

SISTEM MANAJEMEN SUMBERDAYA AIR DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN

PROGRAM STUDI MANAJEMEN
SUMBERDAYA AIR
DINAR DA PUTRANTO

Pemodelan sistem

- Pemodelan adalah terjemahan bebas dari istilah "*modelling*".
- Untuk menghindari berbagai pengertian atau penafsiran yang berbeda-beda, maka istilah "*pemodelan*" dapat diartikan sebagai suatu rangkaian aktivitas pembuatan model.
- Sebagai landasan untuk lebih memahami pengertian pemodelan maka diperlukan suatu penelaahan tentang "model" secara spesifik ditinjau dari pendekatan sistem

PEMBUATAN MODEL

- Salah satu syarat pokok untuk mengembangkan model adalah menemukan peubah-peubah apa yang penting dan tepat.
- Penemuan peubah-peubah ini sangat erat hubungannya dengan pengkajian hubungan-hubungan yang terdapat di antara peubah-peubah.
- Teknik kuantitatif seperti persamaan regresi dan simulasi digunakan untuk mempelajari keterkaitan antar peubah dalam sebuah model.
- Kebanyakan para pengguna analisis sistem menjumpai kesukaran untuk mengimplementasikan notasi-notasi matematika ke dalam format konsepsi disiplin ilmunya .
- Kemudian dipilih alternatif pembuatan model konsepsi ("*conceptual model*") yang sifatnya informal karena terasa lebih mudah

PENGELOLAAN SDA

- Pengelolaan sumberdaya air merupakan program berkesinambungan, jangka panjang yang mempunyai karakteristik sasaran ganda (*multiple goals*) dan tujuan ganda (*multiple objectives*).
- Program tersebut dapat dilaksanakan semenjak inventarisasi dan evaluasi sumberdaya hingga arahan penggunaan dan pelestariannya.
- Untuk melihat dan mengendalikan kondisi lingkungan pada berbagai proses konversi sumberdaya air, maka dapat digunakan model IMSDA. Sedangkan untuk mengoptimumkan proses konversi yang mempunyai sasaran dan tujuan ganda, maka dapat digunakan "**Model Optimasi Multi-kriteria**".

Pemodelan Sistem Daerah Aliran Sungai

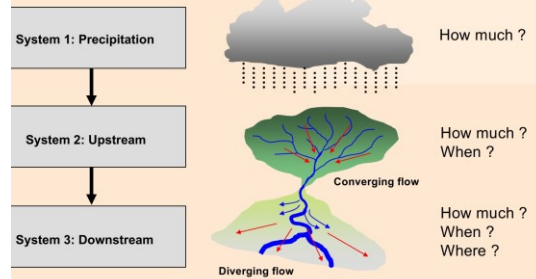
- Daerah aliran sungai merupakan suatu wilayah yang dibatasi oleh batas-batas topografis yang menyalurkan air hujan melalui suatu sistem sungai.
- DAS ini merupakan unit hidrologis yang telah digunakan sebagai unit biofisik dan sebagai unit sosial-ekonomi serta sebagai unit sosial politik dalam perencanaan dan implementasi aktivitas-aktivitas pengelolaan sumberdaya (Easter dan Hufschmidt, 1985)

- Pengelolaan DAS merupakan suatu proses memformulasikan dan megimplementasikan aktivitas-aktivitas yang melibatkan sumberdaya alam dan manusia dalam suatu DAS, dengan mempertimbangkan faktor-faktor sosial, politik, ekonomi dan institusional yang ada, dengan maksud untuk mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditentukan

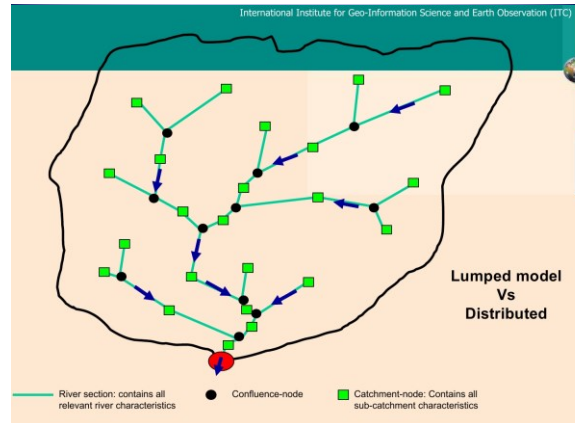
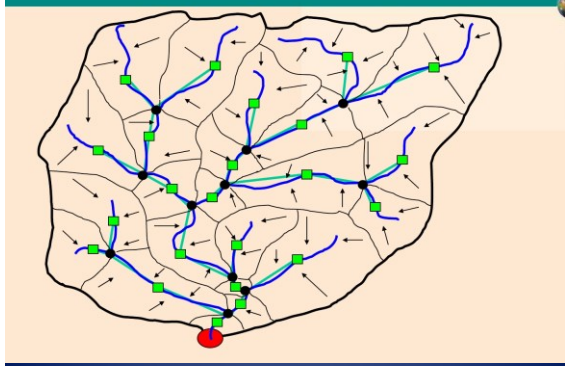
Diagram Alir Pengelolaan DAS



Jari Sistem Analisis Ke Pemodelan Dinamik untuk Pengendalian Banjir



Analisis Q in dan Q Out



- Parameter Sungai
 - Berisi seluruh parameter sungai, panjang lebar, profil, kemiringan, kekasaran, kekasaran dasar saluran
 - Output : Hydrograph pada Outlet setiap Catchment, Puncak Banjir dan Bentuk Graphic
 - Menghitung Kapasitas Banjir, yang akan mengindikasikan terjadi Overflow atau tidak
 - Menganalisis antara Banjir (Q) dengan ketinggian air (Waterlevel/h)
- Karakteristik DAS :
 - Memuat semua karakteristik DAS
 - Pemanfaatan lahan, jenis tanah, lebar dan bentuk DAS % Tutupan Lahan, nilai C

PENGAMBILAN KEPUTUSAN

- Melibatkan Semua Kepentingan
- Menggunakan semua Parameter Dalam DAS dan Kepentingannya
- Menggunakan Metode yang sesuai
 - Statistik
 - MCA
 - Klasifikasi
 - AHP
 - dsb

KLASIFIKASI PENILAIAN DAS BERDASARKAN POTENSI EROSI LAHAN

No.	KRITERIA	LAJU EROSI (mm/Th)	SKOR
1.	Sangat Rendah	< 1,5	1
2.	Rendah	1,5 – 2,5	2
3.	Sedang	2,5 – 3,5	3
4.	Tinggi	3,5 – 4,5	4
5.	Sangat Tinggi	> 4,5	5

KERENTANAN GERAKAN TANAH

- Analisis Kemantapan Lereng
- Analisis kemantapan lereng dilakukan untuk mendapatkan besarnya nilai faktor keamanan (Fs) dan dilakukan pada model kemiringan lereng 0 – 80° yang hasilnya adalah nilai Fs masing – masing jenis tanah pelapukan formasi batuan dengan asumsi Fs = 1,2. Tinggi muka air tanah dari bidang luncir diasumsikan jenuh air

No.	Faktor Keamanan (Fs)	Kerentanan Gerakan Tanah	Nilai Score
1	> 2,00	Sangat Rendah	1
2	1,75 < Fs < 2,00	Rendah	2
3	1,5 < Fs < 1,75	Menengah	3
4	1,20 < Fs < 1,50	Tinggi	4
5	< 1,20	Sangat Tinggi	5

Hubungan Tingkat Gerakan Tanah dengan Kemiringan

Tanah Pelapukan	Kemiringan Lereng					
	0 - 5	5 - 15	15 - 30	30 - 50	50 - 70	> 70
Batu Lempung (Tmk)	II	III	IV	V	V	V
Napal (TmKL)	II	II	III	IV	V	V
Batu Pasir Tufaan (QTd)	I	II	III	IV	V	V
Breksi Vulkanik (QPK)	I	I	II	III	IV	V

KETERANGAN :

- I : Zona Kerentanan Gerakan Tanah Sangat Rendah (1)
- II : Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah (2)
- III : Zona Gerakan Tanah Menengah (3)
- IV : Zona Gerakan Tanah Tinggi (4)
- V : Zona Gerakan Tanah Sangat Tinggi (5)

TINGKAT KELONGSORAN

- Tingkat Kelongsoran ditentukan berdasarkan nilai pembobotan masing-masing zona yang tercakup dalam DAS

No.	Kriteria	Tingkat Kerentanan	Skor	Jumlah DAS
1	Sangat Rendah	< 1,5	1	
2	Rendah	1,5 – 2,5	2	
3	Menengah	2,5 – 3,5	3	
4	Tinggi	3,5 – 4,5	4	
5	Sangat Tinggi	> 4,5	5	

BANJIR

- Penyebab banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu akibat sebab – sebab alami dan akibat tindakan manusia. Departemen So-sial mencatat bahwa kerugian dan kerusakan akibat banjir yang terjadi adalah sebesar dua pertiga dari semua bencana alam yang terjadi. Perubahan tataguna lahan memberikan kon-tribusi yang besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir (Kodoatie, 2002).
- Analisis tingkat bahaya banjir mengacu pada persentase luas genangan banjir dan ketersediaan prasarana SDA masing – masing DAS.

