dan analisis pada *ArcView* berupa file shp.

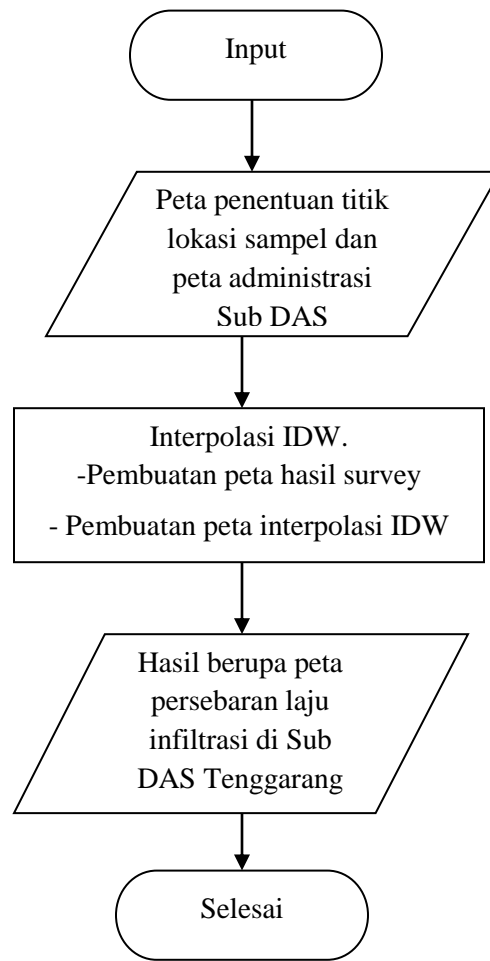
3.5 Alur Penelitian



Gambar 3.3 Flowchart Alur Penelitian



Gambar 3.4 Flowchart Perhitungan Laju Infiltrasi



Gambar 3.5 Flowchart Peta Persebaran Laju Infiltrasi