

Proposal Hibah SPADA UMY 2018



**Mata Kuliah:
Hidrologi Terapan (TSH 5405)
Kelas C dan D**

**Oleh:
Puji Harsanto, PhD
NIK: 19740607201404 123 064
NIDN: 0607067401**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN IDENTIFIKASI MATA KULIAH DAN DOSEN

Identifikasi Mata Kuliah:

- a. Kode Mata Kuliah : TSH 5405
- b. Nama Mata Kuliah : Hidrologi Terapan TSH 5405 Kelas C dan D
- c. SKS Mata Kuliah : 4 SKS
- d. Semester Mata Kuliah : Gasal
- e. Keterangan Mata Kuliah : Wajib

Identifikasi Dosen:

Dosen Pengampu Mata Kuliah 1

- a. Nama Lengkap : Puji Harsanto, ST., MT., PhD
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIK : 19740607201404 123 064
- d. NIDN : 0607067401
- e. Fakultas/ Prodi : Teknik / Teknik Sipil
- f. HP/E-mail : 08112618825 / puji_hr@umy.ac.id
- g. Alamat e-learning : <https://learning.eng.umy.ac.id/course/view.php?id=465>

LEMBAR PENGESAHAN

Program yang Diusulkan : Hibah Penyelenggara SPADA UMY 2018
Perguruan Tinggi Penyelenggara : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Mata Kuliah : Hidrologi Terapan (TSH 5405) Kelas C dan D
Program Studi : Teknik Sipil
Koordinator Pelaksana
– Nama : Puji Harsanto, ST., MT., PhD
– Email : puji_hr@umy.ac.id
– HP : 08112618825
Biaya yang Disusulkan : Rp. 10.000.000,00
(sepuluh juta rupiah)

Yogyakarta, 31 Juli 2018

Mengetahui

Ketua Program Studi




Prof. Agus Setyo M., ST., M.Eng.Dr. Eng
NIK: 1975081419994 123 040

Pelaksana MK Daring
Hidrologi Terapan



Puji Harsanto, ST., MT., PhD
NIK: 19740607201404 123 064

Menyetujui
Dekan FT UMY




Jazaul Ikhsan, ST., MT., PhD
NIK: 19720524199804 123037

DAFTAR ISI

HALAMAN IDENTIFIKASI MATA KULIAH DAN DOSEN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI.....	iii
1. RINGKASAN EKSEKUTIF	1
2. LATAR BELAKANG	1
3. DASAR PEMIKIRAN	2
4. TUJUAN.....	2
5. SASARAN PENGGUNA.....	2
6. JADWAL.....	2
7. RENCANA PELAKSANAAN KEGIATAN PERKULIAHAN	3
8. PENUTUP	3
LAMPIRAN 1 PETA CAPAIAN PEMBELAJARAN	4
LAMPIRAN 2 RENCANA PEMBELAJARAN.....	5
LAMPIRAN 3 MATERI PEMBELAJARAN.....	11
LAMPIRAN 4 SISTEM PENILAIAN	55

1. RINGKASAN EKSEKUTIF

Kurikulum Program Studi Teknik Sipil disusun untuk menghasilkan lulusan yang mampu merancang gedung lantai 10, mampu merancang geometri jalan dan mampu merancang bangunan pengendali banjir. Hal tersebut tertuang dalam tiga mata kuliah Perancangan Struktur, Perancangan Jalan dan Perancangan Keairan. Ketiga mata kuliah tersebut sebagai mata kuliah pencirian Prodi Teknik Sipil FT UMY.

Mata kuliah Hidrologi Terapan adalah salah satu mata kuliah yang mendukung dalam tugas besar mata kuliah Perancangan Keairan. Mata kuliah ini mengajarkan mahasiswa untuk memahami tentang siklus hidrolgi, membuat peta DAS, mengolah data hujan, membuat hidrograf satuan dan membuat hidrograf banjir rancangan. Banjir rancangan adalah parameter utama yang digunakan dalam merancang suatu bangunan air. Dengan memahami dasar perencanaan bangunan air maka secara umum mahasiswa diharapkan mampu memahami konsep pengelolaan sumber daya air secara umum.

Analisa dalam mengolah data hujan dilanjutkan membuat hidrograf satuan dan hidrograf banjir rancangan adalah suatu rangkaian hitungan yang berkelanjutan, sehingga pembelajaran di kelas tidak cukup, diperlukan latihan dan belajar mandiri oleh mahasiswa, dalam hal ini belajar yang tidak dibatasi oleh ruang kelas dan waktu. Metode pembelajaran dengan e-learning, mahasiswa diberi kesempatan untuk belajar mandiri dengan panduan yang diberikan kemudian melakukan latihan soal di luar kelas. Dengan demikian mahasiswa dapat belajar terus, berusaha untuk menyelesaikan masalah dan lebih mandiri.

2. LATAR BELAKANG

Mata kuliah Hidrologi Terapan yang diajukan dalam hibah SPADA UMY 2018 memerlukan tambahan proses pembelajaran melalui e-learning dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Mata kuliah hidrologi Terapan merupakan mata kuliah wajib untuk menunjang mata kuliah pencirian Prodi Teknik Sipil, yaitu Mata Kuliah Perancangan Keairan. Tugas yang dihasilkan pada mata kuliah Hidrologi Terapan sebagai bahan atau input dalam Tugas Besar Mata Kuliah Perancangan Keairan.
- Memberi penjelasan dengan bantuan video sangat membantu mahasiswa dalam memahami materi. Akan tetapi memutar video di dalam kelas juga terbatas waktunya. Mahasiswa sebenarnya bisa mencari video di internet, akan tetapi perlu diberi arahan agar tepat sesuai materi.
- Materi Pembuatan DAS dengan ArcGis sangat kurang jika hanya dijelaskan dengan papan tulis atau power point di kelas, sehingga perlu diberi tambahan penjelasan materi berupa video pembuatan DAS di elearning. Dengan demikian mahasiswa dapat mempelajari di luar kelas dan jadwal kuliah.
- Menjelaskan langkah perhitungan dalam kelas adalah hal utama dalam perkuliahan, akan tetapi perhitungan dalam mata kuliah hidrologi terapan adalah suatu hitungan berantai yang panjang, sebagai contoh hasil hitungan pada minggu

pertama digunakan sebagai input dalam materi minggu ke dua dan seterusnya, sehingga perlu latihan yang banyak dan berulang ulang. Sangat memungkinkan mahasiswa harus kembali menghitung di mana materinya sudah diberikan pada minggu sebelumnya. Dengan memberi banyak latihan soal dengan media e-learning dengan variasi soal yang banyak, maka mahasiswa dapat belajar sendiri atau mengulang latihan soal pada materi minggu sebelumnya jika diperlukan, hal ini akan sangat membantu mahasiswa memahami dan menyelesaikan permasalahan.

- Forum yang ada dalam fitur e-learning juga diharapkan dapat membantu dosen dalam menjelaskan pertanyaan kapanpun dan dimanapun. Beberapa mahasiswa ada yang menanyakan permasalahan melalui media sosial, hal ini mejadi kurang efektif jika penjelasan memerlukan tulisan yang panjang atau gambar.
- Salah satu kendala dengan pembelajaran offline adalah penyerahan hasil evaluasi belajar atau penilaian yang tidak tepat waktu. Beberapa fitur e-learning juga memberikan peluang untuk mempercepat hasil evaluasi, atau setelah ujian selesai mahasiswa dapat langsung melihat hasilnya. Sehingga jika mahasiswa ada yang mau mengajukan complain dapat segera dilakuakn. Hal ini dapat menjadikan system evaluasi kepada mahasiswa yang lebih transparan dan cepat.

3. DASAR PEMIKIRAN

Konsep yang dirancang oleh pengajar adalah dengan memberikan materi, soal-soal penyelesaian, latihan soal dan soal uji kompetensi diunduh dan dikerjakan oleh mahasiswa melalui learning.eng.umy.ac.id. Materi pembelajaran dan soal-soal penyelesain dapat diunduh dan dapat digunakan mahasiswa secara mandiri. Latihan soal yang disertai kunci jawaban diberikan di e-learning dengan harapan mahasiswa dapat mengerjakan soal di rumah atau di luar kelas, dan jika ada hal yang tidak paham atau kurang paham, mahasiswa dapat menanyakan pada forum yang disediakan di laman e-learning.

4. TUJUAN

Tujuan pembelajaran dengan daring mata kuliah Hidrologi Terapan kelas C dan D adalah sebagai berikut:

- Melakukan perkuliahan mata kuliah Hidrologi Terapan kelas yang didukung dengan pembelajaran DARING.
- Mendukung universitas yang sudah mencanangkan sebagai universitas yang menggunakan metode daring dalam proses pembelajaran.
- Mahasiswa dapat melihat hasil evaluasi dengan cepat.
- Meningkatkan rata-rata Indek Prestasi Kumulatif prodi.
- Mengurangi rata-rata lama waktu studi mahasiswa.

5. SASARAN PENGGUNA

Mahasiswa Hidrologi Terapan Kelas C dan D

6. JADWAL

Mata kuliah Hidrologi Terapan adalah salah satu mata kuliah wajib di Kelompok Bidang Keahlian Keairan, yang mempunyai kredit 4 sks. Proses perkuliahan dalam satu semester

adalah 16 minggu atau 16 kali pertemuan. Jadwal pelaksanaan perkuliahan seperti dijelaskan Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Jadwal perkuliahan Hidrologi Terapan Kelas C dan D

No.	Kegiatan	September 2018			Oktober 2018				November 2018				Desember 2018				Januari 2019		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	Pembuatan kelas dan <i>upload teacher</i> dan <i>student</i> di <i>learning.eng.umy.ac.id</i>																		
2	Persiapan materi kuliah <i>power point</i> dan media lain																		
3	Pembuatan bank soal <i>elearning</i>																		
4	Pembuatan kuis <i>elearning</i> (metode <i>calculated</i> , <i>essay</i> dan <i>submission</i>)																		
5	Perkuliahan kelas																		
6	Uji Kompetensi 1, Tugas 1 dan remidi																		
7	Uji Kompetensi 2, Tugas 2 dan remidi																		
8	Uji Kompetensi 3, Tugas 3 dan remidi																		
9	Uji Kompetensi 4, Tugas 4 dan remidi																		
10	Penyerahan nilai akhir																		

7. RENCANA PELAKSANAAN KEGIATAN PERKULIAHAN

Peta capaian pembelajaran, rencana pelaksanaan perkuliahan, materi dan sistem penilaian dapat dilihat pada Lampiran 1, 2, 3 dan 4.

8. PENUTUP

Demikian proposal ini dibuat dalam rangka pelaksanaan kuliah daring Hidrologi Terapan kelas C dan D. Harapannya agar dapat membantu proses pembelajaran mahasiswa dan lebih jauh lagi dengan terlaksananya kuliah daring ini dapat menaikkan indeks prestasi kumulatif (IPK) mahasiswa dan menurunkan rata-rata lama studi mahasiswa. Atas disetujuiannya proposal ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

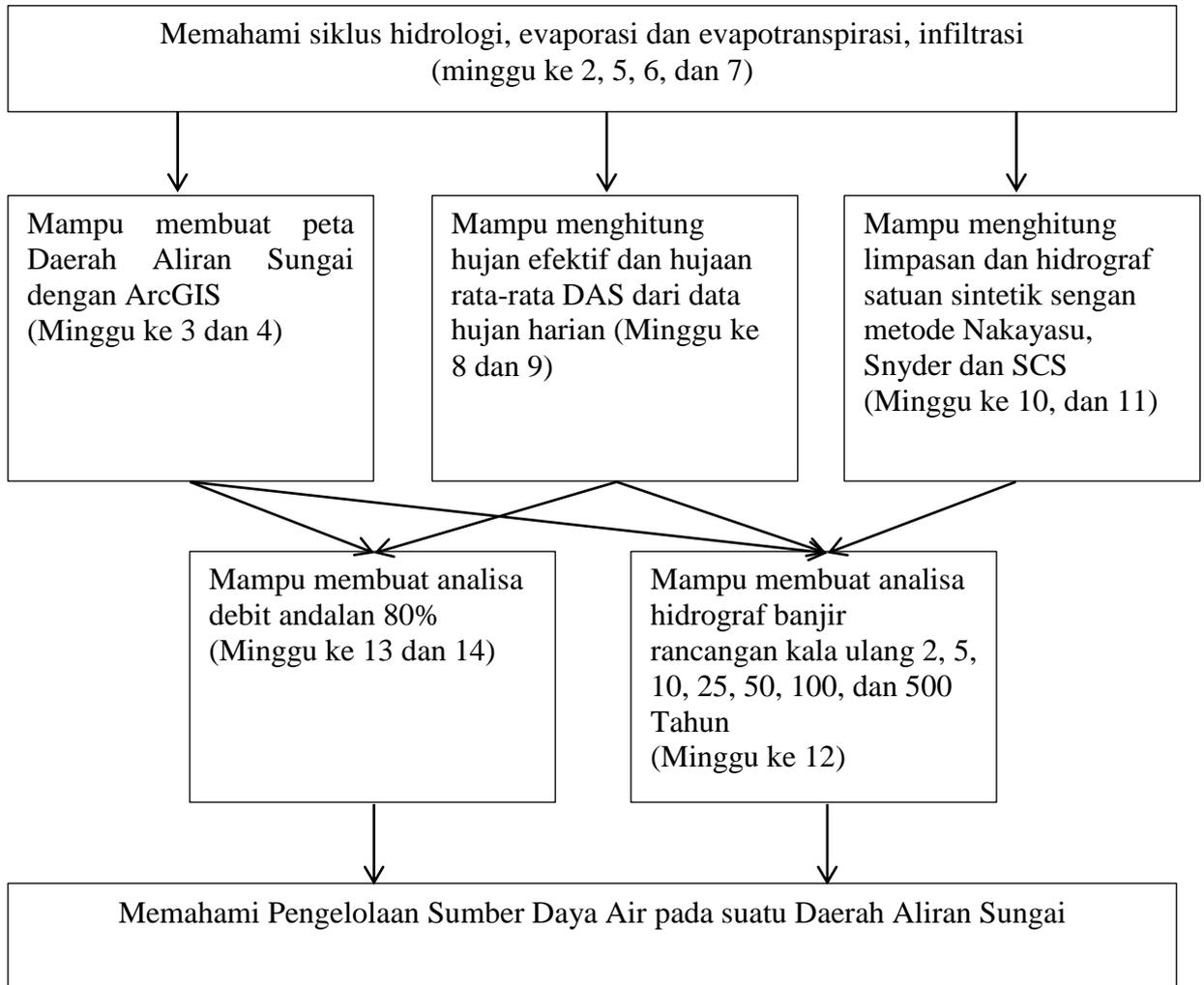
Yogyakarta, 31 Juli 2018
Pelaksanaan Mata Kuliah
Hidrologi Terapan Kelas C dan D



Puji Harsanto, ST., MT., PhD
NIK: 19740607201404 123 064

LAMPIRAN 1 PETA CAPAIAN PEMBELAJARAN

Peta capaian pembelajaran selama 16 minggu dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Peta capaian pembelajaran

LAMPIRAN 2 RENCANA PEMBELAJARAN

a. Minggu ke 1

- Tema: Pendahuluan Perkuliahan
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami kontrak belajar
 - Memahami RPS
 - Memahami penggunaan learning.eng.umsida.ac.id
 - Memahami aturan-aturan pembelajaran
 - Mahasiswa memahami keterkaitan mata kuliah Hidrologi Terapan dengan mata kuliah Mekanika Fluida dan Perancangan Keairan.
- Metode Pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dengan powerpoint
 - Berdiskusi
 - Praktek menggunakan learning.eng.umsida.ac.id pada mata kuliah Hidrologi Terapan kelas C dan D

b. Minggu ke 2

- Tema: Siklus Hidrologi
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Mampu menjelaskan proses perjalanan air dari jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan, kemudian mengalir di sungai dan akhirnya sampai ke laut dan menguap kembali menjadi awan hujan.
 - Mampu menjelaskan pengertian evaporasi, infiltrasi, evapotranspirasi, dan perkolasi.
 - Mampu menjelaskan konsep dasar hidrologi berupa keseimbangan air dan siklus hidrologi, hubungan antara komponen yang ada dalam siklus hidrologi.
 - Mampu menjelaskan konsep debit aliran dalam siklus hidrologi dan menjelaskan peranan debit aliran dalam suatu perencanaan struktur keairan.
 - mampu menjelaskan siklus air dan prosesnya kemudian menerapkan persamaan keseimbangan air untuk berbagai masalah hidrologi di lapangan.
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Mahasiswa diberi penjelasan melalui video untuk mempermudah pemahaman

c. Minggu ke 3

- Tema: Daerah Aliran Sungai
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Laporan hasil pembuatan peta DAS
 - Mahasiswa memahami pengertian DAS dalam arti riilnya.
 - Mampu menggambar DAS dari peta kontur yang diunduh dari portal.indonesia.go.id
 - Tugas mahasiswa:
 - Download peta kontur dari portal.indonesia.go.id
 - Membuat peta DAS (tugas kelompok) dengan ArcGis dengan titik control point sudah ditentukan.
 - Masing-masing mahasiswa mengupload peta DAS di learning.eng.umsida.ac.id.
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint

- Mahasiswa diberi penjelasan melalui video untuk mempermudah pemahaman
- Mahasiswa praktek membuat peta DAS dengan kontur yang sederhana dan hasil diupload di learning.eng.umy.ac.id.
- Konsultasi dengan forum di learning.eng.umy.ac.id.

d. Minggu ke 4

- Tema: Daerah Aliran Sungai
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Laporan hasil pembuatan peta DAS
 - Mahasiswa memahami pengertian DAS dalam arti riilnya.
 - Mampu menggambar DAS dari peta kontur yang diunduh dari portal.indonesia.go.id
 - Tugas mahasiswa:
 - Download peta kontur dari portal.indonesia.go.id
 - Membuat peta DAS (tugas kelompok) dengan ArcGis dengan titik control point sudah ditentukan.
 - Masing-masing mahasiswa mengupload peta DAS di learning.eng.umy.ac.id.
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Mahasiswa diberi penjelasan melalui video untuk mempermudah pemahaman
 - Mahasiswa praktek membuat peta DAS dengan kontur yang sederhana dan hasil diupload di learning.eng.umy.ac.id

e. Minggu ke 5

- Tema: Evaporasi dan Evapotranspirasi
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mampu menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mengetahui kegunaan nilai evaporasi dan evapotranspirasi dalam perencanaan bangunan air
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama dikelas menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mahasiswa latihan soal menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi di learning.eng.umy.ac.id.
 - Konsultasi dengan forum di learning.eng.umy.ac.id.

f. Minggu ke 6

- Tema: Evaporasi dan Evapotranspirasi
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mampu menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mengetahui kegunaan nilai evaporasi dan evapotranspirasi dalam perencanaan bangunan air
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama dikelas menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mahasiswa latihan soal menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi di learning.eng.umy.ac.id.