% Luas Genangan Terhadap DAS	Kriteria	Skor	Jumlah DAS
Fb < 0,5	Sangat Rendah	1	
0,5 < Fb < 1,0	Rendah	2	
1,0 < Fb < 2,5	Menengah	3	
2,5 < Fb < 5,0	Tinggi	4	
Fb > 5,0	Sangat Tinggi	5	

Pembobotan Kriteria Ketersediaan Prasarana

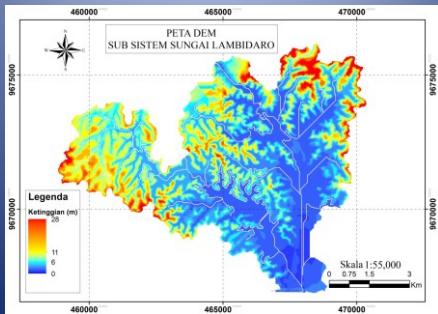
Skor	Waduk (Bh)	Embung (Bh)	Bendung (Bh)	Tanggul (Km)	Daerah Irigasi (Ha)
1	0	0	0	0	0
2	1	1 - 2	1 - 3	0 < L < 2,5	0 < A < 500
3	2	3 - 4	4 - 7	2,5 < L < 6	500 < A < 1500
4	3	5 - 6	8 - 10	6 < L < 10	1500 < A < 3000
5	>3	> 6	> 10	L > 10	A > 3000

Pembobotan :

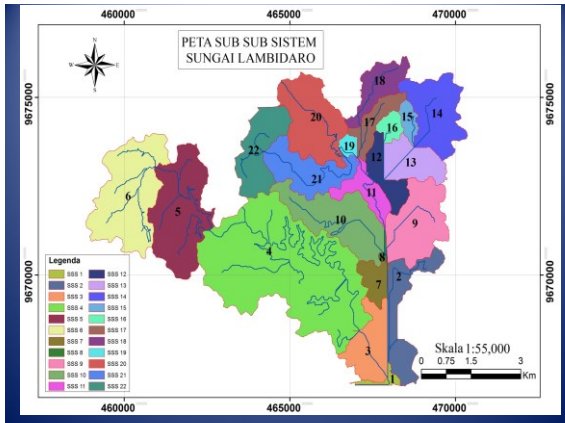
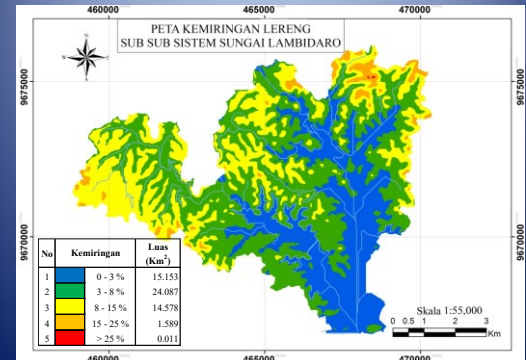
- 1 Sangat Buruk
 - 2 Buruk
 - 3 Cukup
 - 4 Baik
 - 5 Sangat Baik
- Penentuan tingkat kekritisan DAS didasarkan pada penilaian yang diperoleh dari peta kekritisan lahan dikelompokkan kedalam 5 kategori yaitu: Sangat Kritis (nilai 5), Kritis (nilai 4), Agak Kritis (nilai 3), Potensial Kritis (nilai 2), dan Tidak Kritis/Baik (nilai 1)

SIMULASI DAN PENGENDALIAN SUNGAI LAMBIDARO

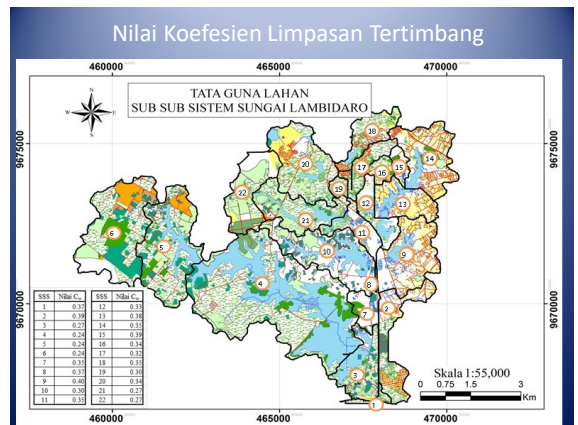
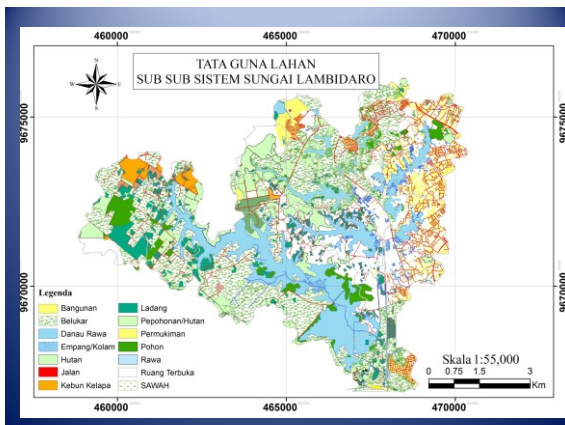
- Parameter Hidrometri



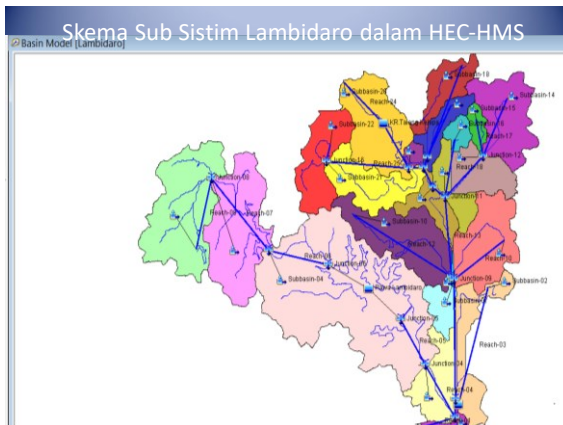
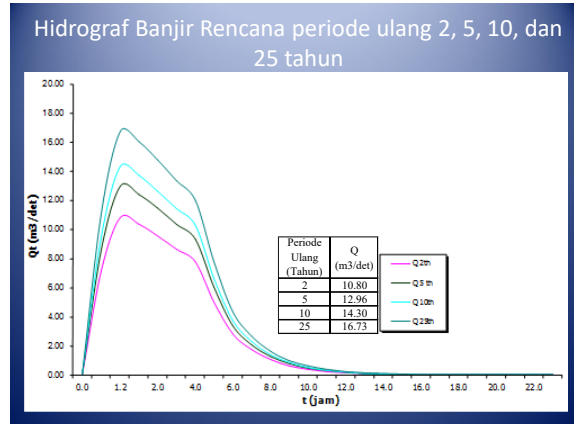
CONTOH



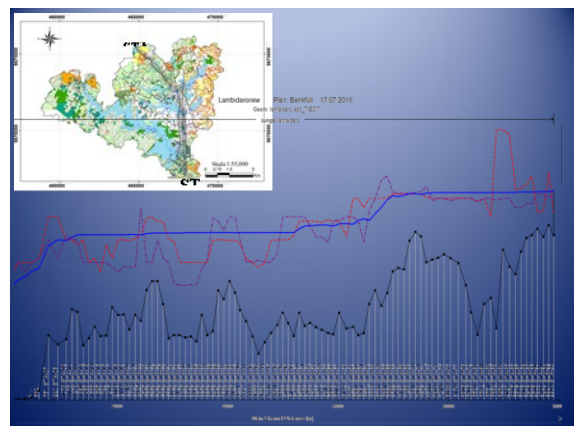
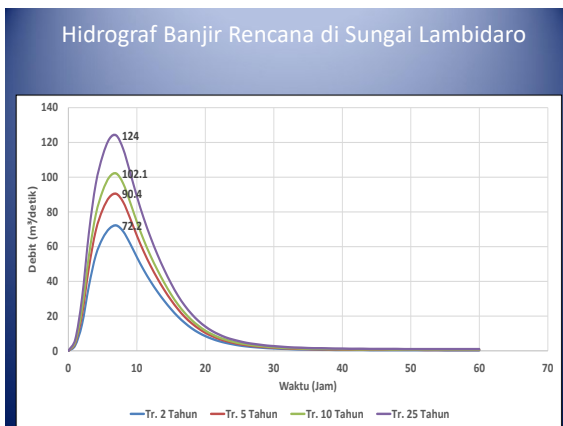
Nama Catchment Area Sub Sub Sistem Sungai (SSS) Lambidaro	Luas Area (Km ²)	Elev Hulu	Elev Hilir	Beda Tinggi	Panjang Stream Order (m)	Kemiringan Sungai (derajat)
SSS 1	0.250	1.5	1.5	0.0	2006.6	0.00
SSS 2	2.292	2.0	2.0	0.0	27660.9	0.25
SSS 3	2.131	1.5	1.5	0.0	3150.8	0.00
SSS 4	13.103	2.0	2.0	0.0	30027.1	1.21
SSS 5	4.825	5.0	4.3	0.7	9332.4	0.46
SSS 6	5.299	9.0	5.0	4.0	12821.9	1.87
SSS 7	0.898	1.5	1.5	0.0	9935.8	0.06
SSS 8	0.078	2.0	2.0	0.0	84.9	0.00
SSS 9	3.257	2.9	2.0	1.0	6972.8	0.16
SSS 10	3.761	3.6	2.0	1.6	16405.0	0.15
SSS 11	1.194	2.0	2.0	0.0	6032.2	0.00
SSS 12	1.179	2.4	2.0	0.4	1082.4	0.10
SSS 13	1.804	2.4	2.4	0.0	3860.7	0.00
SSS 14	2.978	5.0	2.4	2.6	6324.0	0.56
SSS 15	0.467	3.0	2.4	0.6	1832.0	0.10
SSS 16	0.502	2.8	2.4	0.4	2693.0	0.06
SSS 17	1.093	3.9	2.0	1.9	3486.8	0.24
SSS 18	1.490	2.6	2.0	0.6	6435.4	0.79
SSS 19	0.294	2.0	2.0	0.0	3120.5	0.04
SSS 20	3.564	2.8	2.0	0.8	8661.6	0.06
SSS 21	2.497	6.0	3.9	2.1	3281.3	0.40
SSS 22	2.456	6.0	3.9	2.1	3157.3	0.54



