



YAYASAN PERGURUAN CIKINI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax. 021-7866955, hp: 081291030024
Email : humas@istn.ac.id Website : www.istn.ac.id

SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK
Nomor : 16 /03.1-F/IV/2023
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2022/2023

Nama	: Muhamad Komarudin, S.Si., M.Si.	Status Pegawai	: Tetap
NIK	: 01.221571	Program Studi	: Teknik Sipil
Jabatan Akademik	: NA		

Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Hari	Kredit (sks)	Ket	
I PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN	1. MENGAJAR DI KELAS (KULIAH/RESPONSI DAN LABORATORIUM)					
	1. Drainase & sanitasi lingkungan	S1 - Reg	Kamis	1		
	2. Ilmu ukur tanah	S1 - Reg	Rabu	1		
	3. Rekayasa Lingkungan	S1 - Reg	Kamis	1		
	4. Rekayasa Lingkungan	S1 - K	Selasa	1		
	5. Drainase & sanitasi lingkungan	S1 - K	Selasa	1		
	6. Ilmu ukur tanah	S1 - K	Kamis	1		
	7. Ilmu ukur tanah	D3 - Reg	Kamis	1		
	8. Praktikum Ukur Tanah & SIG	S1 - Reg			1	
		Penugasan sebagai Ka. Lab. Hidrologi dan SIG				3
		2. PEMBIMBING				
		1. Seminar				
		2. Kerja Praktek				
	3. Tugas Akhir			1		
	4. Pembimbing Akademik			1		
	3. PENGUJI					
	1. Tugas Akhir					
	2. Kerja Praktek					
II PENELITIAN	1. Penelitian Ilmiah					
	2. Penulisan Karya Ilmiah			1		
	3. Penulisan Diktat Kuliah					
	4. Menerjemahkan Buku Kuliah					
	5. Pengembangan Program Kuliah Kurikulum					
	6. Pengembangan Bahan Ajar					
III PENGABDIAN DAN MASYARAKAT	1. Menduduki Jabatan di Pemerintah					
	2. Pengembangan Hasil Pend & Penelitian untuk Pengab Masyarakat					
	3. Memberikan Penyuluhan, Peltihan, Penataran, Ceramah pada Masyarakat					
	4. Memberikan Pelayanan Kepada Masyarakat Umum				1	
	5. Menulis Karya Pengabdian Pada Masyarakat yang Tidak Dipublikasikan					
	1. Menjadi Anggota Panitia/Badan pada suatu Perguruan Tinggi					
	2. Menjadi Anggota Badan Lembaga Pemerintah					
	3. Menjadi Anggota Organisasi Profesi				1	
	4. Mewakili PT/Lembaga Pemerintah, Duduk dalam Panitia antar Lembaga					
	5. Menjadi Anggota Delegasi Nasional ke Pertemuan-pertemuan International					
	6. Berperan Serta Aktif dalam Pertemuan Ilmiah / Seminar					
	7. Anggota Dalam Tim Penilai Jabatan Dosen					
Jumlah Total				16		

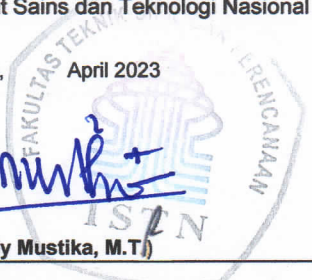
Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional
Penugasan ini berlaku tanggal 20 Maret 2023 sampai dengan 31 Agustus 2023

Tembusan :

1. Direktur Akademik - ISTN
2. Direktur Non Akademik - ISTN
2. Ka. Biro Sumber Daya Manusia - ISTN
3. Kepala Program Studi Teknik Sipil
4. Arsip

Jakarta, April 2023

(Ir. Lely Mustika, M.T.)