- Uji Kompetensi 1 dan Tugas 1:
 - Mengerjakan soal menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi di learning.eng.ummy.ac.id
 - Mengupload Tugas 1 yaitu peta DAS di learning.eng.ummy.ac.id

g. Minggu ke 7

- Tema: Infiltrasi
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses infiltrasi
 - Memahami cara mengukur nilai infiltrasi di lapangan
 - Mampu menghitung nilai infiltrasi dengan metode Penman Modifikasi dan Horton
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama dikelas menghitung infiltrasi
 - Mahasiswa latihan soal menghitung nilai infiltrasi di learning.eng.ummy.ac.id.
 - Remidi Uji Kompetensi 1 di learning.eng.ummy.ac.id.

h. Minggu ke 8

- Tema: Hujan
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses terjadinya hujan
 - Memahami cara mengukur hujan di lapangan dan satuan hujan
 - Memahami cara mendapatkan data hujan
 - Memahami proses hujan menjadi debit aliran di sungai atau saluran
 - Mampu mengolah data hujan menjadi data hujan rancangan tertentu dengan metode Analisa Frekuensi
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung hujan rata-rata DAS
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung hujan rancangan dengan metode Analisa Frekuensi
 - Konsultasi dengan forum di learning.eng.ummy.ac.id.

i. Minggu ke 9

- Tema: Hujan
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses terjadinya hujan
 - Memahami cara mengukur hujan di lapangan dan satuan hujan
 - Memahami cara mendapatkan data hujan
 - Memahami hujan efektif
 - Memahami proses hujan menjadi limpasan langsung dan akhirnya debit aliran di sungai atau saluran
 - Mampu mengolah data hujan menjadi data hujan rancangan tertentu dengan metode Analisa Frekuensi
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint

- Latihan soal bersama di kelas menghitung hujan rata-rata DAS
- Latihan soal bersama di kelas menghitung hujan rancangan dengan metode Analisa Frekuensi di learning.eng.umy.ac.id.
- Uji Kompetensi 2 dan Tugas 2:
 - Mengerjakan soal menghitung hujan rata-rata DAS di learning.eng.umy.ac.id
 - Mengupload Tugas 2 yaitu hujan rata-rata DAS dengan DAS yang diperoleh dari Tugas 1 di learning.eng.umy.ac.id.

j. Minggu ke 10

- Tema: Limpasan (*Runoff*)
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses terjadinya limpasan langsung
 - Memahami proses hujan menjadi limpasan langsung dan akhirnya menjadi debit aliran di sungai atau saluran
 - Mampu menghitung limpasan langsung dari data hujan harian atau hujan jam-jaman
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung limpasan langsung dengan Metode Rasional di learning.eng.umy.ac.id.
 - Remidi Uji Kompetensi 2 di learning.eng.umy.ac.id.

k. Minggu ke 11

- Tema: Hidrograf Aliran
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses terjadinya limpasan langsung
 - Memahami proses hujan menjadi limpasan langsung dan akhirnya menjadi debit aliran (hidrograf) di sungai atau saluran
 - Mampu membuat hidrograf satuan dari data hujan harian atau hujan jam-jaman
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung limpasan langsung dengan Nakayasu, Snyder dan SCS
 - Konsultasi dengan forum di learning.eng.umy.ac.id.

l. Minggu ke 12

- Tema: Hidrograf Aliran
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses terjadinya limpasan langsung
 - Memahami proses hujan menjadi limpasan langsung dan akhirnya menjadi debit aliran (hidrograf) di sungai atau saluran
 - Mampu membuat hidrograf satuan dari data hujan harian atau hujan jam-jaman
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint

- Latihan soal bersama di kelas menghitung limpasan langsung dengan Nakayasu, Snyder dan SCS di learning.eng.umy.ac.id.
- Hidrograf Aliran
- Uji Kompetensi 3 dan Tugas 3:
 - Mengerjakan soal menghitung debit banjir rancangan
 - Mengupload Tugas 3 yaitu membuat grafik hidrograf banjir rancangan dari Tugas 2 di learning.eng.umy.ac.id.

m. Minggu ke 13

- Tema: Debit Andalan
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami apa yang dimaksud debit andalan dan kegunaannya dalam irigasi
 - Memahami kalibrasi data lapangan dengan data perkiraan (data hasil hitungan).
 - Mampu menghitung debit andalan dengan metode Mock
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung debit andalan dengan metode Mock
 - Remidi Uji Kompetensi 3 di learning.eng.umy.ac.id.

n. Minggu ke 14

- Tema: Debit Andalan
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami apa yang dimaksud debit andalan dan kegunaannya dalam irigasi
 - Memahami kalibrasi data lapangan dengan data perkiraan (data hasil hitungan).
 - Mampu menghitung debit andalan dengan metode Mock
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung debit andalan dengan metode Mock di learning.eng.umy.ac.id.

o. Minggu ke 15

- Tema: Pengelolaan Sumber Daya Air
- Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami pengelolaan sumber daya air pada suatu wilayah DAS
- Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
- Uji Kompetensi 4 dan Tugas 4:
 - Uji Kompetensi materi Pengelolaan Sumber Daya Air model essay
 - Mengupload Tugas 4 yaitu membuat debit andalan dengan model mock di learning.eng.umy.ac.id.

p. Minggu ke 16

- Tema: Evaluasi pembelajaran secara komprehensif
- Metode: responsi
- Remidi Uji Kompetensi 4 di learning.eng.umy.ac.id.

LAMPIRAN 3 MATERI PEMBELAJARAN

A. TEMA: SIKLUS HIDROLOGI

- a. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Mampu menjelaskan proses perjalanan air dari jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan, kemudian mengalir di sungai dan akhirnya sampai ke laut dan menguap kembali menjadi awan hujan.
 - Mampu menjelaskan pengertian evaporasi, infiltrasi, evapotranspirasi, dan perkolasi.
 - Mampu menjelaskan konsep dasar hidrologi berupa keseimbangan air dan siklus hidrologi, hubungan antara komponen yang ada dalam siklus hidrologi.
 - Mampu menjelaskan konsep debit aliran dalam siklus hidrologi dan menjelaskan peranan debit aliran dalam suatu perencanaan struktur keairan.
 - mampu menjelaskan siklus air dan prosesnya kemudian menerapkan persamaan keseimbangan air untuk berbagai masalah hidrologi di lapangan.
- b. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Mahasiswa diberi penjelasan melalui video untuk mempermudah pemahaman

B. MATERI:

1.1. Pengertian Umum

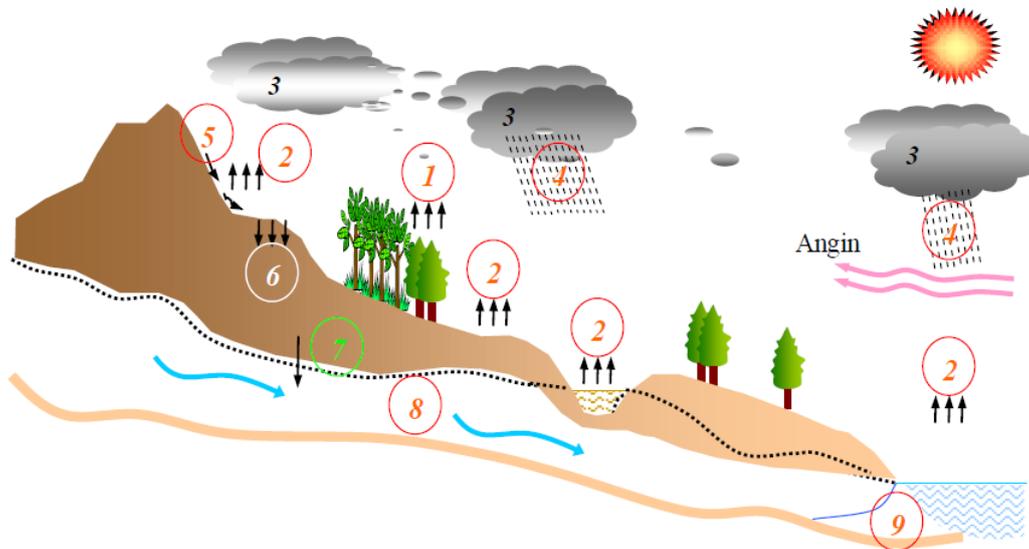
Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya pergerakan dan distribusi air di bumi, baik di atas, pada maupun di bawah permukaan bumi, tentang sifat fisik, kimia air, dan reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya terhadap kehidupan. Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi.

1. Macam-Macam Siklus Hidrologi

- a. Siklus Pendek / Siklus Kecil
 - 1) Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari
 - 2) Terjadi kondensasi dan pembentukan awan
 - 3) Turun hujan di permukaan laut
- b. Siklus Sedang
 - 1) Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari
 - 2) Terjadi kondensasi
 - 3) Uap bergerak oleh tiupan angin ke darat
 - 4) Pembentukan awan
 - 5) Turun hujan di permukaan daratan
 - 6) Air mengalir di sungai menuju laut kembali
- c. Siklus Panjang / Siklus Besar
 - 1) Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari
 - 2) Uap air mengalami sublimasi
 - 3) Pembentukan awan yang mengandung kristal es
 - 4) Awan bergerak oleh tiupan angin ke darat
 - 5) Pembentukan awan
 - 6) Turun salju
 - 7) Pembentukan gletser
 - 8) Gletser mencair membentuk aliran sungai

9) Air mengalir di sungai menuju darat dan kemudian ke laut

1.2 Unsur-Unsur Siklus Hidrologi



Gambar 1.1 Siklus Hidrologi

(http://UBLY8KHbHVDBIQ_AUICsgC&biw=1252&bih=602#tbm=isch&q=daur+hidrologi&imgrc=FrA7eNv1F8_g8M%3A)

Unsur-unsur utama dalam siklus hidrologi :

1. Transpirasi (penguapan air yang terkandung dalam tumbuhan)
2. Evaporasi (penguapan dari badan air secara langsung).
3. Kondensasi (proses perubahan wujud uap air menjadi titik-titik air sebagai hasil pendinginan).
4. Presipitasi (segala bentuk curahan atau hujan dari atmosfer ke bumi yang meliputi hujan air, hujan es, hujan salju)
5. Limpasan (Run off / air yang mengalir di atas permukaan tanah melalui parit, sungai, hingga menuju ke laut)
6. Infiltrasi (air yang jatuh ke permukaan tanah dan meresap ke dalam tanah)
7. Perkolasi (air yang meresap terus sampai ke kedalaman tertentu hingga mencapai air tanah atau Groundwater)
8. Aliran air tanah (Groundwater)
9. Intrusi air asin (salt water intrusion)

A. TEMA: DAERAH ALIRAN SUNGAI

1. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Laporan hasil pembuatan peta DAS
 - Mahasiswa memahami pengertian DAS dalam arti riilnya.
 - Mampu menggambar DAS dari peta kontur yang diunduh dari portal.indonesia.go.id
 - Tugas mahasiswa:
 - Download peta kontur dari portal.indonesia.go.id
 - Membuat peta DAS (tugas kelompok) dengan ArcGis dengan titik control point sudah ditentukan.
 - Masing-masing mahasiswa mengupload peta DAS di learning.eng.umy.ac.id.
2. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan di kelas dengan modul atau powerpoint
 - Mahasiswa diberi penjelasan melalui video untuk mempermudah pemahaman
 - Mahasiswa praktek membuat peta DAS

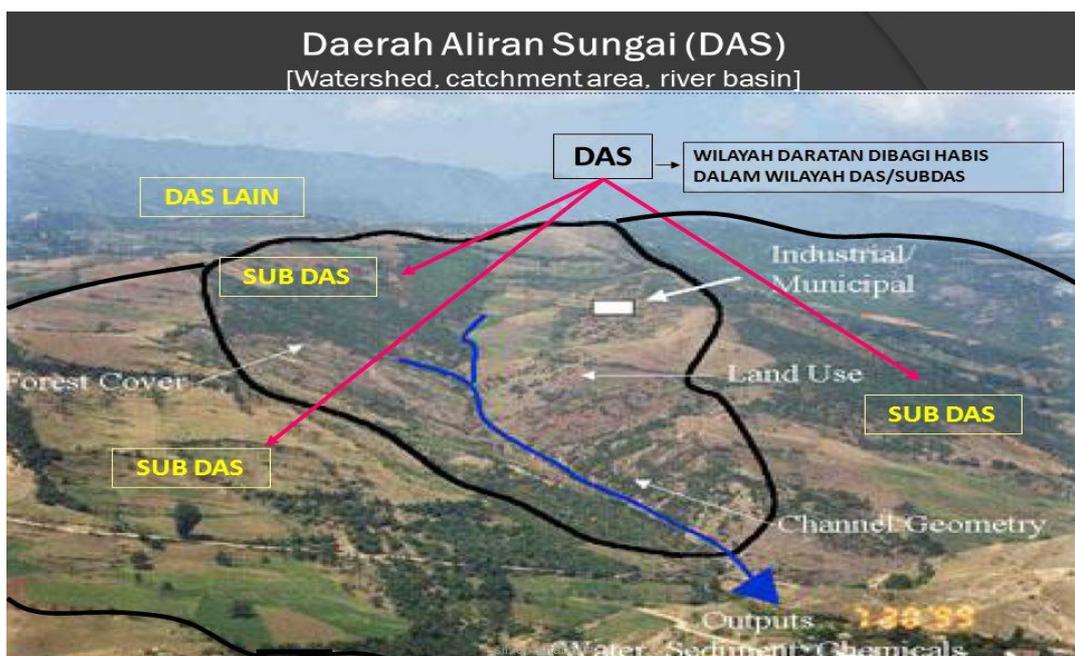
B. MATERI:

2.1. Pengertian Umum

Daerah Aliran Sungai disingkat DAS ialah suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air yang berasal dari air hujan yang jatuh, terkumpul dalam kawasan tersebut. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai (Triatmodjo.2008).

Kawasan DAS terbagi dalam beberapa Sub DAS yaitu suatu wilayah daratan yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke sungai utama melalui anak sungai atau sungai cabang.

2.2. Bentuk Daerah Aliran Sungai



Gambar 2.1 Daerah Aliran Sungai
(http://images.slideplayer.info/12/4132603/slides/slide_3.jpg)

2.3. Analisis Data DAS

A. Luas (Square method)

$$L = \text{jumlah kotak (n)} \times (\text{luas setiap kotak} \times \text{skala}) \dots\dots\dots(2.1)$$

B. Panjang dan lebar

Panjang DAS adalah sama dengan jarak datar dari muara sungai ke arah hulu sepanjang sungai induk.

$$\text{Lebar} = \text{Luas DAS} / \text{Panjang Sungai Induk} \dots\dots\dots(2.2)$$

C. Kemiringan atau Gradien Sungai

Gradien atau kemiringan sungai dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$g = \text{Jarak Vertikal} / \text{Jarak Horizontal} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

g = Gradien Sungai

J. Vertikal = Beda tinggi antara hulu dengan hilir (m)

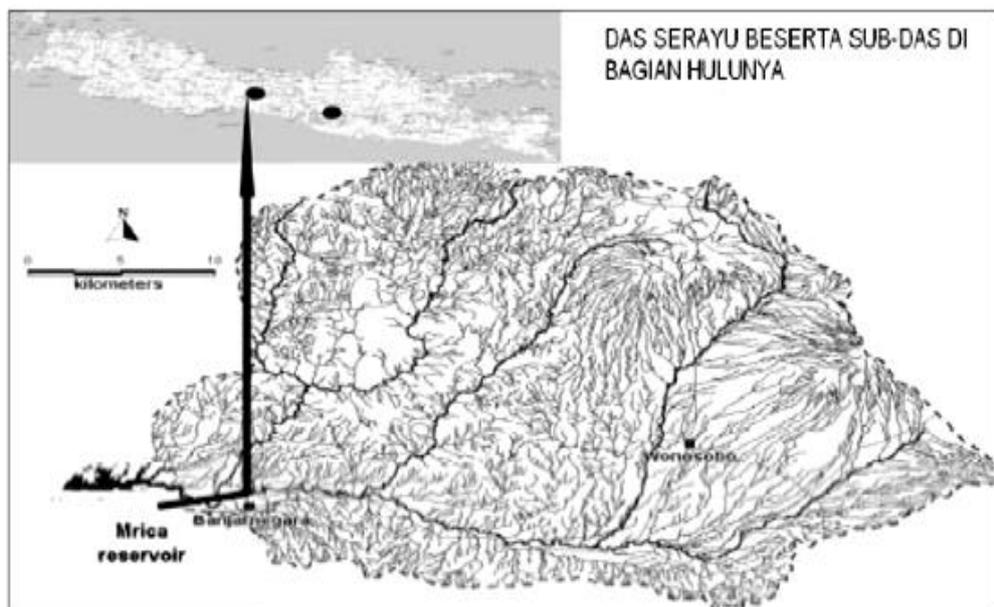
J. Horizontal = Panjang sungai induk (m)

2.4. Karakteristik Dan Kesehatan Lahan DAS

Wilayah DAS berfungsi sebagai reservoir air. Fungsinya sangat tergantung dari karakteristiknya yang meliputi kondisi lahan dan kesehatannya, dan bentuk DAS yang dimaksud dengan kesehatan DAS disini adalah gambaran kondisi lahan untuk dapat berperan dan berfungsi yang meliputi: fungsi produksi, fungsi hidrologis dan fungsi ekologis dengan baik. Ketiga fungsi tersebut saling berkaitan satu sama lain. Lahan yang sehat fungsi produksinya tentu akan memiliki fungsi hidrologis maupun fungsi ekologis yang sehat. Demikian pula lahan yang sehat fungsi hidrologisnya akan memiliki kesehatan fungsi produksi dan juga fungsi ekologis.