NO	PARAMETER UNIT HIDROGRAF		
1	Panjang Sungai/Saluran (L)	=	4,546 Km
2	Luas DAS (A)	=	2,292 Km ²
3	Koefisien Pengaliran DAS (Cw)	=	0,3885
4	Time Lag (Tg)	=	0,61 Jam
	Syarat:		
	Tg	=	0,21 (L ^{0,7}) panjang sungai (L) < 15 km
	Tg	=	0,4 + 0,058L panjang sungai (L) > 15 km
5	Satuan Waktu Hujan (Tr)	=	0,5 Tg s.d 1,0 Tg
	Syarat:		
	Tr	=	0,61 Jam
6	Peak Time (Tp)	=	T _p + 0,8 T _g
	Tr	=	1,09 Jam
	Tr	=	1,00 Jam
7	Parameter Hidrograf		
	α	=	2 untuk aliran di daerah datar
	T _{0,51}	=	3,21
	0,5 T _{0,51}	=	0,61 Jam
	1,5 T _{0,51}	=	1,82 Jam
	2,0 T _{0,51}	=	2,42 Jam
8	Curah Hujan Spesifik (R0)	=	1 mm
9	Debit Puncak (Qp)	=	0,161 m ³ /dt/mm
10	Base Flow (Qb)	=	0,08 m ³ /dt/mm



Sub Sistem Sungai Lambidaro	Luas (km ²)	Panjang Sungai (km)	Elev. Hulu	Elev. Hilir	CN	S	Ia (mm)	Tc (min)	tp (0.6Tc) (min)
01	0.250	0.655	1.5	1.5	49.48	259.2	51.9	27.5	16.5
02	2.292	4.546	2.0	2.0	46.46	292.7	58.5	327.0	196.2
03	2.129	3.242	1.5	1.5	46.37	293.8	58.8	288.6	173.2
04	13.103	4.000	2.0	2.0	45.81	300.5	60.1	283.1	169.9
05	4.825	4.305	5.0	4.3	41.09	364.2	72.8	402.3	241.4
06	5.216	2.606	9.0	5.0	38.38	407.7	81.5	418.5	251.1
07	0.898	1.291	1.5	1.5	40.69	370.3	74.1	100.4	60.2
08	0.078	0.754	2.0	2.0	42.45	344.3	68.9	55.1	33.0
09	3.257	2.599	2.9	2.0	46.58	291.3	58.3	131.8	79.1
10	3.761	5.594	3.6	2.0	43.79	326.0	65.2	357.0	214.2
11	1.194	2.953	2.0	2.0	43.88	324.8	65.0	153.6	92.2
12	1.179	0.766	2.4	2.0	47.70	278.4	55.7	55.7	33.4
13	1.804	1.287	2.0	2.0	50.27	251.3	50.3	45.0	27.0
14	2.978	1.831	5.0	2.4	45.89	299.5	59.9	49.0	29.4
15	0.467	1.280	3.0	2.4	43.37	331.7	66.3	36.1	21.7
16	0.502	0.411	2.8	2.4	41.83	353.3	70.7	11.9	7.1
17	1.097	1.942	3.9	2.0	44.35	318.7	63.7	93.3	56.0
18	1.495	3.275	2.6	2.0	45.89	299.5	59.9	147.7	88.6
19	0.294	1.101	2.0	2.0	44.14	321.5	64.3	41.8	25.1
20	3.564	4.371	2.8	2.0	46.05	297.6	59.5	206.0	123.6
21	2.497	4.493	6.0	3.9	42.78	339.7	67.9	212.3	127.4
22	2.456	1.755	6.0	3.9	38.45	406.6	81.3	47.4	28.4





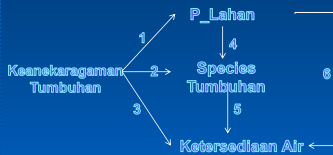
KONSEP VALUASI EKONOMI SUMBERDAYA AIR

Dinar Dwi Anugerah Putranto – Sriwijaya University
dwiwanugerah@yahoo.co.id

7/27/2023 Program Studi Teknik Sipil, Pascasarjana UNSRI

KERANGKA NILAI EKONOMI SUMBERDAYA AIR

- Potensi penting kawasan adalah Ketersediaan Air Pada suatu Kawasan



1 – 6 Ecosystem SDA support functions
Penyediaan air bersih, pengendali banjir, sedimentasi dan lain-lain (Turner, et al, 2000)

7/27/2023 Program Studi Teknik Sipil, Program Pascasarjana UNSRI

Siklus lain yang menjelaskan hubungan Penentuan ketersediaan air

- Arus 1 – 4 – 5, ketersediaan air dalam konteks perlindungan habitat alam. Misalnya manfaat wisata atau rekreasi alam
- Arus link 2 – 5, manfaat keanekaragaman tumbuhan dilihat dari sisi input bagi produk air tanah.
- Arus link 3, aspek keanekaragaman hayati dari sisi non use. Aspek bio-etik. Pandangan moral manusia terhadap keanekaragaman hayati

7/27/2023 Program Studi Teknik Sipil, Pascasarjana UNSRI

Pendapat Neoklasik

- Nilai Ekonomi (Economic Values) : Kepuasan Konsumen dan Keuntungan Perusahaan
- Konsep Dasar : Surplus Ekonomi, diperoleh dari penjumlahan surplus oleh Konsumen dan surplus oleh produsen
- Surplus Konsumen, apabila ada kelebihan Kemampuan membayar Konsumen terhadap harga barang, selisih jumlah (CS)
- Surplus Produsen (PS), Jumlah yang diterima lebih besar dari yang dikeluarkan

7/27/2023 Program Studi Teknik Sipil, Pascasarjana UNSRI

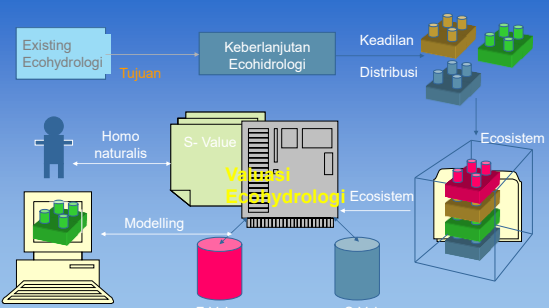
Contoh Menghitung TES

Berapa Total Ekonomik Surplus pada pembelian air minum?

- Kemampuan Untuk membeli Rp. 5,-, harga Rp. 1,-
- CS = Rp. 5 – Rp.1 = Rp. 4,-
- Semakin banyak mengkonsumsi, kemampuan membayar (WTP) Willingness to Pay, turun
- Apabila 3 ya dikonsumsi, maka Total WTP, Rp.12,-

- Biaya sampai gelas ke 3 = Rp. 3,-; CS = Rp. 12,- - Rp. 3,- = Rp. 9,-
- PS, terjadi apabila biaya produksi 1 gelas = Rp.0,25, untuk 3 gelas, PS = Rp. 3,- - Rp. 0,75 = Rp. 2,25,-
- Total Ekonomik Surplus = PS+CS=Rp. 9,- + Rp. 2,25,- = Rp. 11,25,-

Ecohydrologi Economics



© Eduworks Corporation, 2002

Valuasi Ekonomi

Masyarakat :

Nilai Prevensi Masyarakat Terhadap perubahan lingkungan

Punya Prevensi terhadap resiko lingkungan

Keinginan Membayar WTP

Lingkungan tetap terjaga



Sumberdaya wilayah Pesisir dan lautan

Aset Kehidupan

Perlu dijaga

Intrinsic Value

Etc.