BAB IV

ANALISIS HIDROLOGI DAN PERHITUNGANNYA

4.1. TINJAUAN UMUM

Dalam merencanakan normalisasi sungai, analisis yang penting perlu ditinjau adalah analisis hidrologi. Analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana, yang mana debit banjir rencana akan berpengaruh besar terhadap dimensi maupun kestabilan konstruksi yang akan dibangun. Pada perencanaan normalisasi sungai Cimanuk ini, data debit harian selama periode 20 tahun yang akan dijadikan dasar perhitungan dalam menentukan debit banjir rencana.

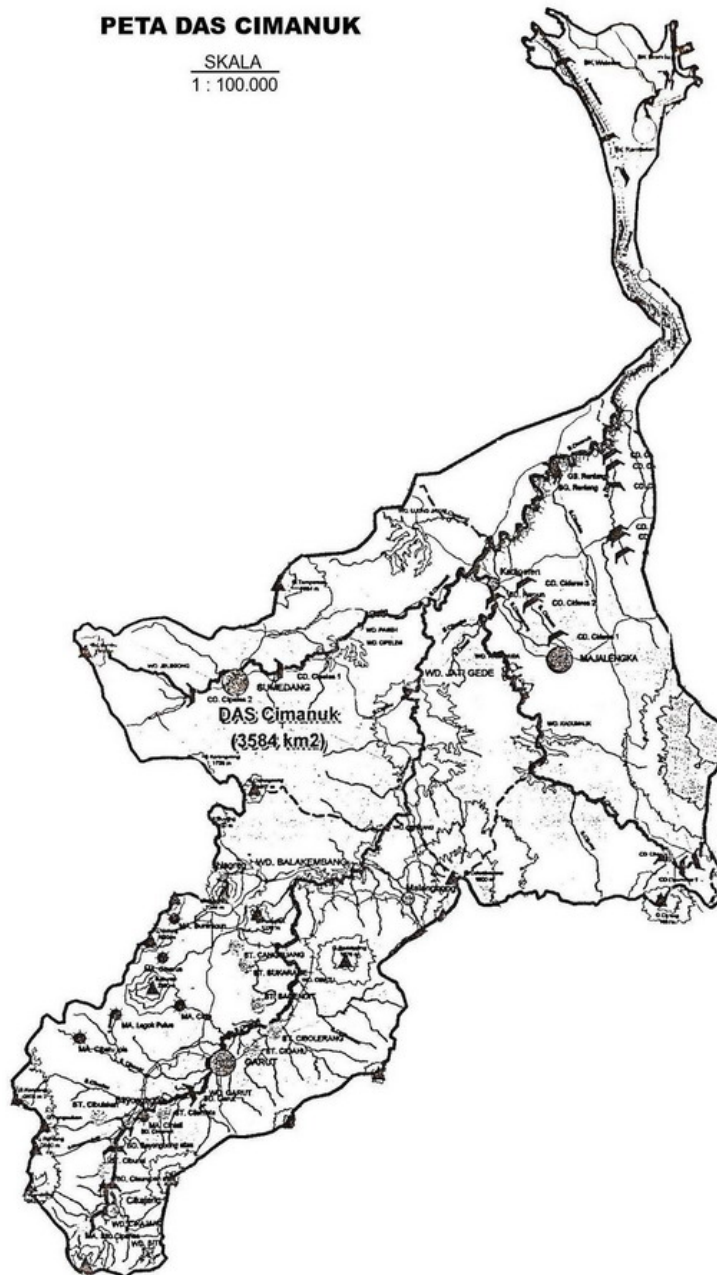
Data debit harian selanjutnya akan dipilih untuk menentukan debit harian maksimum tahunan untuk selanjutnya dianalisis menjadi data debit banjir rencana periode ulang tertentu yang kemudian akan diolah menjadi debit banjir rencana. Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- b. Menentukan debit harian maksimum tiap tahunnya dari data debit harian dari bendung selama periode 20 tahun.
- c. Menghitung debit harian maksimum yang mewakili DAS.
- d. Menganalisis debit banjir rencana dengan periode ulang T tahun.
- e. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya debit banjir rencana diatas pada periode ulang T tahun.