KONDISI GEOGRAFIS DAS SERAYU

a. Kondisi Umum Fisik Wilayah DAS



Gambar 2.2 Kondisi umum fisik wilayah DAS

2.5. Fungsi hidrologis lahan

Fungsi hidrologis lahan adalah fungsi lahan dalam mengatur tata air (menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari hujan yang jatuh di lahan). Fungsi hidrologis lahan ini ditentukan oleh faktor: (i) topografi, (ii) sifat-sifat tanah, dan (iii) vegetasi.

a. Topografi

Topografi atau kemiringan permukaan tanah/lahan berpengaruh pada infiltrasi air yang jatuh di permukaan tanah. Semakin miring lahan semakin kecil kesempatan infiltrasi karena pengaruh gravitasi. Sebaliknya semakin kecil kemiringan lahan peluang terjadinya infiltrasi semakin besar sehingga memperkecil terjadinya air limpasan.

b. Sifat-sifat tanah dan kondisi profil tanah

Sifat-sifat tanah yang paling dominan berpengaruh pada terjadinya air limpasan/banjir adalah sifat fisik tanah berupa kemampuan infiltrasi yang sangat ditentukan oleh porositas dan permeabilitas tanah di sepanjang profil. Ketebalan profil tanah yang mampu mengalirkan air hingga ke batas yang kedap air atau ke permukaan air tanah (*ground water level*) sangat menentukan besar kecilnya air limpasan. Semakin tebal solum tanah yang mampu dilewati air dengan baik akan memperbesar volume air hujan yang dapat diserap dan disimpan di dalam tanah sehingga mengurangi volume air yang akan berubah menjadi air limpasan

Tabel 2. Koefisien run-off dari berbagai kondisi wilayah tangkapan (DAS)

Vegetasi dan Topografi	Kelas Tekstur Tanah		
	Lempung berpasir	Liat dan lempung berdebu	Liat berdebu
1. Hutan:			
Datar (lereng <5%)	0,10	0,30	0,40
Bergelombang (5 - 10%)	0,25	0,35	0,50
Berbukit-bergunung (>25%)	0,30	0,50	0,60
2. Alang-alang			
Datar (lereng <5%)	0,10	0,30	0,40
Bergelombang (5 - 10%)	0,16	0,36	0,55
Berbukit-bergunung (>25%)	0,22	0,42	0,60
3. Pertanian			
Datar (lereng <5%)	0,30	0,50	0,60
Bergelombang (5 - 10%)	0,40	0,60	0,70
Berbukit-bergunung (>25%)	0,52	0,72	0,82

Sumber : Sivanappan, R.K. 1992

Gambar 2.3 Koefisien Run-off dari berbagai kondisi wilayah tangkapan (DAS)

2.6. Sistem drainase lahan

Sistem drainase lahan disini adalah gambaran kondisi dari sarana drainase alami yang ada di lahan. Sistem drainase lahan ditentukan oleh faktor: (i) bentuk DAS dan (ii) konfigurasi sungai, kemiringan dasar sungai dengan ujung pengeluaran airnya (*out-let*).

Bentuk DAS akan berpengaruh pada banyaknya dan kecepatan aliran air berkaitan dengan kemungkinan terjadinya variabilitas pada sifat-sifat tanah, kemiringan, topografi, vegetasi serta sistem drainase yang ada.

Secara umum bentuk DAS dapat di golongkan ke dalam tiga bentuk:

- a. Sempit memanjang dengan sistem percabangan sungai tersusun seperti bulu burung,
- b. Melebar (membulat atau persegi empat) dengan sistem percabangan akan terpusat pada tempat-tempat tertentu, dan
- c. Segi tiga dengan sistem percabangan sungai yang juga akan terpusat di dekat *out-let*.

DAS yang berbentuk sempit memanjang, sedimen yang tinggi juga akan merusak sarana dan fasilitas irigasi dan instalasi air minum yang ada. Sedimentasi juga akan mendangkalan sungai dan waduk. Kapasitas tampung sungai dan waduk akan berkurang dan kemampuan transportasi sungai juga terhambat.

Kondisi biofisik setiap DAS (Daerah Aliran Sungai) memiliki karakter yang berbeda yang mencerminkan tingkat kepekaan dan potensi suatu DAS. Pengumpulan data fisik dengan mencatat beberapa faktor yang dominan pada suatu wilayah akan mencerminkan karakteristik suatu DAS.

Beberapa sifat fisik :

Analisis sifat fisik dengan penginderaan jauh antara lain penutupan lahan, kemiringan lereng dan arah lereng serta analisis lebih lanjut untuk erosi dan kelas kemampuan penggunaan lahan.

Kerusakan sumber daya alam hutan (SDH) yang terjadi saat ini telah menyebabkan terganggunya keseimbangan lingkungan hidup daerah aliran sungai (DAS) seperti tercermin pada sering terjadinya erosi, banjir, kekeringan, pendangkalan sungai dan waduk serta saluran irigasi (Asdak, 1995).

Tekanan yang besar terhadap sumber daya alam oleh aktivitas manusia, salah satunya dapat ditunjukkan adanya perubahan penutupan lahan dan erosi yang begitu cepat.

A. TEMA : EVAPORASI DAN EVAPOTRANSPIRASI

1. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mampu menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mengetahui kegunaan nilai evaporasi dan evapotranspirasi dalam perencanaan bangunan air
2. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama dikelas menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi
 - Mahasiswa latihan soal menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi menggunakan e-learning
3. Uji Kompetensi:
 - Mengerjakan soal menghitung nilai evaporasi dan evapotranspirasi di learning.eng.umy.ac.id
 - Mengupload Tugas 1 yaitu peta DAS di learning.eng.umy.ac.id

B. MATERI

3.1. Pengertian Umum

Penguapan adalah proses berubahnya bentuk zat cair (air) menjadi gas (uap air) dan masuk ke atmosfer. Di dalam hidrologi, beberapa terminologi yang terkait dengan penguapan yang perlu difahami :

1. Evaporasi
2. Transpirasi
3. Evapotranspirasi

Evaporasi (Ep) adalah penguapan yang terjadi dari permukaan air (seperti laut, danau, sungai), permukaan tanah (genangan di atas tanah dan penguapan dari permukaan air tanah yang dekat dengan permukaan tanah), dan permukaan tanaman (intersepsi). Intersepsi adalah penguapan yang berasal dari air hujan yang berada pada permukaan daun, ranting dan badan tanaman.

Transpirasi (Et) adalah penguapan melalui tanaman, dimana air tanah diserap oleh akar tanaman yang kemudian dialirkan melalui batang sampai ke permukaan daun dan menguap menuju atmosfer.

Oleh karena sulitnya membedakan antara penguapan dari badan air, tanah dan tanaman, maka biasanya evaporasi dan transpirasi dicakup menjadi satu yaitu evapotranspirasi.

Evapotranspirasi dapat didefinisikan sebagai penguapan yang terjadi di permukaan lahan, yang meliputi permukaan tanah dan tanaman yang tumbuh di permukaan lahan tersebut. Apabila ketersediaan air (lengas tanah) tak terbatas, maka evapotranspirasi yang terjadi disebut evapotranspirasi potensial (ETP). Akan tetapi pada umumnya ketersediaan air di permukaan tidak tak terbatas, sehingga evapotranspirasi terjadi dengan laju lebih kecil dari evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi yang terjadi sebenarnya terjadi di suatu daerah disebut evapotranspirasi nyata

3.2. Faktor yang Mempengaruhi

1. Radiasi Matahari

Radiasi matahari merupakan sumber utama panas dan mempengaruhi jumlah evaporasi di atas permukaan bumi, yang tergantung letak pada garis lintang dan musim. Radiasi matahari di suatu lokasi bervariasi sepanjang tahun, yang tergantung pada letak lokasi (garis lintang) dan deklinasi matahari. Radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi juga dipengaruhi oleh penutupan awan.

2. Temperatur

Temperatur udara pada permukaan evaporasi sangat berpengaruh terhadap evaporasi. Semakin tinggi temperatur semakin besar kemampuan udara untuk menyerap uap air. Selain itu semakin tinggi temperatur, energi kinetik molekul air meningkat sehingga molekul air semakin banyak yang berpindah ke lapis udara di atasnya dalam bentuk uap air.

3. Kelembaban Udara

Perbedaan tekanan udara pada lapisan udara tepat di atas permukaan air yang lebih rendah di banding tekanan pada permukaan air menyebabkan terjadinya penguapan. Pada waktu penguapan terjadi, uap air bergabung dengan udara di atas permukaan air, sehingga udara mengandung uap air.

4. Kecepatan Angin

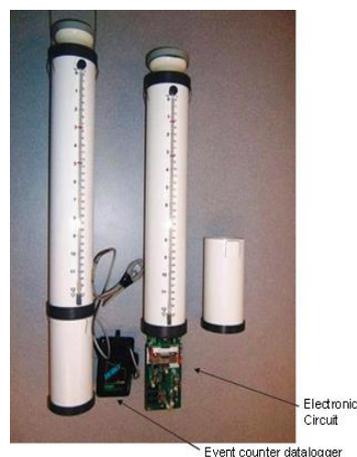
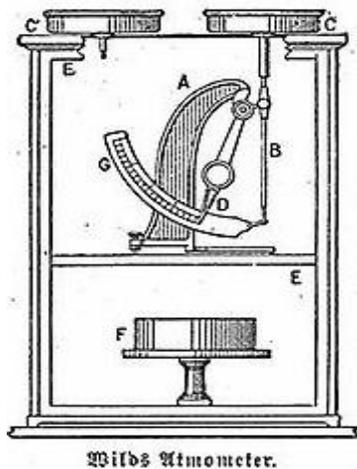
Kecepatan angin merupakan faktor penting dalam evaporasi. Di daerah terbuka dan banyak angin, penguapan akan lebih besar daripada di daerah yang terlindung dan udara diam, Angin memicu pergantian lapisan udara di atas permukaan air.

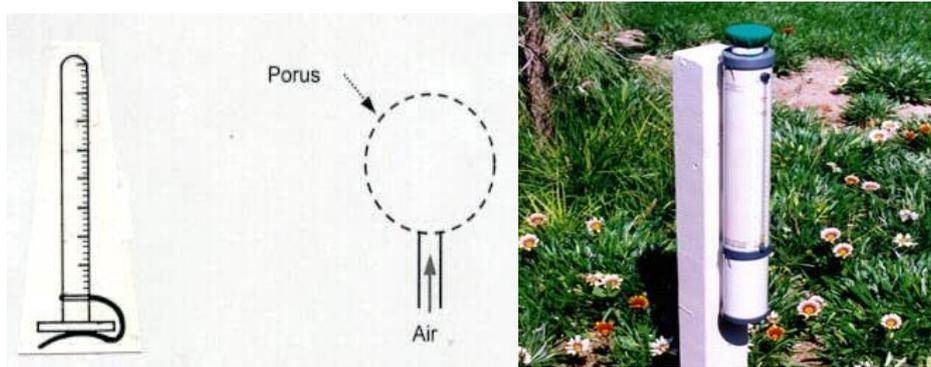
3.3. Pengukuran dan Perkiraan Evapotranspirasi

Besarnya evaporasi dapat diperkirakan dengan pendekatan teoritis maupun dengan pengukuran langsung. Cara pertama memerlukan banyak data meteorologi dan data penunjang lain yang tidak selalu mudah didapatkan. Oleh karena itu pengukuran langsung di lapangan sering dilakukan untuk keperluan analisis secara lebih praktis.

1. *Atmometer*

Alat pengukur evaporasi ini cukup sederhana, berupa bejana berpori yang diisi air. Besarnya penguapan dalam jangka waktu tertentu, misalnya harian didapatkan dari nilai selisih pembacaan sebelum dan sesudah percobaan. Beberapa jenis *atmometer* antara lain *Piche*, *Livingstone* dan *Black Bellani*.





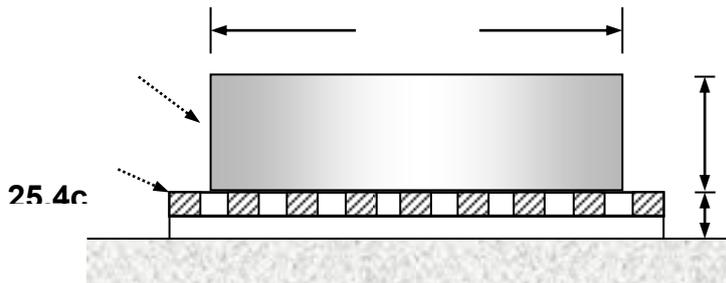
Gambar 3.1 Atmometer

2. Evaporation Pan

Untuk mengukur evaporasi dari muka air bebas dapat digunakan panci penguapan (*evaporation pan*). Terdapat tiga macam panci penguapan yang sering digunakan, yaitu panci penguapan klas A (*class A evaporation pan*), panci penguapan tertanam (*sunken evaporation pan*) dan panci penguapan terapung (*floating evaporation pan*). Pada prinsipnya pengukuran evaporasi dengan ketiga macam alat tersebut sama, yaitu dengan pembacaan tinggi muka air di panci pada dua saat yang berbeda sesuai dengan interval waktu pengukuran yang diinginkan. Pada setiap pengamatan umumnya juga dilakukan pengukuran temperatur air. Pan evaporasi lebih sering digunakan untuk mengukur evaporasi harian yang dinyatakan dalam mm/hari.

Tabel 3.1 Spesifikasi Panci Evaporasi

Jenis Panci	Spesifikasi	Keterangan
US Weather Bureau Class A	Diameter 4 ft (± 122 cm) Kedalaman 10 inc ($\pm 25,5$ cm)	Dipasang di atas tanah setinggi 15 cm, dengan rangka kayu. Muka air sedalam 5 – 7,5 cm di bawah bibir panci. Koefisien panci 0,7.
US Bureau of Plant Industry (BPI), <i>Sunken pan</i>	Diameter 6 ft (± 183 cm) Kedalaman 2 ft (± 60 cm)	Ditanam di tanah, nampak di permukaan 10 cm. Muka air $\pm 1,25$ cm Koefisien panci 0,95
Colorado sunken pan	Bujur sangkar, luas 3 ft ² Kedalaman 18 inc	Koefisien panci 0,75 – 0,86 ($\pm 0,78$)
US Geological Floating Pan	Luas 3 ft ² Kedalaman 18 inc Apron 14 x 16 ft	Koefisien panci 0,7 – 0,8
British Standard	Luas ft ²	Koefisien panci 0,93 – 1,07



Gambar 3.2 Panci Evaporasi

(https://www.academia.edu/11916327/Open_Pan_Evaporimeter_Alut_Pengukur_Penguapan_)

Mengingat cara pengukuran tidak dapat mewakili keadaan yang sebenarnya, hasil pengukuran dengan panci evaporasi akan selalu lebih besar dari nilai penguapan yang sesungguhnya. Untuk itu, nilai penguapan yang sesungguhnya dapat diperkirakan dengan mengalikan koefisien panci (*pan coefficient*) yang besarnya antara 0.6-0.8 tergantung dari spesifikasi alat.

$$E_L = K E_p \dots \dots \dots (3.1)$$

Dengan :

E_L = Evaporasi dari badan waduk (waduk atau danau)

E_p = evaporasi dari panic

K = koefisien panci (0,6 – 0,8)

3.4. Pendekatan Teoritis

- a. Keseimbangan air (water balance)
- b. Metode transfer massa
- c. Penman
- d. Thorntwaite
- e. Blaney criddle
- f. Turc – langbein – wundt
- g. Doorenbos dan pruit

3.5. Metode Penman

Rumus untuk memperkirakan nilai evapotranspirasi potensial berdasarkan gabungan pendekatan cara *energy balance method* dan *aerodynamic method* juga banyak dikembangkan. Salah satu rumus yang sering dipakai di Indonesia dan beberapa negara Asia adalah rumus Penman. Rumus Penman untuk hitungan evapotranspirasi acuan (ET_o) adalah sebagai berikut:

$$Et = \frac{\Delta E_n + \gamma E_0}{\Delta + \gamma} \dots \dots \dots (3.2)$$

$$\beta = \frac{\Delta}{\gamma} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$En = \frac{R_n}{\rho_w l_v} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$R_n = S_n - L_n \dots \dots \dots (3.5)$$

$$S_n = S_0 (1 - \alpha) (0,29 + 0,42 \frac{n}{N}) \dots \dots \dots (3.6)$$

$$l_n = \sigma T^4 (0,56 - 0,092 \sqrt{e_d}) (0,1 + 0,9 \frac{n}{N}) \dots \dots \dots (3.7)$$

Dengan :

Et = evapotranspirasi potensial

En = kedalaman penguapan (cm/hari)

Rn = radiasi netto yang di terima permukaan bumi (cal./cm²/hari

ρ_w = rapat massa air (gr/cm³)

n = durasi total penyinaran matahari harian yang diukur dengan alat tersebut diatas

N = durasi penyinaran maksimum yang mungkin terjadi

S₀ = radiasi global harian yang jatuh pada permukaan horizontal tiap satuan luas di bagian luas luar atmosfer di atas tempat yang sama,

Ln = radiasi gelombang panjang yang dipancarkan bumi (daratan) (cal./cm²/hari)

T = temperatur absolute pada elevasi 2 m di atas permukaan (⁰K)

σ = konstanta Stevan – Boltzman (1,17 x 10⁻⁷ cal./cm²/⁰K⁴/hari)

e_d = tekanan uap air pada elevasi 2 m di atas permukaan (mmHg)

E = evaporasi (mm/hari)

l_v = panas laten untuk evaporasi (cal/gr)

S_n = radiasi matahari (gelombang pendek, short wave), dari yang diserap bumi

L_n = radiasi gelombang panjang (long wave) netto, yaitu selisih antara radiasi bumi ke atmosfer dan radiasi atmosfer ke bumi.

α = albedo

A. TEMA : INFILTRASI DAN PERKOLASI

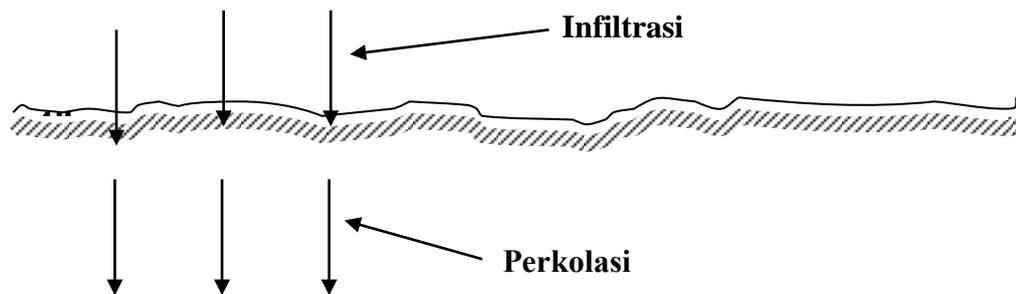
- a. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses infiltrasi
 - Memahami cara mengukur nilai infiltrasi di lapangan
 - Mampu menghitung nilai infiltrasi dengan metode Penman Modifikasi dan Horton
- b. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama dikelas menghitung infiltrasi
 - Mahasiswa latihan soal menghitung nilai infiltrasi menggunakan e-learning

B. MATERI

4.1. Pengertian Umum

Infiltrasi adalah masuknya air melalui permukaan tanah secara vertikal akibat adanya gaya gravitasi.