Valuasi Ekonomi :

Penjumlahan Prevensi Individu dalam keinginannya untuk membayar WTP dalam mengkonsumsi lingkungan yang baik

Valuasi Ekonomi, alat untuk mengukur keinginan masyarakat untuk lingkungan yang baik, melawan lingkungan yang buruk



7/27/2023

7

Tipologi Nilai Ekonomi

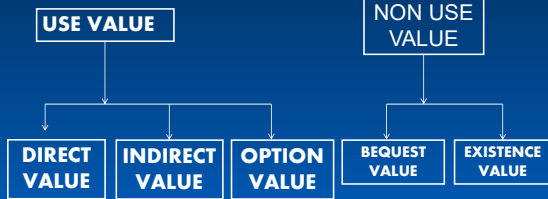
Total Economic Value (TEV) adalah penjumlahan nilai ekonomi berbasis pemanfaatan (Use Value/UV) dan nilai ekonomi berbasis bukan pemanfaatan (Non Use Value/NUV). UV, (DUV/Direct Use Value, IUV,OV/Option Value).

NUV, (Bequest Value/BV dan Existence Value/EV)

7/27/2023

8

Total Economic Value



$$TEV = UV + NUV = (DUV + IUV + OV) + (BV + EV)$$

7/27/2023

9

KOMPOSISI TEV

- DUV, Nilai Ekonomi yang diperoleh dari pemanfaatan langsung dari sebuah sumberdaya/ekosistem. Contoh : Manfaat tersedianya kayu, terjaganya kawasan pantai
- Indirect Use Value (IUV), Nilai Ekonomi yang diperoleh dari pemanfaatan tidak langsung dari sebuah sumberdaya. Contoh : Fungsi ekosistem hutan mangrove sebagai tempat berkembang biak berbagai jenis ikan

7/27/2023

Program Studi Teknik Sipil, Program Pascasarjana –FT. UNSRI

10

.....lanjutan

- ❑ Option Value : Nilai ekonomi yang diperoleh dari potensi pemanfaatan langsung maupun tidak langsung dari sebuah sumberdaya/ekosistem di masa yang akan datang. Contoh : Manfaat Keanekaragaman Hayati
- ❑ Bequest Value, Nilai ekonomi yang diperoleh dari manfaat pelestarian sumberdaya ekosistem untuk kepentingan generasi masa depan. Contoh : Nilai sebuah sistem tradisional masyarakat yang terkait dengan ekosistem/habitat/keanekaragaman hayati
- ❑ Existence Value, Nilai ekonomi yang diperoleh dari sebuah persepsi bahwa keberadaan (existence) dari sebuah ekosistem sumberdaya, baik dimanfaatkan atau tidak

7/27/2023

11

Contoh

- ❑ Ekosistem hutan tropis yang terancam punah, endemicspesises
- ❑ Teknik pendekatan langsung dan tidak langsung
- ❑ Pendekatan langsung melalui wawancara langsung dengan masyarakat
- ❑ Pendekatan tidak langsung, mengamati perubahan pemanfaatan lahan melalui media
- ❑ Teknik Pengukurannya : Harga Hegoic, Teknik Pengupahan, Metode Biaya Perjalanan, Perilaku mencegah Pencemaran dan Pendekatan pasar
- ❑ etc.

7/27/2023

12

SIMULASI DAN PENGENDALIAN SUMBERDAYA AIR

Dinar DA Putranto

KONSERVASI SUMBERDAYA AIR

- Konservasi sumber daya air adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi SDA agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang (pasal 1 ayat (18) UU No.7 tahun 2004).

Model Simulasi Run-off Berdasarkan Analisis Spasial

- Buat Peta Batas Pola DAS Dengan data Ketinggian
- Buat Analisis Kelerengan dan Klasifikasikan
- Buat Peta Penggunaan Lahan dari Interpretasi Data Citra Penginderaan Jauh
- Analisis Data Curah Hujan dan Buat Peta Sebarannya
- Buat Peta Pendukung, Peta Jenis Tanah
- Simulasi Rainfall-Run-Off

ASPEK PENGELOLAAN SDA

- Menurut UU No.7 tahun 2004 tentang sumber daya air, pengelolaan sumber daya air (SDA) adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi SDA, pendayagunaan SDA dan pengendalian daya rusak air.
- Langkah-langkah
 - Menyusun pola pengelolaan SDA yang merupakan kerangka dasar dalam merencanakan, melaksanakan, memantau dan mengevaluasi kegiatan pengelolaan SDA.
 - Menyusun pola pengelolaan SDA meliputi 3 (tiga) aspek pengelolaan, yaitu : (1) Konservasi sumber daya air, (2) Pendayagunaan sumber daya air, dan (3) Pengendalian daya rusak air

PENDAYAGUNAAN SUMBERDAYA AIR

- Pendayagunaan sumber daya air adalah upaya penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan sumber daya air secara optimal agar berhasil guna dan berdaya guna (pasal 1 ayat (19) UU No.7 tahun 2004).
- Pasal 26 ayat (5) UU No.7 tahun 2004 memberikan arahan bahwa pendayagunaan SDA didasarkan pada keterkaitan air hujan, air permukaan, dan air tanah dengan mengutamakan pendayagunaan air permukaan.
- Simulasi *rainfall-runoff* dapat memberikan gambaran sirkulasi air dan potensi kerusakan dan ketersediaan air pada wilayah sungai

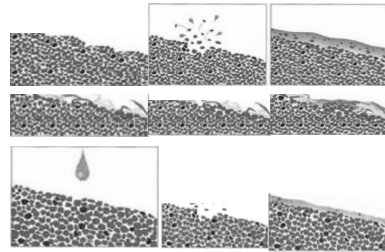
DAYA RUSAK AIR

- Daya rusak air adalah daya air yang dapat merugikan kehidupan. Sedangkan pengendalian daya rusak air adalah upaya untuk mencegah, menanggulangi, dan memulihkan kerusakan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air (pasal 1 ayat (20) dan (21) UU No.7 tahun 2004).

EROSI

- Erosi tanah terjadi dalam tiga tahap, yaitu tahap pelepasan partikel tunggal dari massa tanah dan tahap pengangkutan oleh media yang erosif seperti aliran air dan angin. Pada kondisi dimana energi yang tersedia tidak lagi cukup untuk mengangkat partikel tanah yang terlepas, maka akan terjadi tahap yang ketiga yaitu pengendapan. Percikan air hujan merupakan media utama dalam proses pelepasan partikel tanah (Suripin, 2002).

PROSES EROSI PERMUKAAN



FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI

Faktor – faktor yang berperan dalam menentukan tingkat erosi adalah :

- a) Erosivitas hujan (R)
- b) Erodibilitas tanah (K)
- c) Panjang dan kemiringan lereng (LS)

BESARNYA EROSI

- Perhitungan besarnya erosi yang terjadi pada suatu daerah dapat didekati dengan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang meng-kombinasikan lima faktor di atas, yaitu :
 - $Ea = R.K.LS.C.P$
 - dimana :
 - Ea = banyaknya tanah yang terosi (ton/ha/tahun),
 - R = erosivitas hujan (KJ/ha)
 - K = erodibilitas tanah (ton/KJ),
 - LS = faktor panjang kemiringan lereng
 - $C.P$ = faktor tanaman penutup lahan, manajemen tanaman dan konservasi