4.2. DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

Sebelum menentukan daerah aliran sungai, terlebih dahulu menentukan lokasi Sub DAS yang harus ditinjau. Dari lokasi Sub DAS ini ke arah hilir, kemudian ditentukan batas daerah aliran sungai dengan menarik garis imajiner yang menghubungkan titik-titik yang memiliki kontur tertinggi sebelah kiri dan kanan sungai yang ditinjau.

Dari peta topografi didapat luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai Cimanuk sebesar 3584 km². untuk peta Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dilihat pada gambar 4.1. sebagai berikut :



Gambar 4.1. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai Cimanuk

4.3. DATA DEBIT HARIAN MAKSIMUM TAHUNAN

Data debit harian maksimum tahunan dapat ditampilkan pada tabel 4.1. sebagai berikut :

Tabel 4.1. Debit Harian Maksimum Tahunan sungai Cimanuk

No.	Thn	Debit Harian Maksimum Tahunan (m ³ /det)												Q Maks (m ³ /det)
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des	
1	1987	325.117	377.755	328.430	372.850	237.527	155.293	77.161	19.504	32.533	113.342	347.091	284.405	377.755
2	1988	350.806	501.700	275.819	364.466	172.435	99.801	69.284	18.115	19.997	65.050	111.727	317.104	501.700
3	1989	375.420	518.404	289.927	375.217	177.838	102.940	74.744	18.533	20.161	68.077	111.334	292.863	518.404
4	1990	299.705	430.919	273.609	336.493	162.613	121.065	67.452	18.364	24.899	80.056	159.626	374.216	430.919
5	1991	430.394	567.416	345.477	404.356	190.013	85.647	92.945	18.911	21.091	68.808	100.345	353.478	567.416
6	1992	400.326	548.077	311.362	388.717	182.329	90.676	83.709	18.368	19.823	65.874	97.871	329.815	548.077
7	1993	383.669	527.203	283.505	371.301	176.397	130.582	68.877	18.576	23.232	79.644	122.295	261.212	527.203
8	1994	310.120	490.061	272.054	341.799	173.197	107.513	56.001	16.864	19.072	62.489	95.205	464.806	490.061
9	1995	372.204	464.582	297.037	319.053	162.266	250.300	94.737	25.167	42.952	162.581	195.568	184.996	464.582
10	1996	338.535	502.266	658.006	860.765	419.400	212.824	51.907	12.385	8.500	21.651	29.799	1214.475	1214.475
11	1997	507.189	626.967	469.409	527.161	225.862	89.453	126.250	20.295	24.399	69.171	115.602	469.409	626.967
12	1998	573.399	740.561	716.226	785.363	418.685	240.806	148.801	23.219	41.004	217.609	797.193	567.968	785.363
13	1999	829.652	740.561	716.226	785.363	418.685	240.806	148.801	26.470	25.284	230.678	565.104	532.892	785.363
14	2000	1008.116	537.833	560.111	734.111	799.337	106.926	58.648	56.607	44.531	302.302	748.076	462.131	1008.116
15	2001	505.115	719.062	848.066	682.388	412.785	656.681	172.695	24.921	49.930	240.986	712.462	512.704	848.066
16	2002	820.504	296.318	562.737	980.706	167.522	102.953	367.480	20.770	33.567	118.202	342.954	687.494	980.706
17	2003	1037.245	774.592	610.954	300.550	227.245	20.340	12.390	19.653	32.694	152.227	250.300	305.887	1037.245
18	2004	683.359	650.147	754.200	517.545	336.494	98.083	49.674	58.080	24.399	82.549	242.626	478.462	754.200
19	2005	524.390	999.357	672.674	852.620	254.810	162.266	239.899	28.845	38.699	134.481	219.621	378.448	999.357
20	2006	683.359	764.435	432.660	404.907	367.058	72.225	16.783	14.239	10.243	31.846	29.799	291.728	764.435

Sumber : Kantor Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung, Cirebon

4.4. ANALISA DEBIT BANJIR RENCANA

4.4.1. Pengukuran Dispersi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata - ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata - ratanya. Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi, yakni melalui perhitungan parametrik statistik untuk $(X_i - X_n)$, $(X_i - X_n)^2$, $(X_i - X_n)^3$, $(X_i - X_n)^4$ terlebih dahulu. Pengukuran dispersi ini digunakan untuk analisa distribusi Normal dan *Gumbel*.