Perkolasi adalah pergerakan air melalui profil tanah. Dinyatakan pula sebagai air infiltrasi yang telah meninggalkan zone perakaran, sehingga secara langsung tidak bermanfaat bagi tanaman, tapi bermanfaat untuk pencucian garam berlebih dan pengisian air tanah dalam (aquifer).



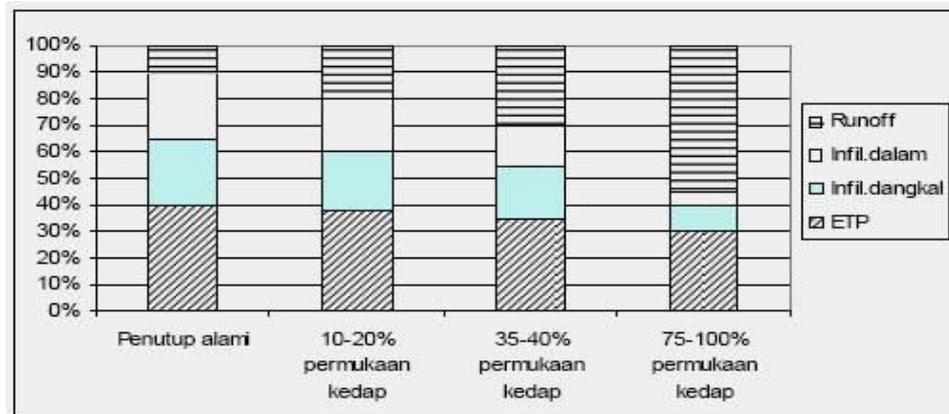
Gambar 4.1 Infiltrasi dan Perkolasi

Infiltrasi = proses meresapnya air/proses pelaluan air, ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Kebalikan: mata air, perembesan (seepage).

Perkolasi = pergerakan air di dalam tanah melalui soil moisture zone (lingkungan sejumlah kecil air diantara sela-sela tanah yang menyebabkan kebasahan tanah) pada unsaturated zone, sampai mencapai muka air tanah pada saturated zone.

1. Kapasitas perkolasi (percolation capacity= P_p) = kecepatan perkolasi maksimum.
Jumlah perkolasi (mm) = jumlah infiltrasi yang terjadi (mm) – jumlah air yang diperlukan untuk pengisian kelembaban tanah (soil moisture) (mm).
2. Kecepatan perkolasi (percolation rate = P_a) = kecepatan perkolasi yang sesungguhnya terjadi. Nilai ini dipengaruhi oleh kecepatan infiltrasi dan kapasitas perkolasi.

4.2. Konsep Dasar



Gambar 4.1 Konsep Infiltrasi

(<https://www.google.com/search?q=konsep+dasar+infiltrasi&client=firefox-b>)

4.3.Faktor-Faktor yang Berpengaruh

- Karakteristik hujan: lama hujan, intensitas hujan → terjadi pengurangan kapasitas infiltrasi secara konstan, karena:
- Pemadatan permukaan tanah
- Pembengkakan tanah liat dan humus
- penyumbatan pori-pori oleh partikel kecil
- terjeratnya gelembung-gelembung udara
- Kondisi permukaan tanah; ada/tidak ada tanaman
- Karakteristik tanah; tekstur dan struktur
- Tekstur = aspek geometris dari partikel komponen suatu batuan, termasuk ukuran, bentuk dan aturan susunan butir-butir tanah .
- Struktur = perbedaan-perbedaan dari bidang perlapisan yang normal (paralel atau sejajar) → proses sedimentasi, tektonik
- Pengerjaan tanah
- Kondisi klimatologi
- Nilai lembab tanah (soil moisture)
- Kedalaman air yang tertahan di permukaan tanah (D) serta ketebalan lapisan tak jenuh (L).

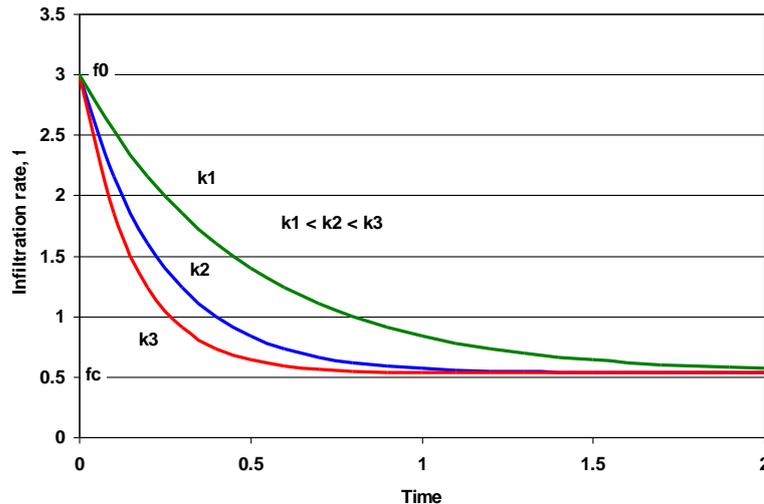
4.4.Pendekatan Teoritik

- Persamaan Horton
- Persamaan Philip
- Metode Green-Ampt

Metode Horton

$$f_p - f_c = (f_0 - f_c)e^{-kt} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dengan : f_p = laju infiltrasi sesaat
 f_0 = laju infiltrasi awal
 f_c = laju infiltrasi akhir
 k = tetapan



Gambar 4.2 Kapasitas infiltrasi sebagai fungsi waktu

4.5. Pengukuran Infiltrasi

1. Infiltrometer genangan

Infiltrometer genangan yang banyak digunakan adalah dua silinder konsentrasi atau tabung yang dimasukkan ke dalam tanah. Untuk tipe pertama, dua silinder konsentrasi yang terbuat dari logam dengan diameter antara 22,5 dan 90 cm ditempatkan dengan sisi bawahnya berada beberapa sentimeter di bawah permukaan tanah seperti terlihat pada gambar 4.3. kedalaman dua ruangan disikan air yang selalu dijaga pada elevasi yang sama. Fungsi dari silinder luar adalah untuk mencegah air di dalam ruang sebelah dalam menyebar pada daerah yang lebih besar setelah merembes di bawah dasar silinder. Kapasitas infiltrasi dan perubahannya dapat ditentukan dari kecepatan penambahan air pada silinder dalam yang diperlukan untuk mempertahankan elevasi konstan.

Infiltrometer tipe kedua terdiri dari tabung dengan diameter sekitar 22,5 cm dan 45 sampai 60 cm yang di masukan ke dalam tanah sampai kedalaman dimana air meresap selama percobaan (sekitar 37,5 sampai 52,5 cm), sehingga tidak terjadi penyebaran . Laju air yang harus ditambhakan untuk menjaga kedalaman yang konstan di dalam tabung di catat.



Gambar 4.3 Single ring infiltrometer



Gambar 4.4 double ring infiltrometer

(<https://www.google.com/search?q=konsep+dasar+infiltrasi&client=firefox-b>)

A. TEMA : CURAH HUJAN

1. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses terjadinya hujan
 - Memahami cara mengukur hujan di lapangan dan satuan hujan
 - Memahami cara mendapatkan data hujan
 - Memahami hujan efektif
 - Memahami proses hujan menjadi limpasan langsung dan akhirnya debit aliran di sungai atau saluran
 - Mampu mengolah data hujan menjadi data hujan rancangan tertentu dengan metode Analisa Frekuensi
2. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung hujan rata-rata DAS
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung hujan rancangan dengan metode Analisa Frekuensi
- c. Uji Kompetensi:
 - Mengerjakan soal menghitung hujan rata-rata DAS di learning.eng.umy.ac.id
 - Mengupload Tugas 2 yaitu hujan rata-rata DAS dengan DAS yang diperoleh dari Tugas 1 di learning.eng.umy.ac.id

B. MATERI

5.1. Pengertian Umum

Hujan adalah jatuhnya hydrometeor yang berupa partikel-partikel air dengan diameter 0.5 mm atau lebih. Jika jatuhnya sampai ketanah maka disebut hujan, akan tetapi apabila jatuhnya tidak dapat mencapai tanah karena menguap lagi maka jatuhnya tersebut disebut Virga. Hujan juga dapat didefinisikan dengan uap yang mengondensasi dan jatuh ketanah dalam rangkaian proses hidrologi.

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es.

5.2. Tipe Hujan

Berdasarkan atas kejadiannya, hujan dibedakan menjadi:

a. Hujan konvektif

Hujan yang disebabkan karena naiknya udara ke masa yang lebih rapat dan dingin. Hujan ini sangat berubah-ubah dan intensitasnya sangat bervariasi.

2. Hujan siklonik

Jika massa udara panas yang relative ringan bertemu dengan massa udara yang dingin yang relatif berat, maka udara panas tersebut akan bergerak di atas udara dingin. Udara yang bergerak ke atas tersebut mengalami pendinginan sehingga terbentuk kondensasi dan terbentuk awan dan hujan. Hujan tidak terlalu lebat dan dalam waktu yang lebih lama.

3. Hujan orografik

Hujan yang disebabkan oleh pengangkatan mekanis diatas rintangan pegunungan. Di daerah pegunungan, pengaruh orografik sangat menonjol sehingga pola hujan badai cenderung menyerupai pola hujan tahunan merata.

5.3. Besaran hujan yang perlu difahami:

- a. Curah hujan : Tinggi hujan dalam satu hari, bulan atau tahun dinyatakan dalam mm, cm atau inchi, misalnya : 124 mm per hari, 462 mm per bulan atau 2158 mm per bulan.
- b. Durasi hujan : lama terjadinya satu kali hujan (duration of one rainstorm) mis : 12 menit, 42 menit, 2 jam pada satu kejadian hujan.
- c. Intensitas hujan : banyaknya hujan yang jatuh dalam periode tertentu mis : 48 mm/jam, 72 mm/jam.
- d. Frekuensi hujan : kemungkinan terjadinya atau dilampauinya suatu tinggi hujan tertentu. Misalnya : curah hujan 115 mm per hari akan terjadi atau dilampaui sekali dalam 20 tahun; curah hujan 2500 mm per tahun akan terjadi atau dilampaui dalam 10 tahun.

5.4. Jenis-jenis hujan berdasarkan ukuran butirnya :

- a. Hujan gerimis/drizzle : hujan dengan diameter butiran kurang dari 0,5 mm.
- b. Hujan salju : Hujan yang terdiri dari kristal-kristal es yang suhunya berada dibawah 0°C.
- c. Hujan batu es : hujan dengan curahan batu es yang turun dalam cuaca panas dari awan yang suhunya dibawah 0°C.
- d. Hujan deras : hujan dengan curahan air yang turun dari awan dengan suhu diatas 0°C dengan diameter ± 7 mm.

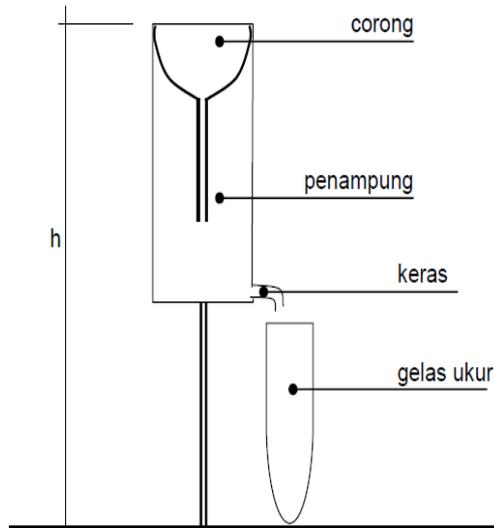
5.5. Pengukuran Hujan

A. Alat Ukur Manual

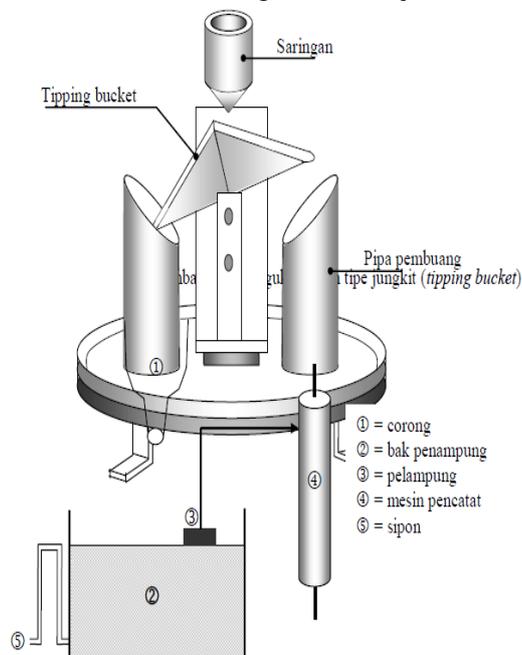
1. Dilakukan pengamatan secara teratur setiap hari (24 jam) , dan pada jam pengamatan yang sama (jam 9 pagi).
2. Data yang diperoleh dalam bentuk harian .
3. Air hujan terkumpul dalam gelas ukur (dalam 24 jam).
4. Dihitung: $d = V/A$, dengan V = volume air hujan , A = luas permukaan corong.

B. Alat Ukur Otomatik

Alat ukur ini dilengkapi dengan alat pencatat otomatis yang menggambarkan sendiri tiap kenaikan hujan yang tertampung di dalam gelas. Bila gelas penuh, air dalam gelas akan tumpah dengan sendirinya sehingga gelas kosong. Data yang tercatat adalah akumulasi hujan tiap periode waktu tertentu. Dengan alat ini bisa diketahui kejadian hujan dalam satuan waktu yang singkat (dibaca per menit). Data dari alat pencatat ini umum digunakan untuk menghitung intensitas hujan atau hujan jam-jaman.



Gambar 5.1 Alat Pengukuran hujan manual



Gambar 5.2 Alat Pengukuran hujan otomatis (*tipping float*)

https://www.google.com/search?q=konsep+dasar+infiltrasi&client=firefox-bab&biw=1252&bih=602&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjEILuVkaUHS48KHdZrBMEQ_AUIBygC#tbm=isch&q=alat+pengukur+hujan>manual+dan+otomat ic&imgsrc=E9NVs7q7228mtM%3A)



Gambar 5.3 Stasiun Hujan

(https://www.google.com/search?q=stasiun+hujan&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwitobyy0ebOAhUKRI8KHWsaAF4Q_AUICigD&biw=1252&bih=602#imgdii=qd1DShFZLDDW_M%3A%3Bqd1DShFZLDDW_M%3A%3B_M5BK-4NMRhj8M%3A&imgsrc=qd1DShFZLDDW_M%3A)

Syarat teknis Penempatan dan pemasangan alat pada stasiun hidrologi

1. Penakar hujan ditempatkan pada lokasi sedemikian sehingga kecepatan angin di tempat tersebut sekecil mungkin dan terhindar dari pengaruh penangkapan air hujan oleh benda lain di sekitar alat penakar hujan.
2. Penempatan stasiun hujan hendaknya berjarak minimum empat kali tinggi rintangan terdekat.
3. Lokasi di suatu lereng yang miring ke satu arah tertentu hendaknya dihindarkan.
4. Penempatan corong penangkap hujan diusahakan dapat menghindari pengaruh percikan curah hujan ke dalam dan disekitar alat penakar sebaiknya ditanami rumput atau berupa kerikil, bukan lantai beton atau sejenisnya.

5.6. Penentuan Hujan Kawasan

1. Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)

Metode ini adalah metode yang paling sederhana. Pengukuran dengan metode ini dilakukan dengan merata-ratakan hujan di seluruh DAS. Stasiun hujan yang digunakan untuk menghitung dengan metode ini adalah yang berada di dalam DAS, akan tetapi stasiun yang berada di luar DAS dan jaraknya cukup berdekatan masih bisa diperhitungkan. Metode aljabar ini memberikan hasil yang tidak teliti, metode ini memberikan hasil yang cukup baik jika penyebaran hujan merata, serta hujan tidak terlalu bervariasi.

Hujan DAS dengan cara ini dapat diperoleh dengan persamaan:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n} \dots\dots\dots(5.1)$$

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n} \dots\dots\dots(5.2)$$

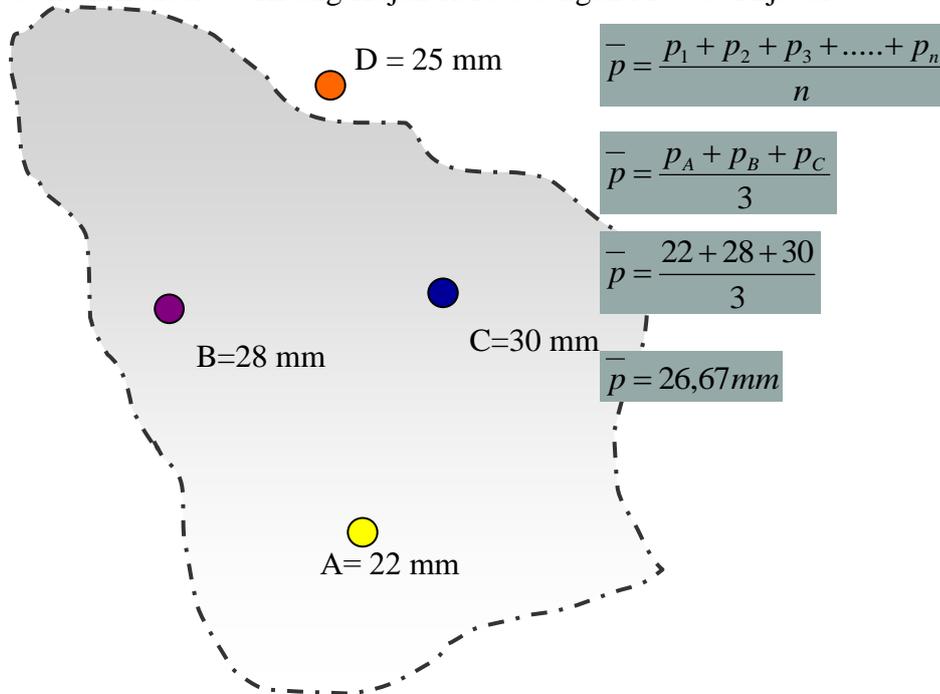
Dengan:

p = hujan rerata di suatu DAS

p_i = hujan di tiap-tiap stasiun

n = jumlah stasiun

Contoh Ilustrasi : Hitung Hujan Rerata dengan Metode Aljabar.