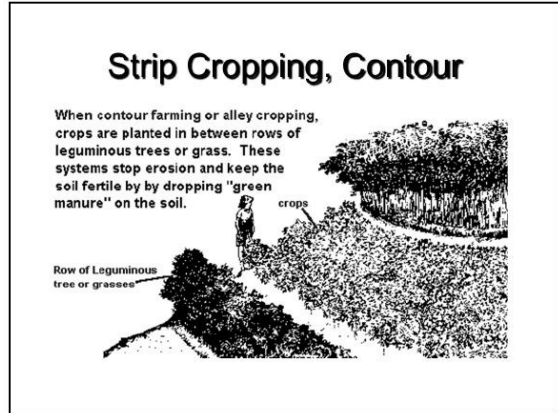
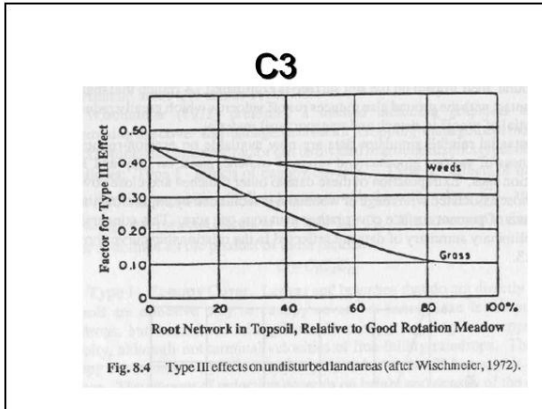
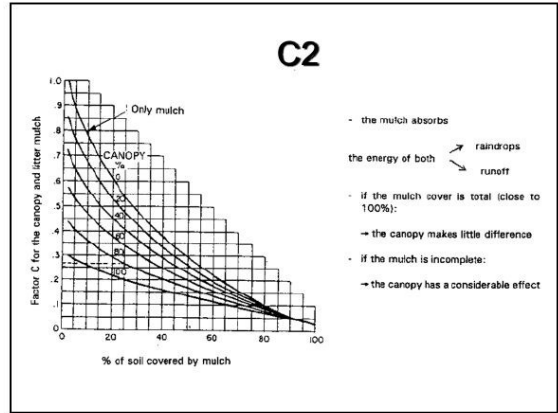
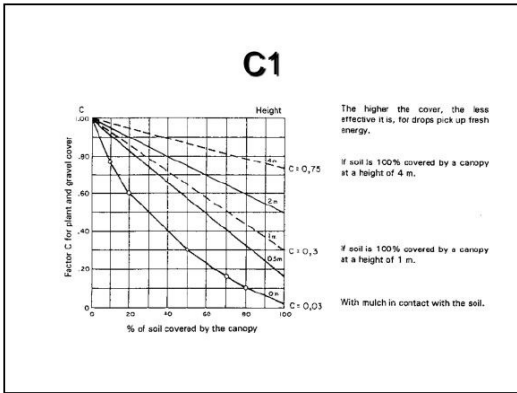
- Wischmeier & Smith (1965)

$$LS = \left(\frac{\lambda}{72.6} \right)^n \left(\frac{430(\sin \theta)^2 + 305.6\theta + 0.43}{6.613} \right)$$

- λ panjang lereng dalam feet
- θ Kemiringan lereng dalam derajat
- $n = 0,3$ untuk kemiringan/slope < 3 %
- $n = 0,4$ untuk kemiringan = 4%
- $n = 0,5$ untuk kemiringan = 5 %

C, FAKTOR TUTUPAN LAHAN

- $C = C1, C2, C3$
- $C1$ = pengaruh kanopi / tutupan oleh tumbuhan
- $C2$ = pengaruh tutupan oleh mulsa / tanaman dekat permukaan tanah.
- $C3$ = pengaruh residual akibat penggunaan lahan



Contoh Perhitungan

Diketahui suatu lahan dengan panjang lereng 300 meter, kemiringan lahan 20%, Prosentase debu+pasir halus = 42%, pasir 0.1 – 2mm = 12%, Struktur tanah termasuk tipe 3 (medium), permeabilitas termasuk tipe 3 (moderate).

Jika diketahui data hujan bulanan adalah:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	376.2	305.0	158.7	126.1	123.6	57.2	65.8	64.8	57.2	79.5	103.1	206.3

Tinggi pohon rata-rata adalah 2 meter, lahan yang tertutup pohon adalah 40%. Sisa lahan yang ada tertutup vegetasi rendah / mulsa dan belum ada perubahan tata guna lahan.

Pada lahan tersebut tidak dilakukan usaha konservasi.

Hitunglah besar erosi tahunan pada lahan tersebut (ton/acre/tahun)

Contoh Perhitungan

Hitung R, diperoleh = 1099 / tahun

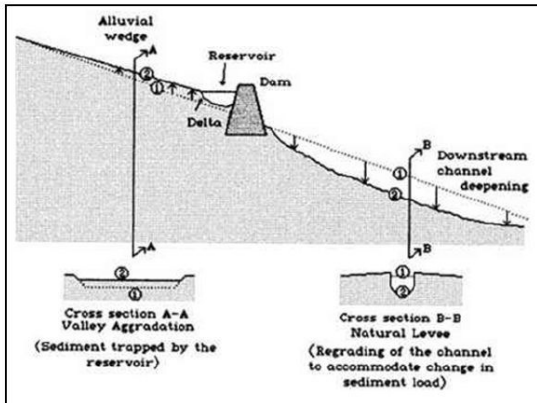
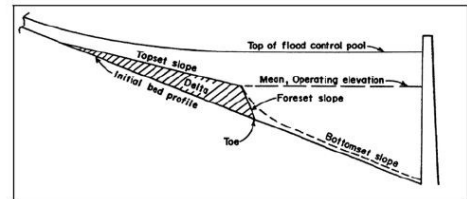
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	376.2	305.0	158.7	126.1	123.6	57.2	65.8	64.8	57.2	79.5	103.1	206.3
Ri	206.9	230.7	64.9	66.4	67.5	23.7	26.5	26.0	23.7	37.1	52.8	136.5
R	1099											

K = 0.23
 LS = 12
 C1 = 0.8, C2 = 0.25, C3 = 1
 P = 1.0
 A =ton/acre/tahun.
 Sehingga laju erosi pada lahan tersebut adalah ...ton/acre/tahun

Keterbatasan USLE

- Dikembangkan dari data yang relatif terbatas (jumlah maupun sebaran area-nya).
- Dikembangkan untuk erosi jenis *sheet* dan *rill*.
- Untuk material diameter ≤ 1 mm.
- Tidak ada tinjauan hubungan antar parameter (K, LS, C, P)
- Apakah semua sedimen yang tererosi di lahan akan masuk ke dalam aliran sungai?

Sedimentasi Waduk



SUMUR DAN PARIT RESAPAN

- ⊙ Untuk menanggulangi defisit air tanah, telah banyak pemikir yang mengajukan konsep pengisian buatan (*artificial recharge*), misalnya dengan genangan buatan dengan sumber air dari sungai, membuat kolam-kolam di sekitar rumah, pemanfaatan pipa jaring-jaring drainase yang porous guna meresapkan air hujan di sekitar rumah, dan menyebarkan air pada lahan yang luas dan sekaligus untuk mengairi daerah pertanian. Cara yang terakhir ini telah lama dipraktikkan di Jawa dan Bali yaitu pada lahan pertanian basah (padi sawah).

7/18/2012

179

I. PENDAHULUAN

- ⊙ Pengisian air tanah buatan ke dalam waduk bawah tanah mempunyai kegunaan sebagai berikut:
 1. Menyimpan kelebihan air permukaan di dalam waduk bawah tanah.
 2. Memperbaiki kualitas air tanah lokal melalui pencampuran dengan pengisian air tanah yang berasal dari air hujan.
 3. Pembentukan lapis tekanan (*pressure barriers*) untuk mencegah intrusi air laut.
 4. Meningkatkan produksi air tanah, baik untuk air minum maupun keperluan lainnya.
 5. Pengurangan biaya operasi pompa dengan meningginya muka air tanah.
 6. Mencegah terjadinya penurunan muka tanah (*land subsidence*).

7/18/2012

180

I. PENDAHULUAN

- ⊙ Walaupun kegunaan pengisian air tanah buatan sangat banyak, namun tidak dapat diterapkan di sembarang tempat. Beberapa persyaratan fisik yang harus dipenuhi dalam pembuatan pengisian air tanah buatan antara lain:
 1. Tersedia kapasitas yang memadai.
 2. Tersedia air yang cukup dengan kualitas yang memadai (lebih baik dari kualitas air tanah lokal).
 3. Tanah atau batuan pada lokasi mempunyai permeabilitas yang cukup.

7/18/2012

181

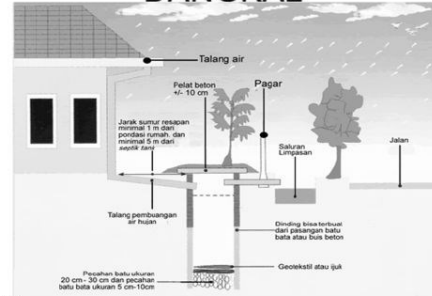
II. SUMUR RESAPAN DANGKAL

- Sumur resapan sebenarnya telah banyak digunakan oleh nenek moyang kita, yaitu dengan membuat lubang-lubang galian di kebun halaman serta memanfaatkan sumur-sumur yang tidak terpakai sebagai penampung air hujan.
- Konsep dasar sumur resapan pada hakekatnya adalah memberi kesempatan dan jalan pada air hujan yang jatuh di atap atau lahan yang kedap air untuk meresap ke dalam tanah dengan jalan menampung air tersebut pada suatu sistem resapan.
- Berbeda dengan cara konvensional dimana air hujan dibuang/dialirkan ke sungai diteruskan ke laut, dengan cara seperti ini dapat mengalirkan air hujan ke dalam sumur-sumur resapan yang dibuat di halaman rumah.