Dimana :

X_i = besarnya debit harian maksimum (m³/dtk).

X_n = rata-rata debit harian maksimum tahunan (m³/dtk).

Sedangkan untuk pengukuran besarnya dispersi Logaritma dilakukan melauai perhitungan parametrik statistik untuk $(\text{Log}X_i - \text{Log} X_n)$, $(\text{Log}X_i - \text{Log} X_n)^2$, $(\text{Log}X_i - \text{Log} X_n)^3$, $(\text{Log}X_i - \text{Log} X_n)^4$ terlebih dahulu. Pengukuran dispersi ini digunakan untuk analisa distribusi Log Normal dan *Log Pearson Type III*.

Dimana :

Log Xi = Besarnya logaritma debit harian maksimum (m³/dtk).

Log Xrt = Rata-rata logaritma debit harian maksimum (m³/dtk).

Perhitungan parameter statistik untuk analisa distribusi Normal dan *Gumbel* dapat dilihat pada tabel 4.2. sebagai berikut :

Tabel 4.2. Perhitungan Parameter Statistik untuk Distribusi Log Normal dan *Gumbel*

No	Tahun	Debit (Q) Maks	(Xi - Xrt)	(Xi - Xrt) ²	(Xi - Xrt) ³	(Xi - Xrt) ⁴
		(Xi)				
1	1987	377.755	-333.7655	111399.409	-37181279.44	1.24098*10 ¹⁰
2	1988	501.700	-209.8205	44024.642	-9237272.443	1938169123
3	1989	518.404	-193.1165	37293.983	-7202083.385	1390841136
4	1990	430.919	-280.6015	78737.202	-22093776.93	6199546948
5	1991	567.416	-144.1045	20766.107	-2992489.455	431231196.6
6	1992	548.077	-163.4435	26713.778	-4366193.324	713625918.6
7	1993	527.203	-184.3175	33972.941	-6261807.517	1154160707
8	1994	490.061	-221.4595	49044.310	-10861328.4	2405344357
9	1995	464.582	-246.9385	60978.623	-15057969.64	3718392436
10	1996	1214.475	502.9545	252963.229	127228994.4	6.39904*10 ¹⁰
11	1997	626.967	-84.5535	7149.294	-604497.861	51112409.88
12	1998	785.363	73.8425	5452.715	402642.093	29732098.76
13	1999	785.363	73.8425	5452.715	402642.093	29732098.76
14	2000	1008.116	296.5955	87968.891	26091177.1	7738525717
15	2001	848.066	136.5455	18644.674	2545846.275	347623852.5
16	2002	980.706	269.1855	72460.833	19505405.67	5250572379
17	2003	1037.245	325.7245	106096.45	34558213.1	1.12564*10 ¹⁰
18	2004	754.200	42.6795	1821.54	77742.404	3318006.952
19	2005	999.357	287.8365	82849.851	23847211.06	6864097766
20	2006	764.435	52.9145	2799.944	148157.653	7839688.14
Jumlah		14230.410	0.0000	998781.059	118949333.453	129245235050.701
rata-rata (Xrt)		711.5205				

Sumber : Hasil Perhitungan

Macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

1. Standar Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{998781,059}{20 - 1}} = 229,276$$

2. Koefisien Skewness (C_s)

Perhitungan koefisien *skewness* digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \sum \left(\frac{\log X_i - \log \bar{X}}{S} \right)^3$$

$$C_s = \frac{20 \times (118949333,453)}{(20-1)(20-2)229,276^3} = 0,577$$

3. Pengukuran Kurtosis (C_k)

Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4}$$

$$C_k = \frac{\frac{1}{20} \times (129245235050,701)}{229,276^4} = 2,339$$

4. Koefisien Variasi (C_v)

Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$C_v = \frac{229,276}{711,5205} = 0,322$$