Jika stasiun D di luar DAS ikut diperhitungkan maka:

$$\bar{p} = \frac{22 + 28 + 30 + 25}{4} = 26,25mm$$

2. Metode Thiessen

Metode ini digunakan untuk menghitung bobot masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Metode ini digunakan bila penyebaran hujan di daerah yang ditinjau tidak merata.

Prosedur hitungan metode poligon thiessen:

Hitungan poligon Thiessen dilakukan dengan cara:

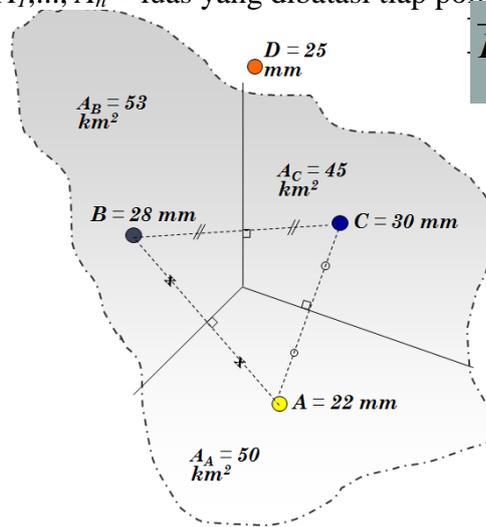
- Stasiun hujan digambar pada peta daerah yang ditinjau.
- Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus, sehingga akan didapatkan bentuk segitiga.
- Tiap-tiap sisi segitiga dibuat garis berat sehingga saling bertemu dan membentuk suatu poligon yang mengelilingi tiap stasiun. Tiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon, sedangkan untuk stasiun yang berada di dekat batas daerah, garis batas daerah membentuk batas tertutup dari poligon.
- Luas tiap poligon diukur, kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di tiap poligon. Hasil jumlah hitungan tersebut dibagi dengan total luas daerah yang ditinjau.

$$\bar{P} = \frac{A_1 \cdot P_1 + A_2 \cdot P_2 + \dots + A_n \cdot P_n}{A_{total}} \dots\dots\dots(5.3)$$

$$\bar{P} = \frac{A_1 \cdot P_1 + A_2 \cdot P_2 + A_3 \cdot P_3 + \dots + A_n \cdot P_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (5.4)$$

Dimana:

- P = curah hujan rata-rata,
- P_1, \dots, P_n = curah hujan pada setiap setasiun,
- A_1, \dots, A_n = luas yang dibatasi tiap poligon.



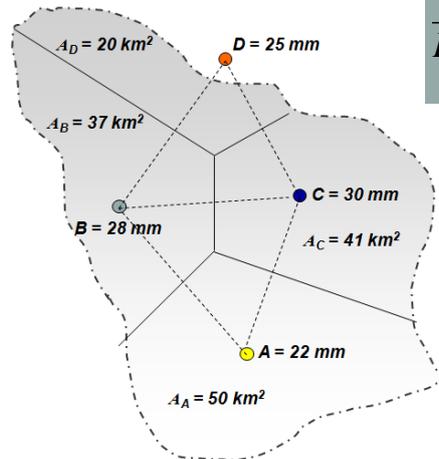
$$\bar{P} = \frac{A_A \cdot P_A + A_B \cdot P_B + A_C \cdot P_C}{A_{total}}$$

$$\bar{P} = \frac{A_A \cdot P_A + A_B \cdot P_B + A_C \cdot P_C}{A_A + A_B + A_C}$$

$$\bar{P} = \frac{50 \cdot 22 + 53 \cdot 28 + 45 \cdot 30}{50 + 53 + 45}$$

$$\bar{P} = \frac{3934}{148} = 26,58 \text{ mm}$$

Dengan melibatkan stasiun hujan D yang berada di luar DAS



$$\bar{P} = \frac{A_A \cdot P_A + A_B \cdot P_B + A_C \cdot P_C}{A_{total}}$$

$$\bar{P} = \frac{A_A \cdot P_A + A_B \cdot P_B + A_C \cdot P_C + A_D \cdot P_D}{A_A + A_B + A_C + A_D}$$

$$\bar{P} = \frac{50 \cdot 22 + 37 \cdot 28 + 41 \cdot 30 + 20 \cdot 25}{50 + 37 + 41 + 20}$$

$$\bar{P} = \frac{3866}{148} = 26,12 \text{ mm}$$

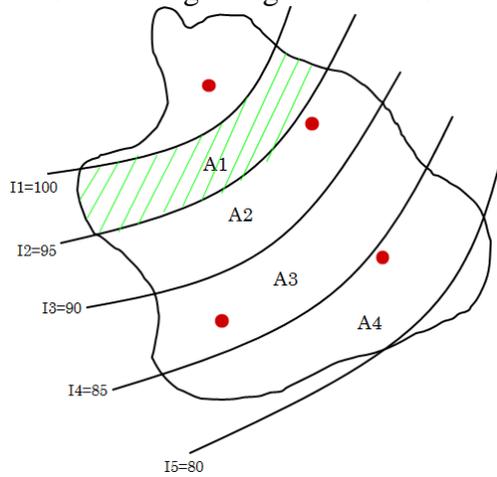
3. Metode Isohiet

Pada prinsipnya isohiet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan tinggi/kedalaman hujan yang sama, Kesulitan dari penggunaan metode ini adalah jika jumlah stasiun di dalam dan sekitar DAS terlalu sedikit. Hal tersebut akan mengakibatkan kesulitan dalam menginterpolasi.

metode pembuatan garis isohiet sebagai berikut:

- a. Pada peta yang ditinjau, digambarkan lokasi daerah hujan dan kedalaman hujan.
- b. Di stasiun hujan yang saling berdampingan dinilai kedalaman hujannya dan dibuat interpolasinya. Kemudian hasil interpolasi yang mewakili kedalaman hujan yang sama dihubungkan satu sama lain.

- c. Luas daerah diantara 2 garis isohiet diukur luasnya, dan dikalikan dengan nilai rerata di kedua garis isohiet. Kemudian jumlah dari hasil hitungan tersebut dibagi dengan total luasan daerah yang ditinjau.



Hujan DAS menggunakan Isohiet dapat dihitung dengan persamaan:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{I_i + I_{i+1}}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots(5.5)$$

$$\bar{p} = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(5.6)$$

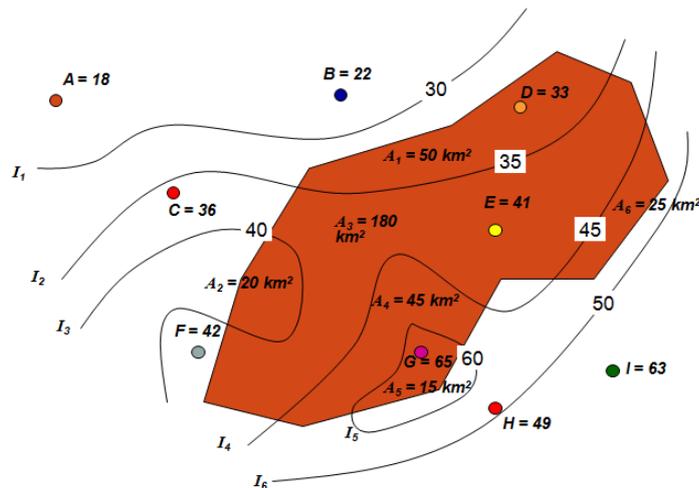
Dengan:

p = hujan rerata kawasan

A_i = luasan dari titik i

I_i = garis isohiet ke i

Catatan: tinggi hujan dalam mm



$$p = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$p = \frac{A_1 \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \frac{I_3 + I_3}{2} + A_3 \frac{I_2 + I_4}{2} + A_4 \frac{I_4 + I_5}{2} + A_5 \frac{I_5 + I_5}{2} + A_6 \frac{I_4 + I_6}{2}}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6}$$

$$p = \frac{50 \frac{30 + 35}{2} + 20 \frac{40 + 40}{2} + 180 \frac{35 + 45}{2} + 45 \frac{45 + 60}{2} + 15 \frac{60 + 60}{2} + 25 \frac{50 + 50}{2}}{50 + 20 + 180 + 45 + 15 + 25}$$

$$p = \frac{14.137,5}{335} = 42,20 \text{ mm}$$

5.7. Perbaikan Data

Data hujan yang baik diperlukan dalam melakukan analisis hidrologi, namun untuk mendapatkan data yang berkualitas biasanya tidak mudah. Data hujan hasil pencatatan yang tersedia biasanya dalam kondisi tidak menerus. Apabila terputusnya rangkaian data hanya beberapa saat kemungkinan tidak menimbulkan masalah tetapi untuk kurun waktu yang lama tentu akan menimbulkan masalah di dalam melakukan analisis.

Dalam hal ini perlu dilihat kepentingan atau sasaran dari perencanaan drainase yang bersangkutan

Pengisian Data yang Hilang

Dalam praktek di lapangan sering dijumpai rangkaian data yang tidak lengkap karena:

- a. Kerusakan alat
- b. Kelalaian petugas

Untuk mengatasi hal tersebut dapat diisi dengan cara yang ada misal:

a. *Normal Ratio Method.*

$$P_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \frac{A_{nx}}{A_{ni}}$$

Dengan :

- n : banyaknya stasiun hujan di sekitar stasiun X
- P_x : kedalaman hujan yang diperkirakan di stasiun X,
- P_i : kedalaman hujan di stasiun i,
- A_{nx} : hujan rerata (normal) tahunan di stasiun X,
- A_{ni} : hujan rerata di stasiun i

b. *Reciprocal Square Distance Method*

$$P_x = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_{xi}} \right)^2} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(d_{xi})^2}$$

Dengan

- n : banyaknya stasiun hujan
- d_{xi} : jarak stasiun X ke stasiun i,
- P_x : kedalaman hujan yang diperkirakan di stasiun X,
- P_i : kedalaman hujan di stasiun i,

A. TEMA : ANALISIS FREKUENSI

1. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami analisa frekuensi curah hujan
 - Memahami cara mendapatkan data hujan
 - Memahami metode untuk analisa frekuensi curah hujan
 - Mampu mengolah data hujan menjadi data hujan rancangan tertentu dengan metode Analisa Frekuensi
2. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung hujan rata-rata DAS
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung hujan rancangan dengan metode Analisa Frekuensi

B. MATERI

6.1. Pengertian Umum

Analisa frekuensi curah hujan adalah berulangnya curah hujan baik jumlah frekuensi persatuan waktu maupun periode ulangnya. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya curah hujan pada kala ulang tertentu. Analisis frekuensi membutuhkan seri data hujan yang di peroleh dari pos penakar hujan, ada dua macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi , yaitu:

- a. Data maksimum tahunan
- b. Seri parsial

Untuk menganalisa frekuensi curah hujan ini menggunakan empat metode sebagai perbandingan, yaitu :

- a. Metode Distribusi Normal
- b. Metode Log Normal
- c. Metode Distribusi Gumbel
- d. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Langkah-Langkah

- a. Menentukan hujan harian maksimum untuk tiap-tiap tahun data. Menentukan jenis analisis frekuensi (**Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson III**).
- b. Lakukan pengujian dengan Chi-kuadrat dan *Smirnov Kolmogorov* untuk mengetahui apakah jenis analisis yang dipilih sudah tepat.
- c. Dari jenis analisis terpilih dapat dihitung besar hujan rencana untuk kala ulang tertentu.
- d. Menentukan intensitas curah hujan harian dengan metode *Mononobe* dalam kala ulang tertentu.
- e. Data hasil perhitungan curah hujan harian dengan metode *Mononobe* menggunakan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.

6.2. Hujan Rancangan

Hujan rancangan (*design rainfall*) merupakan suatu pola hujan yang digunakan dalam rancangan hidrologi. Hujan rancangan digunakan sebagai masukan (*input*) model hidrologi untuk menentukan debit rancangan dengan menggunakan model hujan-aliran.

Hujan rancangan dapat dihitung berdasarkan data hujan dari stasiun penakar hujan atau karakteristik hujan DAS yang dihasilkan dari studi sebelumnya , Pemilihan pola hujan rancangan akan tergantung dari model hujan-aliran yang akan digunakan.

- Hujan rancangan dapat berupa, hujan titik, misal pada metoda rational untuk rancangan sistem drainase

$$Q_T = C i_{(tc,T)} A \dots\dots\dots(6.1)$$

dengan:

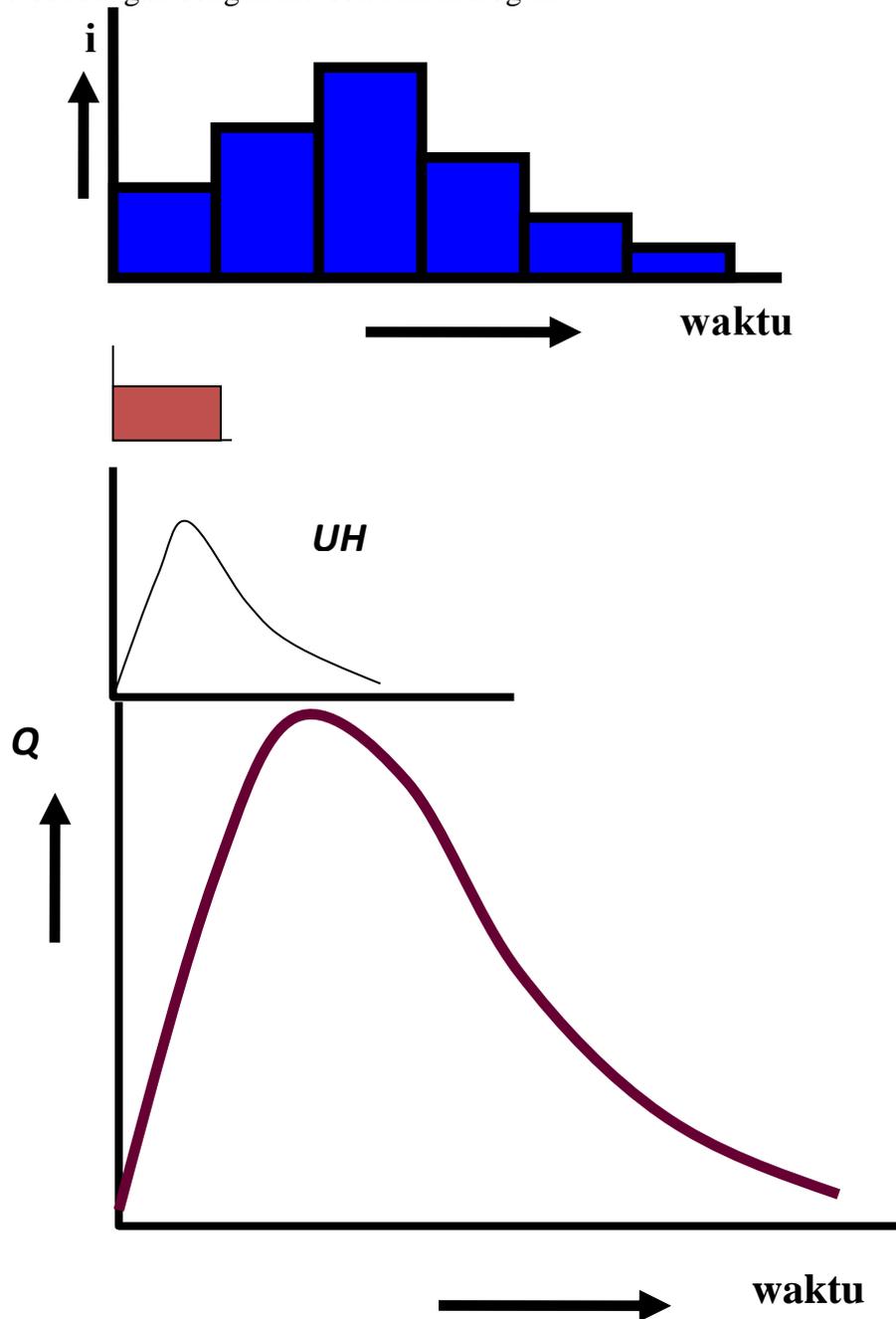
Q_T : debit rancangan dengan kala ulang T tahun

C : koefisien pengaliran

$i_{(tc,T)}$: intensitas hujan untuk waktu konsentrasi tc dan kala ulang T tahun

A : luas DAS

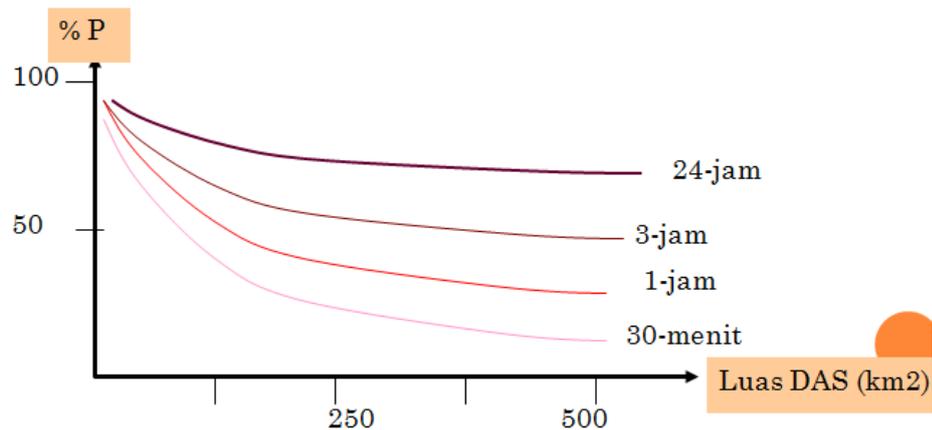
- Hyetograph, misal pada hujan-aliran untuk perancangan bangunan pelimpah suatu bendungan dengan metoda unit hidrograf .