7/18/2012

182

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL



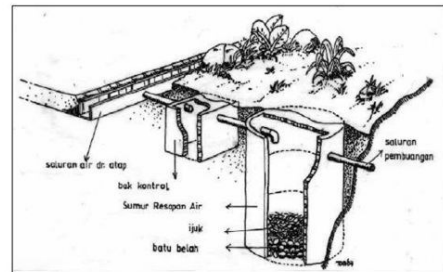
7/18/2012 Gambar 1. Ilustrasi sumur resapan di halaman rumah tinggal 183

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL



7/18/2012 Gambar 2. Contoh sumur resapan di halaman rumah tinggal 184

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL



7/18/2012 Gambar 3. Konstruksi sumur resapan dilengkapi bak kontrol 185

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL

- Sumur resapan ini merupakan sumur kosong dengan kapasitas tampungan yang cukup besar sebelum air meresap ke dalam tanah.
- Dengan adanya tampungan, maka air hujan mempunyai cukup waktu untuk meresap ke dalam tanah, sehingga pengisian tanah menjadi optimal.

7/18/2012

186

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL

⊙ Berdasarkan konsep tersebut, maka ukuran atau dimensi sumur yang diperlukan untuk suatu lahan atau kapling sangat bergantung dari beberapa faktor berikut:

1. Luas permukaan penutupan
2. Karakteristik hujan
3. Koefisien permeabilitas tanah
4. Tinggi muka air tanah

7/18/2012

187

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL

1. Metode Litbang Permukiman PU (1990)

Pusat penelitian dan Pengembangan Permukiman, Departemen PU (1990) telah menyusun standar tata cara perencanaan teknis sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan yang dituangkan dalam SK SNI T-06-1990 F. Metode PU menyatakan bahwa dimensi atau jumlah sumur resapan air hujan yang diperlukan pada suatu lahan pekarangan ditentukan oleh curah hujan maksimum, permeabilitas tanah dan luas bidang tanah.

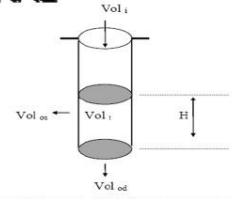
7/18/2012

188

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL

a. Dinding sumur porous

- A = Luas Atap
- I = Intensitas Hujan
- T = Durasi Hujan
- As = Luas sumur
- K = Koefisien Permeabilitas
- P = keliling basah sumur



Gambar 4. keseimbangan air dinding sumur porous

$$\begin{aligned} \text{Volume air masuk } Vol_i &= AIT \\ \text{Volume air keluar lewat dasar } Vol_{od} &= A_s T K \\ \text{Volume air keluar lewat samping } Vol_{os} &= P H T K \\ \text{Volume tampungan } Vol_t &= A_s H \end{aligned}$$

189

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL

$$\begin{aligned} \text{Volume air masuk } Vol_i &= AIT \\ \text{Volume air keluar lewat dasar } Vol_{od} &= A_s T K \\ \text{Volume air keluar lewat samping } Vol_{os} &= P H T K \\ \text{Volume tampungan } Vol_t &= A_s H \end{aligned}$$

Keseimbangan menjadi:

$$\begin{aligned} Vol_i &= Vol_i - (Vol_{od} + Vol_{os}) \\ A_s H &= AIT - A_s T K - P H T K \\ H(A_s + P T K) &= AIT - A_s T K \end{aligned}$$

Maka:
$$H = \frac{AIT - A_s T K}{A_s + P K T} \dots\dots\dots (1)$$

7/18/2012

190

II. SUMUR RESAPAN DANGKAL

b. Dinding sumur kedap air

$$H = \frac{AIT - A_s T K}{A_s} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

- H : tinggi muka air dalam sumur (m)
- I : intensitas hujan (m/jam)
- A : luas atap (m²)
- A_s : luas tampang sumur (m²)
- P : keliling sumur (m)
- K : koefisien permeabilitas tanah (m/jam)
- T : durasi hujan/pengaliran (jam)

7/18/2012

191

2. Sunjoto (1988)

Secara teoritis, volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah (Sunjoto, 1988) dan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$H = \frac{Q}{FK} \left\{ 1 - \exp\left(\frac{-FKT}{\pi R^2}\right) \right\}$$

Dengan:

- H : tinggi muka air dalam sumur (m) (3)
- F : faktor geometrik (m)
- K : koefisien permeabilitas tanah (m/jam)
- T : durasi dominan hujan (jam)
- R : radius sumur (m)
- Q : debit air masuk (m³/jam) → Q = CIA
- C : koefisien runoff atap (-)
- I : intensitas hujan (m/jam)
- A : luas atap (m²)

7/18/2012

192

II.1. Konstruksi Sumur Resapan Dangkal

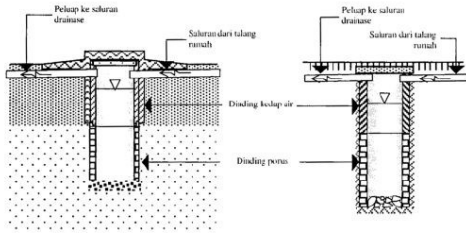
⊙ Pada dasarnya sumur resapan dapat dibuat dari berbagai macam bahan yang tersedia di lokasi. Yang perlu diperhatikan bahwa untuk keamanan, sumur resapan perlu dilengkapi dengan dinding (Gambar 5). Bahan-bahan yang diperlukan untuk sumur resapan meliputi:

1. Saluran pemasukan/pengeluaran dapat menggunakan pipa besi, pipa PVC, atau dari pasangan batu.
2. Dinding sumur dapat menggunakan anyaman bambu, drum bekas, tangki fiberglass, pasangan batu bata, atau buis beton.
3. Dasar sumur dan sela-sela antara galian tanah dan dinding tempat air meresap dapat diisi dengan ijuk atau kerikil.

7/18/2012

193

II.1. Konstruksi Sumur Resapan Dangkal



Gambar 6. Salah satu contoh konstruksi sumur resapan

7/18/2012

194

II.2. Persyaratan Sumur Resapan Dangkal

Tabel 1. Jarak minimum sumur resapan dengan bangunan lainnya

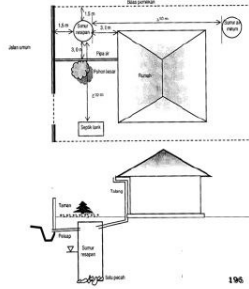
No.	Bangunan/obyek yang ada	Jarak minimal dengan sumur resapan (m)
1	Bangunan/rumah	3,0
2	Batas pemilikan lahan/kapling	1,5
3	Sumur untuk air minum	10,0
4	Septik tank	10,0
5	Aliran air (sungai)	30,0
6	Pipa air minum	3,0
7	Jalan umum	1,5
8	Pohon besar	3,0

7/18/2012

195

II.2. Persyaratan Sumur Resapan Dangkal

Gambar 7. Tata letak sumur resapan (atas) dan konstruksinya (bawah) untuk resapan air hujan rumah tinggal



7/18/2012

196

II.3. Perencanaan Praktis Sumur Resapan

- Secara analitis untuk menentukan besarnya sumur resapan memerlukan data dan perhitungan yang cukup rumit, khususnya bagi orang awam, karena banyak faktor yang harus diperhitungkan kemungkinan sangat bervariasi dari satu lokasi dengan lokasi lainnya.
- Untuk memasyarakatkan sumur resapan ini, maka tiap-tiap daerah perlu membuat peta sumur resapan, yang memuat data tanah, kedalaman air tanah dan sekaligus dimensi sumur untuk tiap satuan luas lahan.
- Tabel 2 menampilkan contoh kebutuhan sumur resapan untuk berbagai luas kapling pada tanah dengan permeabilitas rendah (SK. Gub. No. 17 Th. 1992 dalam Dinas Pertambangan DKI Jakarta dalam Suripin, 2004).

7/18/2012

197

II.3. Perencanaan Praktis Sumur Resapan

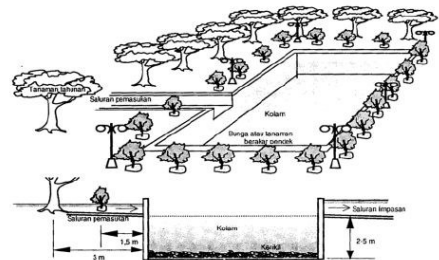
Tabel 2. Volume sumur resapan pada tanah dengan permeabilitas rendah

No.	Luas Kapling (m ²)	Volume sumur resapan dengan saluran drainase sebagai pelimpasan (m ³)	Volume sumur resapan tanpa saluran drainase sebagai pelimpasan (m ³)
1	50	1,3 – 2,1	2,1 – 4,0
2	100	2,6 – 4,1	4,1 – 7,9
3	150	3,9 – 6,2	6,2 – 11,9
4	200	5,2 – 6,2	8,2 – 15,8
5	300	7,8 – 12,3	12,3 – 23,4
6	400	10,4 – 16,4	16,4 – 31,6
7	500	13,0 – 20,5	20,5 – 39,6
8	600	15,6 – 24,6	24,6 – 47,4
9	700	18,2 – 28,7	28,7 – 55,3
10	800	20,8 – 32,8	32,8 – 63,2
11	900	23,4 – 36,8	36,8 – 71,1
12	1000	26,0 – 41,0	41,0 – 79,0

7/18/2012

198

II.4. Sumur Resapan Kolektif



Gambar 8. Konstruksi kolam resapan dipadukan pertamanan

7/18/2012

199

II.3. Perencanaan Praktis Sumur Resapan

- Secara analitis untuk menentukan besarnya sumur resapan memerlukan data dan perhitungan yang cukup rumit, khususnya bagi orang awam, karena banyak faktor yang harus diperhitungkan kemungkinan sangat bervariasi dari satu lokasi dengan lokasi lainnya.
- Untuk memasyarakatkan sumur resapan ini, maka tiap-tiap daerah perlu membuat peta sumur resapan, yang memuat data tanah, kedalaman air tanah dan sekaligus dimensi sumur untuk tiap satuan luas lahan.
- Tabel 2 menampilkan contoh kebutuhan sumur resapan untuk berbagai luas kapling pada tanah dengan permeabilitas rendah (SK. Gub. No. 17 Th. 1992 dalam Dinas Pertambangan DKI Jakarta dalam Suripin, 2004).