Perhitungan parameter statistik untuk analisa distribusi Log Normal dan *Log Pearson Type III* dapat dilihat pada tabel 4.3. pada halaman 48 sebagai berikut :

Tabel 4.3. Perhitungan Parameter Statistik untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi - Log Xi rt	(Log Xi - Log Xi rt) ²	(Log Xi - Log Xi rt) ³	(Log Xi - Log Xi rt) ⁴
1	1987	377.755	2.5772	-0.2513	0.0632	-0.0159	0.00399
2	1988	501.700	2.7004	-0.1281	0.0164	-0.0021	0.00027
3	1989	518.404	2.7147	-0.1138	0.0130	-0.0015	0.00017
4	1990	430.919	2.6344	-0.1941	0.0377	-0.0073	0.00142
5	1991	567.416	2.7539	-0.0746	0.0056	-0.0004	0.00003
6	1992	548.077	2.7388	-0.0897	0.0081	-0.0007	0.00006
7	1993	527.203	2.722	-0.1065	0.0113	-0.0012	0.00013
8	1994	490.061	2.6903	-0.1382	0.0191	-0.0026	0.00036
9	1995	464.582	2.6671	-0.1614	0.0260	-0.0042	0.00068
10	1996	1214.475	3.0844	0.2559	0.0655	0.0168	0.00429
11	1997	626.967	2.7972	-0.0313	0.001	-0.00003	0.000001
12	1998	785.363	2.8951	0.0666	0.0044	0.0003	0.00002
13	1999	785.363	2.8951	0.0666	0.0044	0.0003	0.00002
14	2000	1008.116	3.0035	0.175	0.0306	0.0054	0.00094
15	2001	848.066	2.9284	0.0999	0.0099	0.0009	0.00009
16	2002	980.706	2.9915	0.163	0.0266	0.0043	0.00071
17	2003	1037.245	3.0159	0.1874	0.0351	0.0066	0.00123
18	2004	754.200	2.8775	0.049	0.0024	0.0001	0.000006
19	2005	999.357	2.9997	0.1712	0.0293	0.0050	0.00086
20	2006	764.435	2.8833	0.0548	0.0030	0.0002	0.000009
Jumlah			56.5704	0.000	0.4126	0.00397	0.015286
Log Xi rt			2.8285				

Sumber : Hasil Perhitungan

Macam pengukuran dispersi Logaritma antara lain sebagai berikut :

1. Standar Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{ \log(X_i) - \log(X_{RT}) \}^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,4126}{20 - 1}} = 0,1474$$

2. Koefisien Skewness (Cs)

Perhitungan koefisien skewness digunakan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \sum \left(\frac{\log Xi - \log Xrt}{S} \right)^3$$

$$Cs = \frac{20}{19 \times 18} \times 1,2396 = 0,0725$$

3. Pengukuran Kurtosis (C_K)

Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\text{Log}X_i - \text{Log}X_{rt} \right)^4}{S^4}$$

$$C_K = \frac{\frac{1}{20} \times (0,015286)}{0,1474^4} = 1,6191$$

4. Koefisien Variasi (C_V)

Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_V = \frac{S}{\text{Log}X_{rt}}$$

$$C_V = \frac{0,1474}{2,8285} = 0,0521$$

4.4.2. Pemilihan Jenis Sebaran

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi antara lain Normal, *Gumbel*, Log Normal, *Log Pearson Type III*. Untuk itu ditinjau jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah studi. Hal ini dapat dipakai dapat dicari dengan cara analisis dan cara grafis (plotting data).