Analisis hujan rancangan

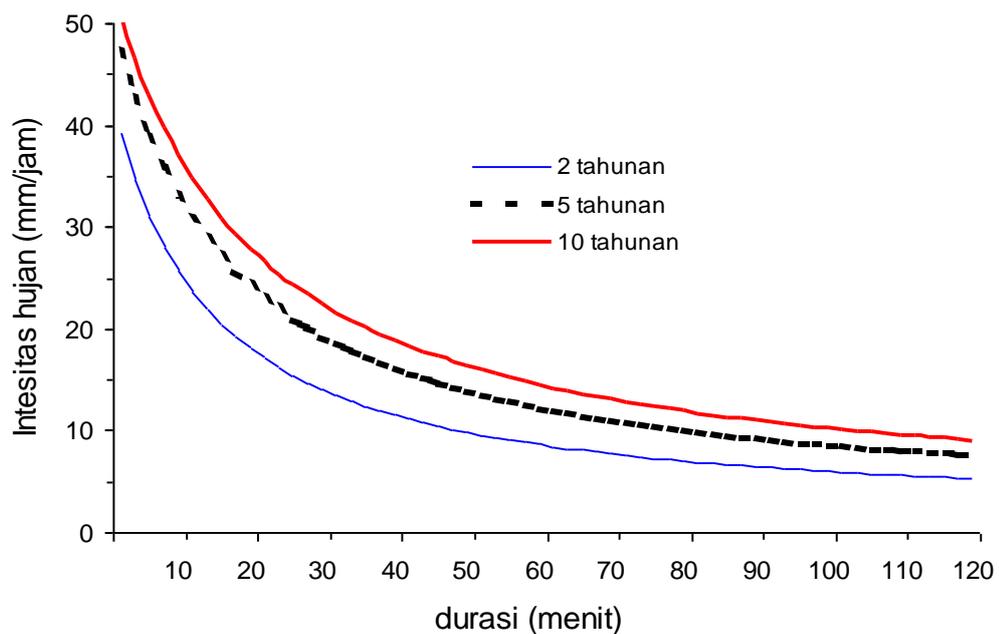
Hujan titik, Dengan menggunakan rangkaian data hujan maksimum tahunan untuk durasi/ lama hujan tertentu di DAS , Berdasarkan seri data maksimum tersebut, hujan rancangan dengan kala ulang yang diinginkan dapat di tentukan dengan analisis frekuensi.

Hujan DAS, Berdasarkan hasil analisis hujan titik (stasiun) dan dengan menggunakan kurva hubungan antara kedalaman hujan titik dengan luas DAS (*depth area duration curve*).



Kurva intensity-duration-frequency (IDF curve) atau lengkung hujan

1. Digunakan untuk menentukan hujan rancangan untuk perancangan saluran drainasi, yang meliputi intensitas , lama hujan dan frekuensi (kala ulang).
2. IDF dapat dibuat berdasarkan analisis frekuensi data hujan otomatis (durasi menit, jam).
3. Jika data otomatis tidak tersedia, IDF dapat diturunkan berdasarkan analisis frekuensi data harian dan dengan rumus pendekatan.



Rumus Mononobe

$$I_T^t = \left(\frac{R_{24}^T}{24} \right) \left(\frac{24}{t} \right)^n \dots\dots\dots(6.2)$$

dengan:

I_T^t : intensitas hujan pada durasi t dengan kala ulang T tahun (mm/jam)

R_{24}^T : intensitas hujan harian maksimum pada T yang ditinjau mm/hari)

t : durasi hujan (jam)

n : konstanta

Prosedur Hitungan Analisis Frekuensi

1. Tarik garis teoritik dan lakukan uji Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.
2. Apabila syarat uji dipenuhi, tentukan besaran hujan rancangan yang dicari untuk kala ulang yang ditetapkan (R_T).
3. Jika syarat uji tidak dipenuhi, pilih distribusi yang lain dan analisis dapat dilakukan seperti pada langkah awal.

A. TEMA : LIMPASAN

1. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses terjadinya limpasan langsung
 - Memahami proses hujan menjadi limpasan langsung dan akhirnya menjadi debit aliran di sungai atau saluran
 - Mampu menghitung limpasan langsung dari data hujan harian atau hujan jam-jaman
2. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung limpasan langsung dengan Metode Rasional

B. MATERI

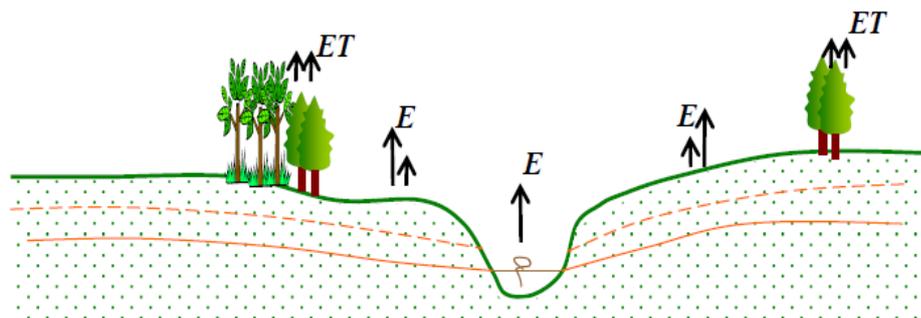
7.1. Pendahuluan

Apabila intensitas hujan yang jatuh di suatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan – cekungan tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah.

Limpasan permukaan (*surface runoff*) yang merupakan air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan lahan akan masuk ke parit-parit dan selokan-selokan yang kemudian bergabung menjadi anak sungai dan akhirnya menjadi aliran sungai

7.2. Komponen Limpasan

1. Siklus limpasan (Runn off Cycle)
Tahap 1 : Akhir Musim Kemarau



Gambar 6.1 Siklus limpasan akhir musim kemarau

Proses

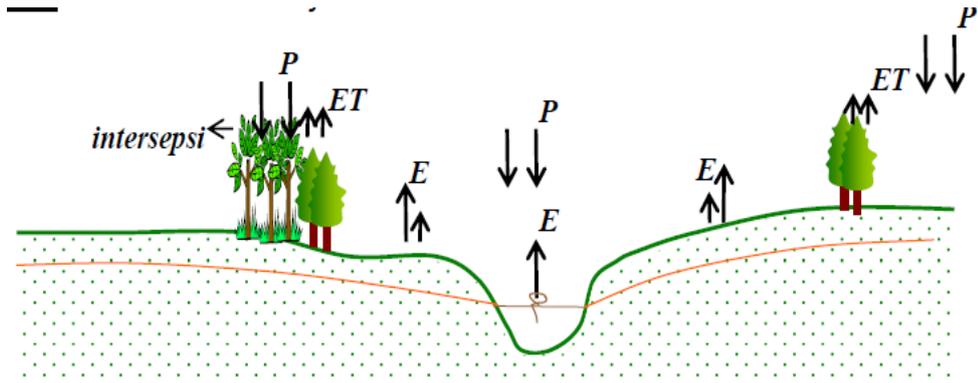
Penguapan : Evaporasi & Evapotranspirasi

Aliran dari : aliran dasar (base flow) dari aliran tanah pengaliran dari akuifer, tidak ada aliran permukaan

Kelembaban tanah berkurang Q kecil

2. Tahap 2 : Awal Musim Hujan

Proses : Hujan masih sedikit (depression storage, Intersepsi, Infiltrasi, *Field capacity*, Aliran dasar tetap, Q kecil.

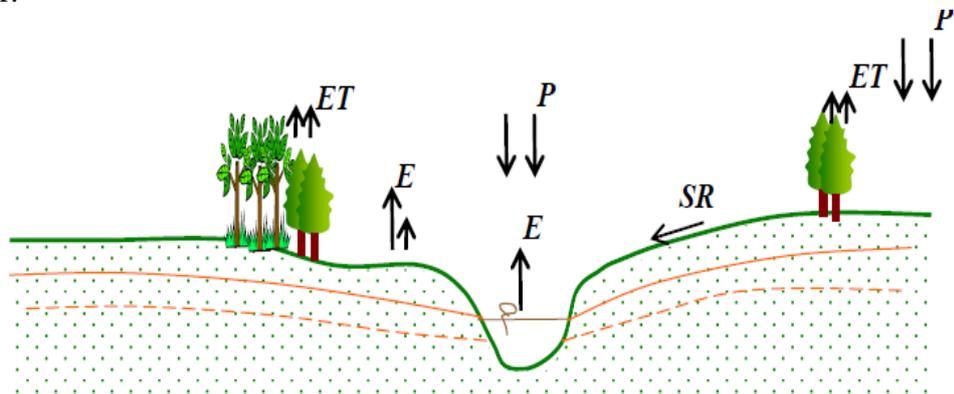


Gambar 6.2 Siklus limpasan awal musim hujan

3. Pertengahan Musim Hujan

Proses :

Intersepsi maksimum , Field capacity terlampaui : Perkolasi Pengisian akulfer : Aliran dasar tetap Limpasan permukaan : aliran permukaan (*over land flow*), Q besar.



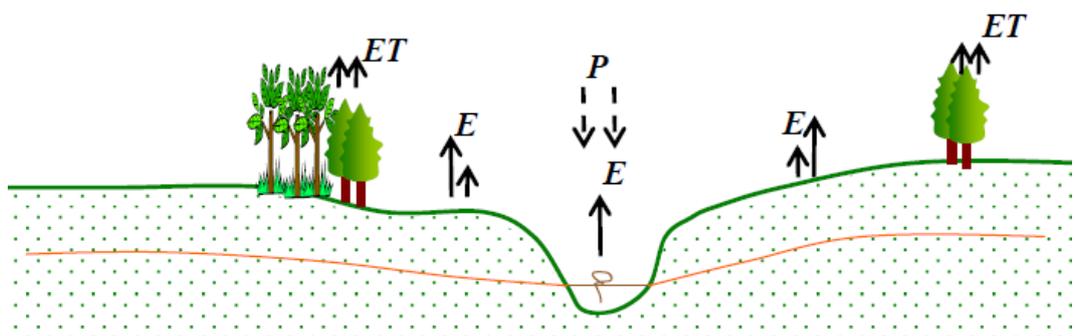
Gambar 6.3 Siklus limpasan pertengahan musim hujan

4. Musim Kemarau

Proses

Penguapan : Evaporasi & Evapotranspirasi

Aliran dari : aliran dasar (*base flow*) kecil pengatusan/pengosongan akulfer tidak ada aliran permukaan. Kelembaban tanah bertambah akibat E tinggi hujan kecil (intersepsi dan menguap kembali), Q kecil



Gambar 6.4 Siklus limpasan musim kemarau

7.3. Konsentrasi Aliran

Waktu konsentrasi t_c adalah waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk mengalir dari titik terjauh di dalam daerah tangkapan sampai titik yang di tinjau . Waktu konsentrasi tergantung pada karakteristik daerah tangkapan, tataguna lahan, jarak lintasan air dari titik terjauh sampai stasiun yang di tinjau.

Konsentrasi aliran di suatu DAS dapat di bedakan menjadi tiga tipe tanggapan DAS .

- Apabila durasi hujan efektif t_r sama dengan waktu konsentrasi ($t_r = t_c$).
- Apabila terjadi durasi hujan efektif lebih lama dari waktu konsentrasi ($t_r > t_c$)
- Apabila durasi hujan efektif lebih pendek daripada waktu konsentrasi ($t_r < t_c$).

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

- Kirpich yang berlaku untuk lahan pertanian kecil dengan luas daerah tangkapan kurang dari 80 hektar.

$$t_c = 0.0663 L^{0.77} S^{-0.385} \text{ (jam)} \dots\dots\dots(7.1)$$

- Rumus Bransby-Williams

$$t_c = 0.243 L A^{-0.1} S^{-0.2} \text{ (jam)} \dots\dots\dots(7.2)$$

- Australian rainfall-runoff

$$t_c = 0.76 A^{0.38} \dots\dots\dots(7.3)$$

Dengan :

- A : luas DAS (km^2)
- L : panjang sungai utama (km)
- S : landai sungai utama

7.4. Metode Rasional

Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil. Suatu DAS disebut kecil apabila distribusi hujan dianggap seragam dalam ruang dan waktu, dan biasanya durasi hujan melebihi waktu konsentrasi.

$$Q = 0,278 C I A$$

Dengan:

- Q = debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas durasi dan frekuensi tertentu (m^3/dt)
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- A= luas daerah tangkapan (km^2)
- C = koefisien aliran yang nilainya tergantung dari permukaan lahan

A. TEMA : HIDROGRAF ALIRAN

1. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami proses terjadinya limpasan langsung
 - Memahami proses hujan menjadi limpasan langsung dan akhirnya menjadi debit aliran (hidrograf) di sungai atau saluran
 - Mampu membuat hidrograf satuan dari data hujan harian atau hujan jam-jaman
2. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung limpasan langsung dengan Nakayasu, Snyder dan SCS
 - Hidrograf Aliran
3. Uji Kompetensi:
 - Mengerjakan soal menghitung debit banjir rancangan
 - Mengupload Tugas 3 yaitu membuat grafik hidrograf banjir rancangan dari Tugas 2 di learning.eng.umy.ac.id

B. MATERI

8.1. Pendahuluan

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran ; sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit.

a. Komponen hidrograf

Hidrograf memiliki tiga komponen yaitu 1) aliran permukaan, 2) aliran antara, 3) aliran air tanah .

b. Pemisahan hidrograf

Hitungan hidrograf satuan hanya di lakukan terhadap komponen limpasan permukaan oleh karena itu perlu memisahkan hidrograf terukur menjadi limpasan langsung dan aliran dasar. Yaitu dengan cara paling sederhana adalah dengan menarik garis lurus dari titik dimana aliran mulai terjadi sampai akhir dari aliran langsung. Apabila titik akhir aliran tidak di ketahui maka tarik garis horisontal dari titik awal.

8.2. Metode SCS untuk Menghitung Hujan Efektif

The soil conservation service (SCS, 1972 dalam chow 1988), mengembangkan metode untuk menghitung hujan efektif dari hujan deras dengan persamaan :

$$P_e = \frac{(P - 0,2 S)^2}{P + 0,8 S} \dots\dots\dots(8.1)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \dots\dots\dots(8.2)$$

Dengan :

P_e = kedalaman hujan efektif (mm)

P = kedalaman hujan (mm)

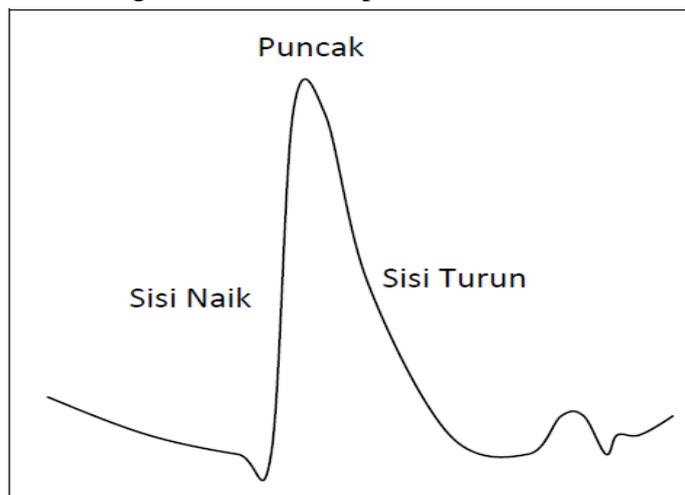
S = retensi potensial maksimum air oleh tanah , yang sebagian besar karena infiltrasi (mm)

CN = *curve number* fungsi karakteristik DAS seperti tipe tanah, tanman penutup, tata gunalahan , kelembaban ,dan cara pengerjaan tanah

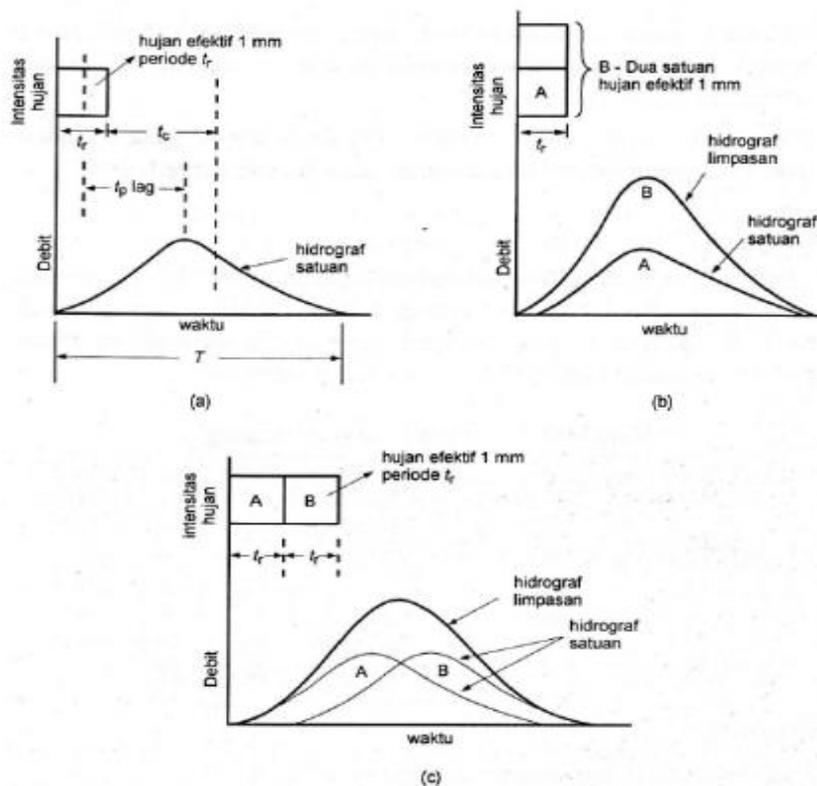
8.3. Hidrograf Satuan

Teori klasik hidrograf satuan berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model *watershed* yang umum. Teori hidrograf satuan merupakan penerapan pertama teori sistem linier dalam hidrologi (Soemarto, 1987).

Sherman pada tahun 1932 (dalam Bambang Triatmodjo, 2006) mengenalkan konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat diujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu.



Gambar 8.1 Hidrograf (Sumber: Sri Harto 1993)



Gambar 8.2 Prinsip Hidrograf Satuan (Sumber: Triatmodjo 2006)

8.4. Hidrograf Satuan Sintetis

Di daerah di mana data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat hidrograf satuan sintetis yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Berikut ini diberikan beberapa metode yang biasa digunakan.