7/18/2012

197

III.1. Kapasitas Sumur Resapan Dalam

⊙ Jika tidak menggunakan sumur pantau, persamaan dapat ditulis dalam bentuk lain menjadi:

$$Q = \frac{2\pi KBH}{\ln\left(\frac{B}{r}\right)} \dots\dots\dots (5)$$

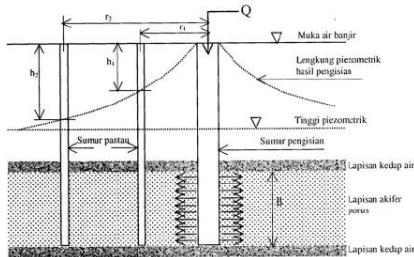
Dimana:

- Q : debit (m³/det)
- K : permeabilitas akuifer (m/det)
- B : tebal *confined aquifer* (m)
- H : ketinggian *potensiometric surface*
- r : jari-jari pipa (m)

7/18/2012

203

III.1. Kapasitas Sumur Resapan Dalam



Gambar 11. Sumur resapan dalam

7/18/2012

202

III.1. Kapasitas Sumur Resapan Dalam

⊙ Jika tidak menggunakan sumur pantau, persamaan dapat ditulis dalam bentuk lain menjadi:

$$Q = \frac{2\pi KBH}{\ln\left(\frac{B}{r}\right)} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- Q : debit (m³/det)
- K : permeabilitas akuifer (m/det)
- B : tebal *confined aquifer* (m)
- H : ketinggian *potensiometric surface*
- r : jari-jari pipa (m)

7/18/2012

203

IV. PARIT RESAPAN

1. Sunjoto (1996)

Secara analitis Sunjoto menurunkan formula ini dengan asasi keseimbangan dinamik sebagai berikut:

$$B = \frac{-fKT}{b \left\{ \ln\left(1 - \frac{fKH}{Q}\right) \right\}} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan:

- B : panjang parit (m)
- b : lebar parit (m)
- f : faktor geometrik parit (m)
- K : koefisien permeabilitas tanah (m/jam)
- H : tinggi muka air dalam parit (m)
- T : durasi dominan hujan (jam)
- Q : debit masuk (m³/jam) ➔ Q = C I A
- C : runoff coefficient atap (-)
- I : intensitas hujan (m/jam)
- A : luas atap (m²)
- L : tinggi dinding parit porous (m)

7/18/2012

204

V. LATIHAN SOAL

⊙ Soal:

Rencanakan sumur resapan untuk menampung air dari luas bangunan (atap) dengan luas 300 m² dengan data sebagai berikut:

- a. K = 1,5 x 10⁻⁴ m/det
- b. I = 100 mm/jam
- c. A = 300 m²
- d. T = 2 jam
- e. F = 2 π R
- f. R = 50 cm
- g. C = 0,93

Semua satuan harus disamakan dalam M-K-S

7/18/2012

205

V. LATIHAN SOAL

⊙ **Penyelesaian:**

Debit air yang masuk sumur adalah:

$$Q = C I A$$

$$Q = 0,95 \times (100/1000) \times 300$$

$$Q = 28,50 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Menurut Sunjoto (1988)

$$H = \frac{Q}{FK} \left\{ 1 - \exp\left(\frac{-FKT}{\pi R^2}\right) \right\}$$

7/18/2012

206

V. LATIHAN SOAL

$$H = \frac{28,5}{3,14 \times 0,54} \left\{ 1 - \exp\left(\frac{-3,14 \times 0,54 \times 2}{3,14 \times 0,50^2}\right) \right\}$$

$$H = 16,8 \text{ m}$$

- ⊙ Jika digunakan sumur dengan kedalaman 5 m, maka jumlah sumur yang dapat dibuat adalah 4 buah.

7/18/2012

207

KLASIFIKASI DAS BERDASARKAN POTENSI EROSI LAHAN

No.	KRITERIA	LAJU EROSI (mm/Th)	SKOR
1.	Sangat Rendah	< 1,5	1
2.	Rendah	1,5 – 2,5	2
3.	Sedang	2,5 – 3,5	3
4.	Tinggi	3,5 – 4,5	4
5.	Sangat Tinggi	> 4,5	5

KERENTANAN GERAKAN TANAH

- Analisis Kemantapan Lereng
- Analisis kemantapan lereng dilakukan untuk mendapatkan besarnya nilai faktor keamanan (Fs) dan dilakukan pada model kemiringan lereng 0 – 80° yang hasilnya adalah nilai Fs masing – masing jenis tanah pelapukan formasi batuan dengan asumsi Fs = 1,2. Tinggi muka air tanah dari bidang lincir diasumsikan jenuh air

No.	Faktor Keamanan (Fs)	Kerentanan Gerakan Tanah	Nilai Score
1	> 2,00	Sangat Rendah	1
2	1,75 < Fs < 2,00	Rendah	2
3	1,5 < Fs < 1,75	Menengah	3
4	1,20 < Fs < 1,50	Tinggi	4
5	< 1,20	Sangat Tinggi	5

Hubungan Tingkat Gerakan Tanah dengan Kemiringan

Tanah Pelapukan	Kemiringan Lereng					
	0 - 5	5 - 15	15 - 30	30 - 50	50 - 70	> 70
Batu Lempung (Tmk)	II	III	IV	V	V	V
Napal (TmKL)	II	II	III	IV	V	V
Batu Pasir Tufaan (QTd)	I	II	III	IV	V	V
Breksi Vulkanik (QPK)	I	I	II	III	IV	V

KETERANGAN :

- I : Zona Kerentanan Gerakan Tanah Sangat Rendah (1)
- II : Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah (2)
- III : Zona Gerakan Tanah Menengah (3)
- IV : Zona Gerakan Tanah Tinggi (4)
- V : Zona Gerakan Tanah Sangat Tinggi (5)

TINGKAT KELONGSORAN

- Tingkat Kelongsoran ditentukan berdasarkan nilai pembobotan masing-masing zona yang tercakup dalam DAS

No.	Kriteria	Tingkat Kerentanan	Skor	Jumlah DAS
1	Sangat Rendah	< 1,5	1	
2	Rendah	1,5 – 2,5	2	
3	Menengah	2,5 – 3,5	3	
4	Tinggi	3,5 – 4,5	4	
5	Sangat Tinggi	> 4,5	5	

BANJIR

- Penyebab banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu akibat sebab – sebab alami dan akibat tindakan manusia. Departemen So-sial mencatat bahwa kerugian dan kerusakan akibat banjir yang terjadi adalah sebesar dua pertiga dari semua bencana alam yang terjadi. Perubahan tataguna lahan memberikan kon-tribusi yang besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir (Kodoatie, 2002).
- Analisis tingkat bahaya banjir mengacu pada persentase luas genangan banjir dan ketersediaan prasarana SDA masing – masing DAS.