4.4.2.1. Penentuan Jenis Sebaran Cara Analisis

Ketentuan dalam pemilihan distribusi untuk daerah studi tercantum dalam Tabel 4.4. sebagai berikut :

Tabel 4.4. Parameter Pemilihan Distribusi Data Debit

Jenis sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Log Normal	$C_s = 3 C_v + C_v^2 = 0,159$ $C_v \sim 0,06$	$C_s = 0,0725$ $C_v = 0,0521$	Mendekati Mendekati
<i>Log Pearson Type III</i>	$C_s \neq 0$ $C_v \sim 0,3$	$C_s = 0,0725$ $C_v = 0,0521$	Mendekati Mendekati
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_s = 0,577$ $C_k = 2,339$	Kurang Kurang

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan yang telah dilakukan diatas dengan syarat-syarat tersebut diatas, maka dipilih distribusi yang paling mendekati yaitu distribusi Log Normal.

4.4.2.2. Penentuan Jenis Sebaran Cara Grafis (Plotting Data)

Disamping metode analisis kita juga melakukan metode grafis, yaitu dengan cara plotting pada kertas probabilitas. Untuk mendapatkan jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah studi, maka perlu dilakukan pengeplotan data pada kertas probabilitas (*Gumbel*, *Log Normal*, *Log Pearson Type III*). Dari Plotting pada kertas probabilitas tersebut, bisa dilihat sebaran yang cocok / yang mendekati garis regresinya.

Sebelum dilakukan penggambaran, data harus diurutkan dahulu dari kecil ke besar. Penggambaran posisi (*plotting positions*) yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh *Weinbull* dan *Gumbel*, yaitu :

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} * 100\%$$

Dimana :

$P(X_m)$ = data sesudah dirangking dari kecil ke besar

m = nomor urut

n = jumlah data (20)

Tabel 4.5. Posisi Ploting Daerah Studi

Tahun	Q_{\max} (m^3/det)	Rangking m	Q_{\max} (m^3/det)	P (Xm) (%)
1987	377.755	1	377.755	4.762
1988	501.700	2	430.919	9.524
1989	518.404	3	464.582	14.286
1990	430.919	4	490.061	19.048
1991	567.416	5	501.700	23.810
1992	548.077	6	518.404	28.571
1993	527.203	7	527.203	33.333
1994	490.061	8	548.077	38.095
1995	464.582	9	567.416	42.857
1996	1214.475	10	626.967	47.619
1997	626.967	11	754.200	52.381
1998	785.363	12	764.435	57.143
1999	785.363	13	785.363	61.905
2000	1008.116	14	785.363	66.667
2001	848.066	15	848.066	71.429
2002	980.706	16	980.706	76.190
2003	1037.245	17	999.357	80.952
2004	754.200	18	1008.116	85.714
2005	999.357	19	1037.245	90.476
2006	764.435	20	1214.475	95.238
		jumlah	14230.410	
		rata-rata	711.5205	

Sumber : Hasil Perhitungan

Agar lebih meyakinkan, setelah dilakukan plotting data pada kertas probabilitas, perlu dilakukan uji keselarasan sebaran (*Goodness of fit tes*) yaitu dengan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorof*.

4.4.3. Pengujian Keselarasan Sebaran

Berikut adalah perhitungan pengujian keselarasan :

4.4.3.1. Uji Sebaran Chi Kuadrat (*Chi Square Test*)

$G = 1 + 1,33 \ln N$, di mana N adalah jumlah data

$G = 1 + 1,33 \ln 20 = 4.9843 \Rightarrow$ diambil 10

$dk = G - (R + 1)$

R untuk distribusi normal dan binominal ; $R = 2$

R untuk distribusi poisson ; $R = 1$

$dk = 10 - (2 + 1) = 7$

$Ef = \frac{N}{G} \rightarrow Ef = \frac{20}{10} = 2$

$$\Delta X = (X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}) / (G - 1)$$

$$\Delta X = (1214,475 - 377,755) / (10 - 1)$$

$$\Delta X = 92,969$$

$$X_{\text{awal}} = X_{\text{min}} - \frac{1}{2} \Delta X = 377,755 - \frac{1}{2} \times 92,969 = 331,271$$