1. Metode Snyder

Gupta pada tahun 1989 (dalam Triatmodjo 2006) empat parameter yaitu waktu kelambatan, aliran puncak, waktu dasar, dan durasi standar dari hujan efektif untuk hidrograf satuan dikaitkan dengan geometri fisik dari DAS dengan hubungan berikut.

$$T_p = C_t (L L_c)^{0,3} \dots\dots\dots(8.3)$$

$$Q_p = C_p A / t_p \dots\dots\dots(8.4)$$

$$T = 3 + (t_p / 8) \dots\dots\dots(8.5)$$

$$T_D = t_p / 5,5 \dots\dots\dots(8.6)$$

Apabila durasi hujan efektif t_r tidak sama dengan durasi standar t_D , maka:

$$T_p R = t_p + 0,25 (t_r - t_D) \dots\dots\dots(8.7)$$

$$Q_p R = Q_p t_p / t_p R \dots\dots\dots(8.8)$$

Dengan:

t_D : durasi standar dari hujan efektif (jam)

t_r : durasi hujan efektif (jam)

t_p : waktu dari titik berat durasi hujan efektif t_D ke puncak hidrograf satuan (jam)

$t_p R$: waktu dari titik berat durasi hujan t_r ke puncak hidrograf satuan (jam)

T : waktu dasar hidrograf satuan (hari)

Q_p : debit puncak untuk durasi t_D

$Q_p R$: debit puncak untuk durasi t_r

L : panjang sungai utama terhadap titik kontrol yang ditinjau (km)

L_c : jarak antara titik kontrol ke titik yang terdekat dengan titik berat DAS (km)

A : luas DAS (km²)

C_t : koefisien yang tergantung kemiringan DAS, yang bervariasi dari 1,4 sampai 1,7

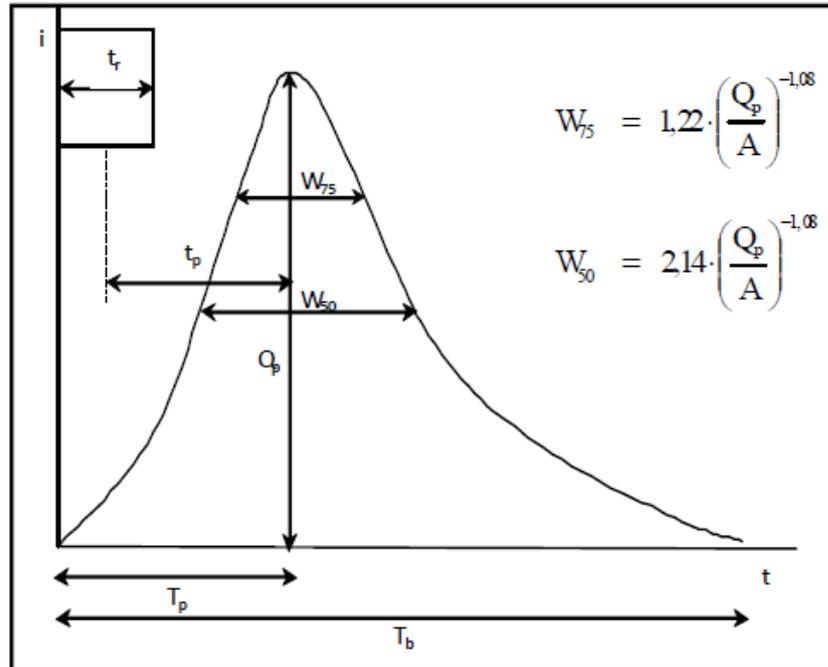
C_p : koefisien yang tergantung pada karakteristik DAS, yang bervariasi antara 0,15 sampai 0,19

Dengan menggunakan rumus-rumus tersebut di atas dapat digambarkan hidrograf satuan. Untuk memudahkan penggambaran, berikut ini diberikan beberapa rumus:

$$W_{50} = \frac{0,23 A^{1,08}}{Q_{pR}^{1,08}} \dots\dots\dots(8.9)$$

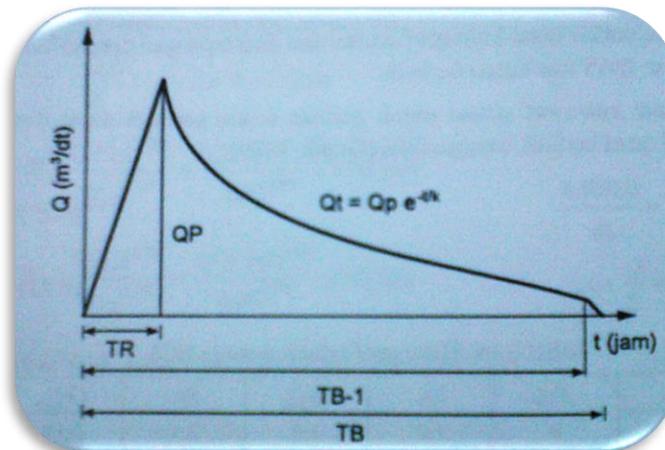
$$W_{75} = \frac{0,13 A^{1,08}}{Q_{pR}^{1,08}} \dots\dots\dots(8.10)$$

Dengan W_{50} dan W_{75} adalah lebar unit hidrograf pada debit 50% dan 75% dari debit puncak, yang dinyatakan dalam jam. Sebagai acuan, lebar W_{50} dan W_{75} dibuat dengan perbandingan 1:2; dengan sisi pendek di sebelah kiri dari hidrograf satuan (Triatmodjo, 2006).



Gambar 8.3 Bentuk Umum HSS Snyder(sumber:Chow, *et al*, 1988), (Bedient-Huber, 1992)

2. Metode GAMA I



Gambar 8.4 Hidrograf satuan sintetik GAMA I (sumber: Triatmodjo 2006)

Hidrograf satuan sintetis Gama I dikembangkan oleh Sri Harto (1993) berdasar perilaku hidrolgis 30 DAS di Pulau Jawa. Meskipun diturunkan dari data DAS di Pulau Jawa, ternyata hidrograf satuan sintetis Gama I berfungsi baik untuk berbagai daerah lain di Indonesia.

HSS Gama I terdiri dari tiga bagian pokok yaitu sisi naik (*rising limb*), puncak (*crest*) dan sisi turun/resesi (*recession limb*). Gambar 3.4 menunjukkan HSS Gama I. Dalam gambar tersebut tampak ada patahan dalam sisi resesi. Hal ini disebabkan sisi resesi mengikuti persamaan eksponensial yang tidak memungkinkan debit sama dengan nol. Meskipun pengaruhnya sangat kecil namun harus diperhitungkan mengingat bahwa volume hidrograf satuan harus tetap satu.

HSS Gama I terdiri dari empat variabel pokok, yaitu naik (*time of rise - TR*), debit puncak (Q_p), waktu dasar (TB), dan sisi resesi yang ditentukan oleh nilai koefisien tampungan (K) yang mengikuti persamaan berikut:

$$Q_t = Q_p e^{-(t-p)/K} \dots\dots\dots(8.11)$$

Dengan:

Q_t : debit pada jam ke t (m^3/d)

Q_p : debit puncak (m^3/d)

t : waktu dari saat terjadinya debit puncak (jam)

K : koefisien tampungan

Selanjutnya hidrograf satuan dijabarkan dengan empat variabel pokok, yaitu waktu naik (Tr), debit puncak (Qp), waktu dasar (Tb) dan koefisien tampungan (k) persamaan tersebut:

1. Waktu puncak HSS Gama I (TR)

$$TR = 0.43 \left(\frac{L}{100.SF} \right)^3 + 1.0665 SIM + 1.2775 \dots\dots\dots(8.12)$$

2. Waktu dasar (TB)

$$TB = 27.4132 Tr^{0.1457} S^{-0.0986} SN^{0.7344} RUA^{0.2574} \dots\dots\dots(8.13)$$

3. Debit puncak banjir (QP)

$$QP = 0.1836 A^{0.5886} Tr^{-0.4008} JN^{0.2381} \dots\dots\dots(8.14)$$

4. Koefisien resesi

$$K/C = 0.5617 A^{0.1798} S^{-0.1446} SF^{-1.0897} D^{0.0452} \dots\dots\dots(8.15)$$

5. Aliran dasar

$$QB = 0,4715 A^{0,6444} D^{0,943} \dots\dots\dots(8.16)$$

Dengan:

A : luas DAS (km^2)

L : panjang sungai utama (km)

S : kemiringan dasar sungai

S : faktor sumber, perbandingan antara jumlah panjang sungai tingkat satu dengan jumlah panjang sungai semua tingkat

SN : frekuensi sumber, perbandingan antara jumlah pangsa sungai tingkat satu dengan jumlah pangsa sungai semua tingkat

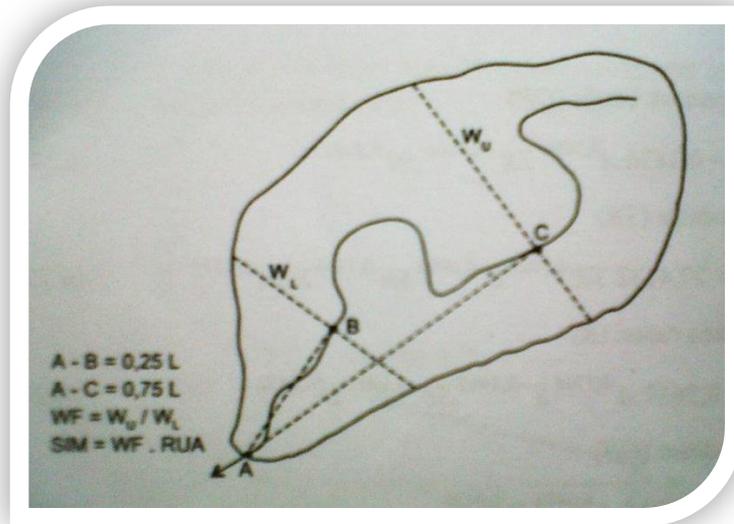
WF : faktor lebar, perbandingan antara lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak $0,75 L$ dengan lebar DAS yang diukur di sungai yang berjarak $0,25 L$ dari stasiun hidrometri.

JN : jumlah pertemuan sungai

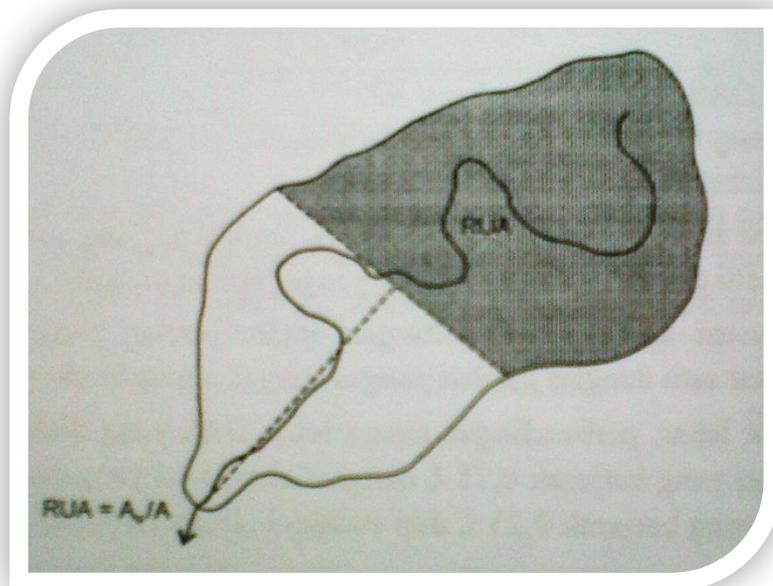
SIM : faktor simetri, hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas DAS sebelah hulu (RUA)

RUA : luas DAS sebelah hulu, perbandingan antara luas DAS yang diukur di hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubung antara stasiun hidrometri dengan titik yang paling dekat dengan titik berat DAS, melalui titik tersebut

D : kerapatan jaringan kuras, jumlah panjang sungai semua tingkat tiap satuan luas DAS



Gambar 8.5 Sketsa Penetapan WF (sumber: Triatmodjo 2006)



Gambar 8.6 Sketsa Penetapan RUA (sumber: Triatmodjo 2006)

Persamaan tambahan yang terkait dengan HSS Gama I adalah indeks infiltrasi atau Φ indeks. Besarnya Φ indeks dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\Phi = 10,4903 - 3,859 \cdot 10^{-6} A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \left(\frac{A}{SN}\right)^4 \dots\dots\dots(8.17)$$

Dengan:

- Φ indeks : indeks infiltrasi (mm/jam)
- A : luas DAS (km^2)
- SN : frekuensi sumber\

3. Metode Nakayasu

Hidrograf satuan sintetis Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya, seperti :

- Tenggang waktu dari permukaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*)
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*)
- Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*)
- Luas daerah aliran sungai
- Panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*)

Bentuk persamaan HSS Nakayasu adalah

$$Q_p = \frac{CA \cdot R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(8.18)$$

Dengan :

Q_p = debit puncak banjir (m^3/dt)

R_o = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir(jam)

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak (jam)

CA = luas daerah pengaliran sampai outlet (km^2)

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ digunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \dots\dots\dots(8.19)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \dots\dots\dots(8.20)$$

$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \dots\dots\dots(8.21)$$

t_g adalah time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam). t_g dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

- Sungai dengan panjang alur $L > 15$ km : $t_g = 0,4 + 0,058 L$
- Sungai dengan panjang alur $L < 15$ km : $t_g = 0,21 L^{0,7}$

Perhitungan $T_{0,3}$ menggunakan ketentuan:

$\alpha = 2$ pada daerah pengaliran biasa

$\alpha = 1,5$ pada bagian naik hidrograf lambat, dan turun cepat

$\alpha = 3$ pada bagian naik hidrograf cepat, dan turun lambat

Pada waktu naik : $0 < t < T_p$

$$Q_a = (t/T_p)^{2,4} \dots\dots\dots(8.22)$$

dimana Q_a adalah limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/dt)

Pada kurva turun (*decreasing limb*)

a. Selang nilai : $0 \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

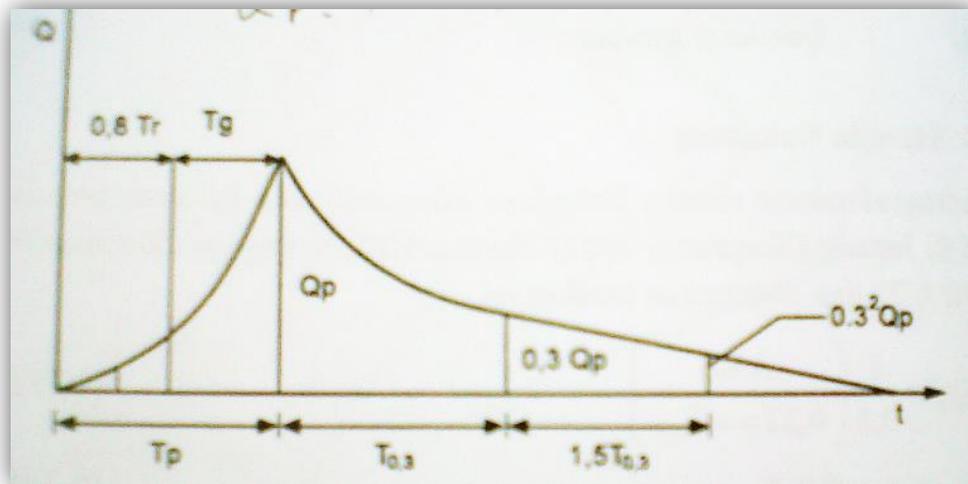
$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}} \dots\dots\dots(8.23)$$

b. selang nilai : $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}} \dots\dots\dots(8.24)$$

c. selang nilai : $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+1,5T_{0,3})}{2T_{0,3}}} \dots\dots\dots(8.25)$$



Gambar 8.7 Hidrograf satuan sintetik Nakayasu (sumber: Triatmodjo 2006)

A. TEMA : DEBIT ANDALAN

1. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami apa yang dimaksud debit andalan dan kegunaannya dalam irigasi
 - Memahami kalibrasi data lapangan dengan data perkiraan (data hasil hitungan).
 - Mampu menghitung debit andalan dengan metode Mock
2. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
 - Latihan soal bersama di kelas menghitung debit andalan dengan metode Mock

B. MATERI

a. Pengertian Umum

Debit andalan (dependable discharge) adalah debit yang berhubungan dengan probabilitas atau nilai kemungkinan terjadinya sama atau melampaui dari yang di harapkan. Debit yang mengalir pada suatu penampang sungai dalam suatu daerah aliran sungai (DAS). Perencanaan teknik sumber daya air membutuhkan nilai probabilitas debit yang di andalkan

- a. penyediaan air minum dengan debit andalan 99%
- b. Pembangkit tenaga listrik dengan debit andalan 85%-90%
- c. Perencanaan Irigasi dengan debit andalan 70%-85%

Misal : dengan andalan 90% di peroleh debit andalan 100 m³/det, berarti akan dihadapi adanya debit-debit yang sama atau lebih besar dari 100 m³/det sebesar 90% dari banyaknya pengamatan selama waktu tertentu , dan akan dihadapi resiko debit-debit lebih kecil dari 100 m³/det, sebesar 10 % dari banyaknya pengamatan.

b. Metode Mockh

Kehilangan air dari lahan dan permukaan air pada DAS

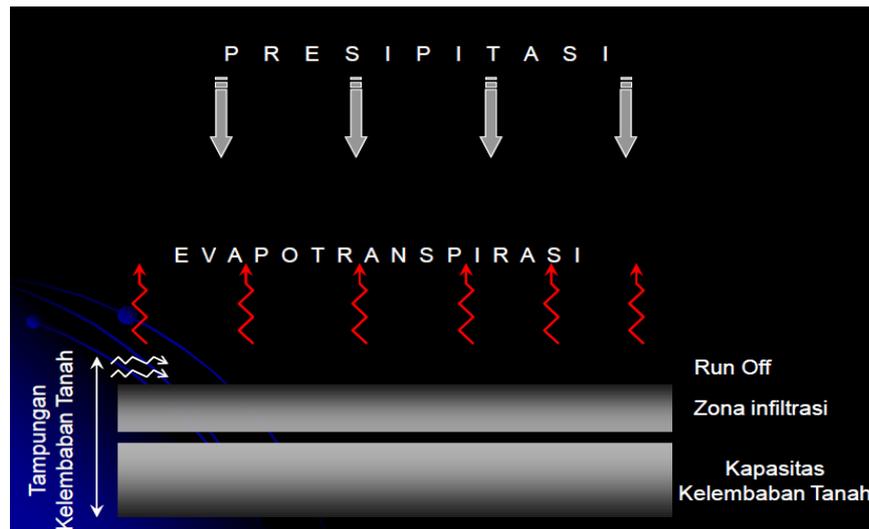
- a. **Evapotranspirasi potensial**, dapat dihitung dengan metode thornthwaite, blaney criddle, penman,dan turc-langbein-wundt.
- b. **Evapotranspirasi aktual** ,evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi air yang terbatas, dipengaruhi oleh proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau (exposed surface).