% Luas Genangan Terhadap DAS	Kriteria	Skor	Jumlah DAS
Fb < 0,5	Sangat Rendah	1	
0,5 < Fb < 1,0	Rendah	2	
1,0 < Fb < 2,5	Menengah	3	
2,5 < Fb < 5,0	Tinggi	4	
Fb > 5,0	Sangat Tinggi	5	

Pembobotan Kriteria Ketersediaan Prasarana

Skor	Waduk (Bh)	Embung (Bh)	Bendung (Bh)	Tanggul (Km)	Daerah Irigasi (Ha)
1	0	0	0	0	0
2	1	1 - 2	1 - 3	0 < L < 2,5	0 < A < 500
3	2	3 - 4	4 - 7	2,5 < L < 6	500 < A < 1500
4	3	5 - 6	8 - 10	6 < L < 10	1500 < A < 3000
5	>3	> 6	> 10	L > 10	A > 3000

Pembobotan :

- Sangat Buruk
 - Buruk
 - Cukup
 - Baik
 - Sangat Baik
- Penentuan tingkat kekritisan DAS didasarkan pada penilaian yang diperoleh dari peta kekritisan lahan dikelompokkan kedalam 5 kategori yaitu: Sangat Kritis (nilai 5), Kritis (nilai 4), Agak Kritis (nilai 3), Potensial Kritis (nilai 2), dan Tidak Kritis/Baik (nilai 1)

Simulasi Pengembangan SUMBERDAYA AIR

DINAR DA PUTRANTO
PROGRAM STUDI MSDA

Proses Pengembangan

- ▶ Pada hakekatnya pengembangan sistem merupakan suatu proses pengambilan keputusan dengan menggunakan fungsi-struktur, hasil, evaluasi, dan keputusan.
- ▶ Tahap-tahap pokok dalam pendekatan sistem ini adalah:
 - ▶ (i) evaluasi kelayakan,
 - ▶ (ii) pemodelan ,
 - ▶ (iii) desain implementasi,
 - ▶ (iv) implementasi sistem, dan
 - ▶ (v) operasi sistem

ALAT BANTU

- ▶ Suatu alat bantu yang sangat penting ialah model abstraksi
- ▶ Perilaku esensialnya mencerminkan perilaku dunia nyata yang diwakilinya.
- ▶ Model dapat digunakan dalam berbagai cara, misalnya dalam mendisain dan mengelola sistem sebagai fungsi analisis.
- ▶ Analisis ini didefinisikan sebagai determinasi keluaran model, dengan menggunakan masukan dan struktur model yang telah diketahui.
- ▶ Suatu model matematik, terutama model komputer, dapat dengan cepat menganalisis dan menghitung keluaran dari berbagai alternatif yang sangat penting dalam proses kreatif pengelolaan sistem dan disain sistem.

Pemodelan sistem

- ▶ Konsep dan teknik analisis sistem semula dikembangkan oleh para ahli militer untuk keperluan mengeksplorasi dan mengkaji keseluruhan implikasi yang diakibatkan oleh alternatif-alternatif strategi militer.
- ▶ Pendekatan ini merupakan suatu strategi penelitian yang luas dan sistematis untuk menyelesaikan suatu problem penelitian yang kompleks.
- ▶ Obyek penelitian biasanya merupakan suatu sistem dengan kerumitan-kerumitan yang sangat kompleks sehingga memerlukan pengabstraksian.
- ▶ Dalam hubungan inilah dikenal istilah "**model dan pemodelan**".
- ▶ Istilah pemodelan adalah terjemahan bebas dari istilah "**modelling**". Untuk menghindari berbagai pengertian atau penafsiran yang berbeda-beda, maka istilah "**pemodelan**" dapat diartikan sebagai suatu rangkaian aktivitas pembuatan model.

PEMBUATAN MODEL

- ▶ Salah satu syarat pokok untuk mengembangkan model adalah menemukan peubah-peubah apa yang penting dan tepat.
- ▶ Penemuan peubah-peubah ini sangat erat hubungannya dengan pengkajian hubungan-hubungan yang terdapat di antara peubah-peubah.
- ▶ Teknik kuantitatif seperti persamaan regresi dan simulasi digunakan untuk mempelajari keterkaitan antar peubah dalam sebuah model.
- ▶ Kebanyakan para pengguna analisis sistem menjumpai kesukaran untuk mengimplementasikan notasi-notasi matematika ke dalam format konsepsi disiplin ilmunya .
- ▶ Kemudian dipilih alternatif pembuatan model konsepsi ("**conceptual model**") yang sifatnya informal karena terasa lebih mudah

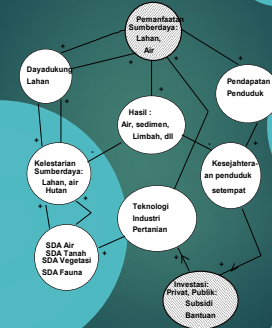
PENGELOLAAN SDA

- ▶ Pengelolaan sumberdaya air merupakan program berke-sinambungan jangka panjang yang mempunyai karakteristik sasaran ganda (**multiple goals**) dan tujuan ganda (**multiple objectives**).
- ▶ Program tersebut dapat dilaksanakan semenjak inventarisasi dan evaluasi sumberdaya hingga arahan penggunaan dan pelestariannya.
- ▶ Untuk melihat dan mengendalikan kondisi lingkungan pada berbagai proses konversi sumberdaya air, maka dapat digunakan model IMSDA. Sedangkan untuk mengoptimumkan proses konversi tersebut yang mempunyai sasaran dan tujuan ganda, maka dapat digunakan "**Model Optimasi Multi-kriteria**".

Pemodelan Sistem Daerah Aliran Sungai

- ▶ Daerah aliran sungai merupakan suatu wilayah yang dibatasi oleh batas-batas topografis yang menyalurkan air hujan melalui suatu sistem sungai.
- ▶ DAS ini merupakan unit hidrologis yang telah digunakan sebagai unit biofisik dan sebagai unit sosial-ekonomi serta sebagai unit sosial politik dalam perencanaan dan implementasi aktivitas-aktivitas pengelolaan sumberdaya (Easter dan Hufschmidt, 1985)
- ▶ Pengelolaan DAS merupakan suatu proses memformulasikan dan megimplementasikan aktivitas-aktivitas yang melibatkan sumberdaya alam dan manusia dalam suatu DAS, dengan mempertimbangkan faktor-faktor sosial, politik, ekonomi dan institusional yang ada, dengan maksud untuk mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditentukan .

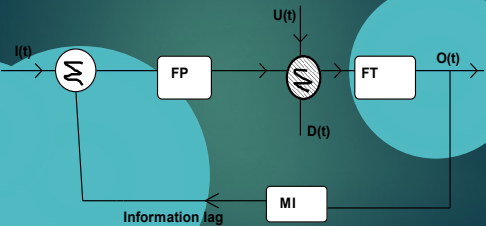
DIAGRAM ALIR PENGELOLAAN DAS



OUTPUT SDA

- ▶ Output yang diinginkan: Tersedianya air sepanjang tahun; Swa-sembada pangan; Tersedianya kesempatan kerja; Terkendalinya degradasi lingkungan
- ▶ (2). Output yang tidak diinginkan: Kerusakan hutan, Banjir dan kekeringan; Erosi dan sedimentasi berlebihan; Kemiskinan/pe-ngangguran
- ▶ (3). Input terkendali: Investasi, alokasi lahan, teknologi
- ▶ (4). Input tak terkendali: harga komoditi, informasi pasar
- ▶ (5). Input lingkungan : fisik, perundangan, sistem budaya
- ▶ (6). Umpnan balik: Bappeda, Pemda
- ▶ (7). Parameter DAS: luas, ukuran, lokasi DAS.

UMPAN BALIK PENGENDALIAN SISTEM DAS



KETERANGAN

- ▶ $I(t)$: Control-index, merupakan input sistem berupa kan disisi yang menjadi sasaran pengelolaan DAS; misalnya laju erosi tanah dan kandungan sedimen air sungai.
- ▶ FP: Fungsi pengendali, mengendalikan bekerjanya fungsi transfer (FT). Fungsi pengendali ini menguasai teknologi, dana, dan alat-alat; misalnya petani.
- ▶ FT: Fungsi transfer, tugasnya mengubah input sistem menjadi output sistem. Fungsi ini mempunyai struktur dan mekanisme spesifik yang bisa mendukung fungsinya, misalnya lahan tegalan dengan tanaman jagung.
- ▶ $U(t)$: Input sistem DAS; material, kapital, teknologi; misalnya hujan, pupuk, benih, tenakerja.
- ▶ $D(t)$: Gangguan terhadap sistem, biasanya tidak dapat dikendalikan oleh FP dan FT; misalnya gunung meletus
- ▶ $O(t)$: Output sistem aktual; hasil sedimen
- ▶ MI: Menejemen informasi; Dinas Pengairan, Pengelola Waduk, BRKKT.

MODEL PENGEMBANGAN

- ▶ Berdasarkan diagram alir tersebut kemudian dilakukan penjabaran masing-masing komponen secara lebih mendetail.
- ▶ Misalnya model usaha tani yang dikhususkan untuk menentukan alternatif pola pergiliran tanaman yang aman erosi dan layak ekonomi.

- ▶ Untuk mencapai tujuan seperti yang dilukiskan dalam Gambar dapat disusun strategi bertahap sbb:
- ▶ (1). Penetapan batas toleransi erosi,
- ▶ (2). Evaluasi jenis-jenis tanaman yang sesuai,
- ▶ (3). Analisis usahatani tanaman yang sesuai,
- ▶ (4). Pendugaan kehilangan tanah potensial dan aktual ,
- ▶ (5). Evaluasi alternatif pola pergiliran tanaman (B/C-ratio dan faktor C),

- ▶ (6). Menemukan alternatif pola pergiliran tanaman yang aman,
- ▶ (7). Menemukan alternatif pola pergiliran tanaman yang layak.