Tabel 4.6. Perhitungan Uji Chi-kuadrat

No	Probabilitas (%)	Of	Ef	Ef-Of	(Ef-Of) ² /Ef
1	331.271 < X < 424.24	1	2	1	0.5
2	424.24 < X < 517.209	4	2	-2	2
3	517.209 < X < 610.178	4	2	-2	2
4	610.178 < X < 703.147	1	2	1	0.5
5	703.147 < X < 796.116	4	2	-2	2
6	796.116 < X < 889.085	1	2	1	0.5
7	889.085 < X < 982.054	1	2	1	0.5
8	982.054 < X < 1075.023	3	2	-1	0.5
9	1075.023 < X < 1167.992	0	2	2	2
10	1167.992 < X < 1260.961	1	2	1	0.5
Jumlah		20		(λh) ²	11

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Chi-kuadrat $(\lambda h)^2 = 11,00$. Batas kritis nilai Chi-kuadrat untuk $dk = 7$ dengan $\alpha = 5\%$ dari Tabel 2.8. didapatkan nilai $(\lambda h)^2_{cr} = 14,067$. Nilai $(\lambda h)^2 = 11 < (\lambda h)^2_{cr} = 14,067$ maka pemilihan distribusi Log Normal memenuhi syarat.

4.4.3.2. Uji Sebaran Smirnov Kolmogorov

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan Smirnov – Kolmogorov untuk Metode Log Normal pada daerah studi dapat dilihat pada Tabel 4.7. pada halaman 53.

Tabel 4.7. Perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov

x	m	P(x) = m/(n+1)	P(x<) = nilai 1 - (3)	f(t)	P'(x) = m/(n-1)	P'(x<) = nilai 1 - (6)	D
(1)	(2)	(3)	(4) = nilai 1 - (3)	(5)	(6)	(7) = nilai 1 - (6)	(8)
377.755	1	0.0476	0.9524	-1.4557	0.0526	0.9474	0.0050
430.919	2	0.0952	0.9048	-1.2239	0.1053	0.8947	0.0101
464.582	3	0.1429	0.8571	-1.0770	0.1579	0.8421	0.0150
490.061	4	0.1905	0.8095	-0.9659	0.2105	0.7895	0.0200
501.700	5	0.2381	0.7619	-0.9151	0.2632	0.7368	0.0251
518.404	6	0.2857	0.7143	-0.8423	0.3158	0.6842	0.0301
527.203	7	0.3333	0.6667	-0.8039	0.3684	0.6316	0.0351
548.077	8	0.3809	0.6190	-0.7129	0.4210	0.5789	0.0401
567.416	9	0.4286	0.5714	-0.6285	0.4737	0.5263	0.0451
626.967	10	0.4762	0.5238	-0.3688	0.5263	0.4737	0.0501
754.200	11	0.5238	0.4762	0.1861	0.5789	0.4210	0.0551
764.435	12	0.5714	0.4286	0.2308	0.6316	0.3684	0.0602
785.363	13	0.6190	0.3809	0.3221	0.6842	0.3158	0.0652
785.363	14	0.6667	0.3333	0.3221	0.7368	0.2632	0.0701
848.066	15	0.7143	0.2857	0.5956	0.7895	0.2105	0.0752
980.706	16	0.7619	0.2381	1.1741	0.8421	0.1579	0.0802
999.357	17	0.8095	0.1905	1.2554	0.8947	0.1053	0.0852
1008.116	18	0.8571	0.1429	1.2936	0.9474	0.0526	0.0903
1037.245	19	0.9048	0.0952	1.4207	1.0000	0	0.0952
1214.475	20	0.9524	0.0476	2.1937	1.0526	-0.0526	0.1002

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan nilai D, Tabel 4.7., menunjukkan nilai $D_{\max} = 0,1002$, data pada peringkat $m=20$. Dengan menggunakan data pada Tabel 2.9. untuk derajat kepercayaan 5 %, maka diperoleh $D_0 = 0,29$. Karena nilai D_{\max} lebih kecil dari nilai D_0 kritis ($0,1002 < 0,29$), maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

4.4.4. Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang Tertentu

Perhitungan debit banjir rencana periode ulang tertentu yang terpilih adalah dengan menggunakan Log Normal, seperti yang dapat dilihat dibawah ini.