Exposed surface

m	Daerah
0%	Hutan primer, sekunder
10% – 40%	Daerah tererosi
30% - 50%	Daerah ladang pertanian

Skema Water Surplus

$WS = (P - E_a) + SS$, ws = Water Surplus , SS = Soil Stroge



Gambar 9.1 Skema water surplus

Limpasan Total

- Infiltrasi (i) = $WS \times i_f$ i_f = Koefisien infiltrasi
- Groundwater Storage (GS)
 $GS = (0,5 \times (1+K) \times i) + (K \times G_{som})$
dengan:
 i = infiltrasi
 K = Konstanta resesi aliran bulanan
 G_{som} = Groundwater Storage bulan sebelumnya
- Base flow
 $BF = i - \Delta GS$
- Direct run off / surface run off
berasal dari water surplus yang telah mengalami infiltrasi
 $DRO = WS - i$
- Storm run off
Limpasan langsung ke sungai yang terjadi saat hujan deras. SRO ini hanya beberapa % saja dari hujan. SRO dipengaruhi oleh percentage factor, PF. Yaitu persen hujan yang menjadi limpasan . $PF = 5\%-10\%$.

Ketentuan :

- Jika $P >$ maksimum soil moisture capacity, maka $SRO = 0$
- Jika $P <$ maksimum soil moisture capacity, maka $SRO =$ jumlah curah hujan dalam satu bulan yang bersangkutan dikali PF ($SRO = P \times PF$)
- Total Run Off
Merupakan penjumlahan komponen-komponen pembentuk debit sungai.
 $TRO = BF + DRO + SRO$
Dinyatakan dalam mm/bulan.
Jika TRO dikalikan dengan luas catchment area akan diperoleh debit dalam m^3/det

A. TEMA : PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR

1. Kompetensi mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa:
 - Memahami pengelolaan sumber daya air pada suatu wilayah DAS
2. Metode pembelajaran:
 - Mahasiswa diberi penjelasan dikelas dengan modul atau powerpoint
3. Uji Kompetensi:
 - Mengupload Tugas 4 yaitu membuat debit andalan dengan model mock di learning.eng.umy.ac.id

B. MATERI

10.1. Pengertian Umum

Istilah dan definisi yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya air terdapat dalam Undang - Undang tentang Sumber Daya Air, yaitu Undang - Undang Republik Indonesia No.7 Tahun 2004. Sumber Daya Air adalah air, sumber air dan daya air yang terkandung di dalamnya.

Sistem manajemen SDA mencakup manajemen keseluruhan / terintegrasi pada proses penanganan SDA.

Manajemen setiap sub sistem, sesuai dengan pendekatan sistem, memerlukan berbagai input yang diolah/teroleh melalui suatu proses untuk menghasilkan output dengan spesifikasi tertentu

Secara implisit dalam setiap proses terlibat 3 elemen utama:

subyek(pelaku); obyek dan metode (termasuk kebijakan, pendekatan dan tatalaksana).

10.2. Sistem SDA Alamiah

Tujuan

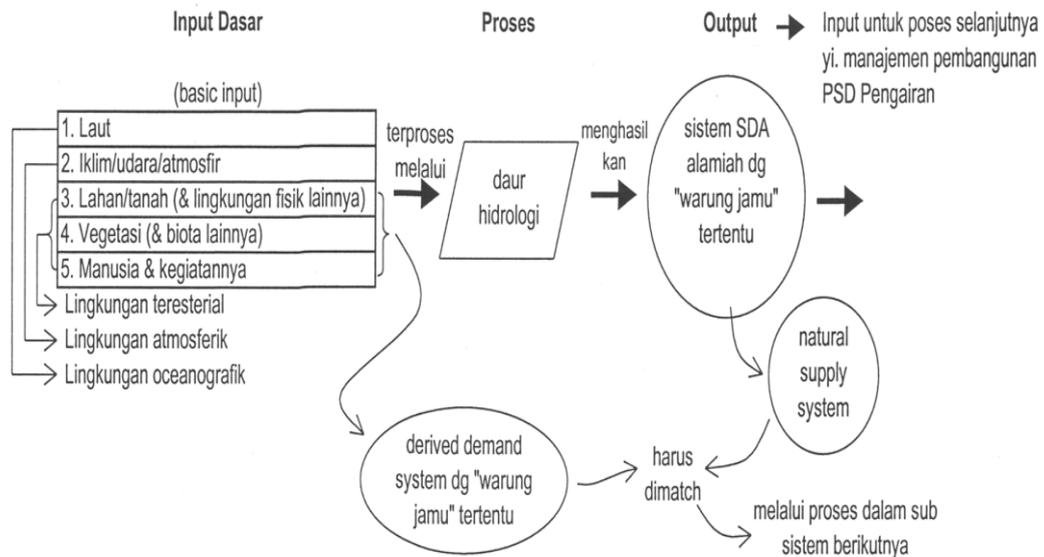
- a. Agar keseluruhan input dasar tersebut dapat dimanage sedemikian rupa sehingga proses daur hidrologi dapat berlangsung dengan baik/tidak terganggu sehingga dapat: menghasilkan SDA pada ruang dan waktu tertentu.
- b. Jumlah yang stabil (tanpa fluktuasi yang besar ~ dengan fluktuasi normal yang wajar sesuai musim).
- c. Kualitas / mutu air yang prima

Penjelasan Proses:

Subyek : Instansi pemerintah (pusat dan daerah) terkait, LSM, pemerhati, swasta & masyarakat.

Obyek : Lingkungan produksi SDA (oceanografik, atmosferik, dan teresterial)

Metode : Manajemen Lingkungan dan Perencanaan Tata Ruang Terpa



Gambar 10.1 Manajemen pelestarian / konservasi sda

Dampak kesalahan off-stream management, Akan meningkatkan 3 masalah klasik di In-stream:

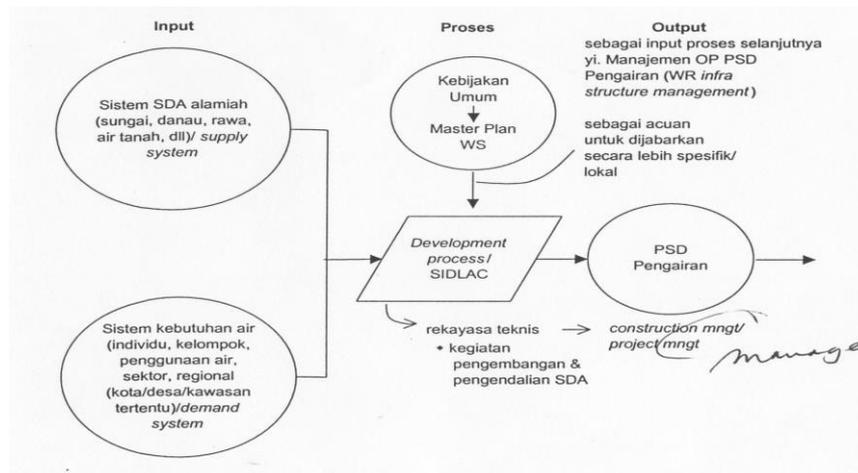
- Too much* ---> banjir
- Too little* ---> kekeringan
- Too dirty* ---> pencemaran

Penetapan tujuan perencanaan tata ruang (wilayah/kota/desa) harus memasukkan tujuan untuk melestarikan SDA.

- Mengendalikan dan mencegah banjir, kekeringan dan pencemaran air
- Mengendalikan WARUNG JAMU *demand system* SDA
- Tindakan preventif yang dilakukan diluar badan air --> lebih murah(karena menekan pada pengaturan dan berdampak jangka panjang) dari pada mengatasi masalah di dalam badan air dengan tindakan kuratif/rehabilitatif melalui rekayasa teknis (pembuatan waduk, sarana flood controle, IPAL dll) - --> dengan investasi dan biaya OP sangat mahal.

10.3. Sistem SDA Buatan

Manajemen Pembangunan Psd Pengairan (Ke-pu-an Pengairan) Pengembangan potensi SDA alamiah melalui rekayasa teknik sehingga menghasilkan Pengelolaan SD Pengairan (sistem SDA buatan).



Gambar 10.2 Manajemen pembangunan pengairan

Penjelasan Proses:

Subyek : Menteri PU, Dirjen. SDA, Pemda, swasta dan masyarakat.

Obyek : sistem SDA alamiah

Metode : Manajemen Konstruksi/manajemen proyek terpadu

Tujuan dari manajemen subsistem II adalah :

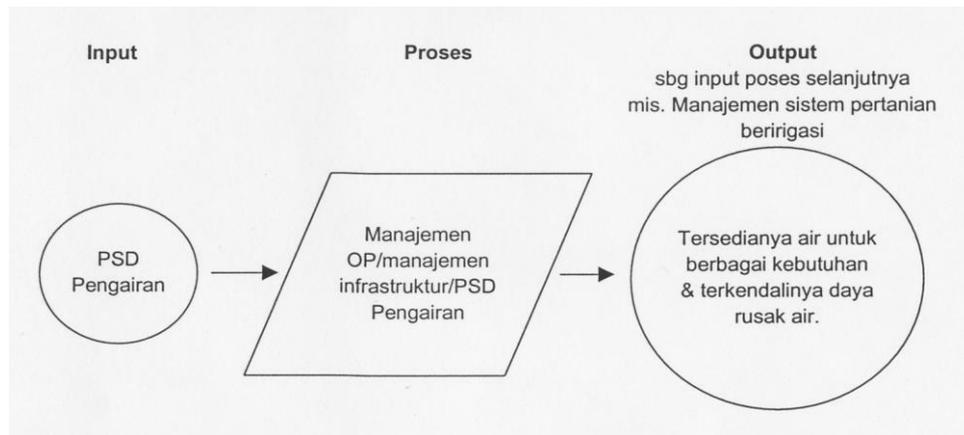
- Mewujudkan secara fisik upaya untuk mempertemukan tuntutan kebutuhan *demand system* dengan *supply system* yang ada melalui rekayasa teknis + aplikasi teknologi + peralatan hemat air.
- Sehingga menghasilkan jaringan PSD Pengairan sesuai standar mutu (quality assurance) dan berfungsi baik dan efisien dalam melayani kebutuhan individu, kelompok pemakai air, sektor, dan wilayah perkotaan dan pedesaan.

Pengembangan sda yang menghasilkan psd pengairan untuk pengadaan:

- Air irigasi
- Penyediaan air baku domestik, perkotaan.pedesaan, industri, perikanan
- Pengendalian erosi dan sedimentasi
- Pengendalian banjir
- Bangunan IPAL
- Wisata air
- PLTA
- Pengembangan rawa
- Perlindungan/pengamanan pantai & muara dll.

10.4. PSD Pengairan

Manajemen operasi dan pemeliharaan PSD pengairan, penyediaan dan pengalokasian air secara efektif, efisien dan berkelanjutan untuk semua pemakai air melalui manajemen infrastruktur PSD pengairan.



Gambar 10.3 Manajemen PSD pengairan

Penjelasan Proses:

Subyek: Dinas Pengairan daerah, PTPA (Pantia Tata Pengaturan Air) Provinsi, PPTPA (Panitia Pelaksanaan Tata Pengaturan Air), BPSDA (Balai Pengelola Sumberdaya Air/Perum PSDA, P3A).

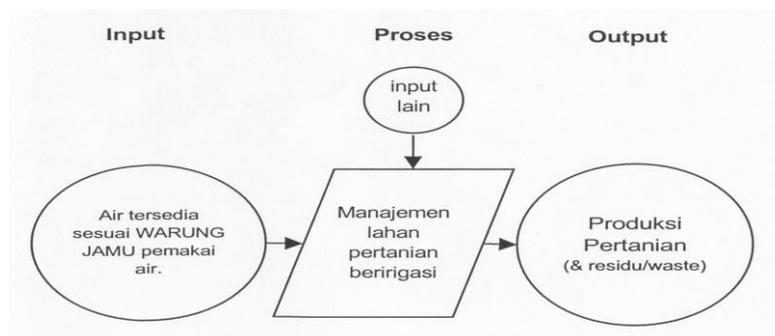
Obyek: PSD Pengairan (beserta air dan sumber lainnya)

Metode: manajemen sistem infrastruktur terpadu (*One river/watershed , one plan, one management*)

10.5. Manajemen Pemanfaatan Air

Tujuan :

- a. Adalah : untuk mengoperasikan dan memelihara PSD yang ada agar dapat mengatur pembagian dan pemberian air hingga kepada pemakai air individu dari berbagai sektor pengguna air secara efisien, efektif, dan berkelanjutan.
- b. Alat utama dari sub sistem ini: semua perangkat dan instrumen sebagai hasil dari rekayasa non teknis.



Gambar 10.4 Manajemen pemanfaatan air

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Triatmodjo, 2006 , *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
 Soemarto C.D., 1993 , *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta

LAMPIRAN 4 SISTEM PENILAIAN

- A. Sistem Penilaian Uji Kompetensi (Kuis) di elearning
Bobot masing-masing UK (UK 1, 2, 3 dan 4) adalah 10%
Grading berdasar jumlah jawaban yang benar dengan formula skor sebagai berikut:

$$\text{Skor} = (\text{Jumlah jawaban benar} / \text{Jumlah soal}) \times 100$$

- B. Sistem penilaian Tugas 1 (Penggambaran Peta DAS), bobot 10%
Kriteria penilaian:

1. Penggambaran dengan ArcGIS
2. Gambar garis sesuai standar
3. Legenda sesuai standar
4. KOP Gambar lengkap
5. Grid koordinat sesuai standar
6. Skala dan arah mata angin sesuai standar penggambaran
7. Diunggah tidak melewati batas waktu yang ditentukan

Skor

- 100 jika semua unsur kriteria terpenuhi
- 90 jika salah satu unsur kriteria tidak terpenuhi
- 80 jika dua unsur kriteria tidak terpenuhi
- 70 jika tiga unsur kriteria tidak terpenuhi

- C. Sistem penilaian Tugas 2 (Perhitungan Hujan Rencana), bobot 10%
Kriteria penilaian:

1. Langkah perhitungan dan satuan benar
2. Ditampilkan dalam bentuk tabel dan atau grafik sesuai standar penulisa tugas akhir
3. Diunggah tidak melewati batas waktu yang ditentukan

Skor

- 100 jika semua unsur kriteria terpenuhi
- 80 jika unsur kriteria nomor 2 tidak terpenuhi
- 70 Jika unsur kriteria nomor 3 saja tidak terpenuhi

- D. Sistem penilaian Tugas 3 (Perhitungan Hidrograf Satuan), bobot 10%

1. Langkah perhitungan dan satuan benar
2. Ditampilkan dalam bentuk tabel dan atau grafik sesuai standar penulisa tugas akhir
3. Diunggah tidak melewati batas waktu yang ditentukan

Skor

- 100 jika semua unsur kriteria terpenuhi
- 80 jika unsur kriteria nomor 2 tidak terpenuhi
- 70 Jika unsur kriteria nomor 3 saja tidak terpenuhi

- E. Sistem penilaian Tugas 4 (Perhitungan Hidrograf Banjir Rancangan), bobot 10%

1. Langkah perhitungan dan satuan benar
2. Ditampilkan dalam bentuk tabel dan atau grafik sesuai standar penulisa tugas akhir
3. Diunggah tidak melewati batas waktu yang ditentukan

Skor

- 100 jika semua unsur kriteria terpenuhi
- 80 jika unsur kriteria nomor 2 tidak terpenuhi
- 70 Jika unsur kriteria nomor 3 saja tidak terpenuhi

F. Sistem penilaian kehadiran kelas, bobot 10%

Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Skor} = (\text{Jumlah hadir mahasiswa} / \text{Jumlah total tatap muka}) \times 100$$

G. Sistem penilaian softskill, bobot 10%

Kriteria penilaian:

- Aktif mengerjakan soal latihan di learning.eng.umy.ac.id
- Aktif dalam forum learning.eng.umy.ac.id
- Mempunyai sikap yang baik di kelas

Skor

- 100 jika semua unsur kriteria terpenuhi
- 80 jika salah unsur kriteria tidak terpenuhi
- 60 Jika unsur kriteria nomor 3 saja tidak terpenuhi

H. Sistem penilaian akhir mata kuliah

Sistem penilaian akhir dengan acuan sebagai berikut:

Rentang skor akhir	Nilai Huruf	Bobot	Arti
80 - 100	A	4	Istimewa
75 - 79.99	AB	3,5	Sangat baik
65 - 74.99	B	3	Baik
60 - 64.99	BC	2,5	Cukup baik
50 - 59.99	C	2	Cukup
35 - 49.99	D	1	Kurang
0 - 34.99	E	0	Gagal

I. Form Penilaian

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Semester: Gasal 2018/2019

Mata	Komponen Penilaian:	Uji Kompetensi #1				Uji Kompetensi #2				Uji Kompetensi #3				Uji Kompetensi #4				#Presensi	#Softskill	Resume		
Hidrologi Terapan	Bahan Kajian	Evaporasi dan Evapotranspirasi				Hujan Rancangan				Hidrograf Satuan				Hidrograf Banjir Rancangan						bobot Total:		
C	Bobot	20%				20%				20%				20%				10%	10%	100%		
Puji Harsanto	Metode Evaluasi (bobot)	Nilai Capaian UK#1	Tugas 1	5 Remidi UK1	NILAI AKHIR CAPAIAN UK#1	Nilai Capaian UK #2	Tugas 2	5 Remidi UK2	NILAI AKHIR CAPAIAN UK#2	Nilai Capaian UK #3	Tugas 3	5 Remidi UK3	NILAI AKHIR CAPAIAN UK#3	Nilai Capaian UK #4	Tugas 4	5 Remidi UK4	NILAI AKHIR CAPAIAN UK#4	diambil dari prosen kehadiran	dinilai selama proses pembela	CAPAIA N NILAI AKHIR MATA	NILAI AKHIR DALAM HURUF	
No	NIM	Nama Mahasiswa																				
1	2	3	8	9	10	15		16	17	22		23	24	29		30	31	32	33	34	35	