Rumus :

$$\log Q_t = \log Q_{rt} + S * K_t$$

Dimana :

Q_t = debit banjir rencana

Q_{rt} = debit rata-rata

K_t = standar variable untuk periode ulang T tahun yang besarnya ditentukan berdasarkan tabel 2.4.

S = standar deviasi

Tabel 4.8. Debit Banjir Rencana dengan Periode Ulang Tertentu (Log Normal)

Periode	Cs	Log Qi	S	Kt	Log Q = Log Qi + S*Kt	S.Log Qi	Q (m ³ /det)
2	0.0725	2.8285	0.1474	-0,22	2.79607	0.41692	625.2735
5	0.0725	2.8285	0.1474	0,64	2.92284	0.41692	837.2208
10	0.0725	2.8285	0.1474	1,26	3.01422	0.41692	1033.2847
25	0.0725	2.8285	0.1474	2,10	3.13804	0.41692	1374.1685
50	0.0725	2.8285	0.1474	2,75	3.23385	0.41692	1713.3654
100	0.0725	2.8285	0.1474	3,45	3.33703	0.41692	2172.8513

Sumber : Hasil Perhitungan



Kelas S1 Reg

Kuliah Drainase dan Sanitasi

PENAMPANG SALURAN EKONOMIS

Dosen :

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

Dr. Ir. Johanes Hendra M.Sc

PENAMPANG SALURAN EKONOMIS

Pendahuluan

Perencanaan saluran jaringan irigasi dan jaringan drainase yang pada dasarnya merupakan perencanaan penampang saluran terbuka yang mampu mengalirkan debit dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan lancar, aman dan dengan biaya yang memadai. Dalam hal ini aspek-aspek yang perlu dipertimbangkan antara lain adalah :



Aspek Hidrologis (Aspek Utama)



Aspek ekonomi,



Aspek keamanan lingkungan, dan



Aspek estetika.

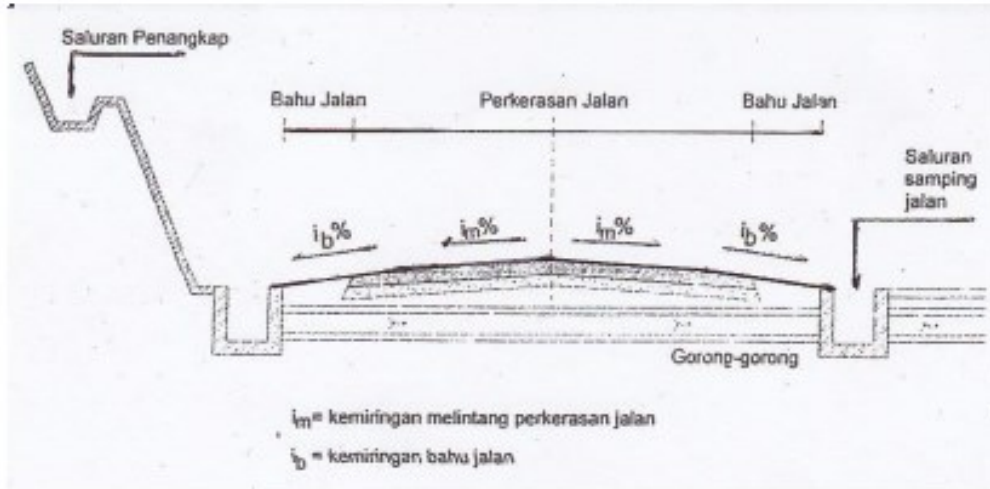
PENAMPANG SALURAN EKONOMIS

Pengertian Penampang Saluran Ekonomis

- Penampang Saluran menempati suatu lahan yang dilalui alirannya. Penampang yang memiliki hantaran maksimum adalah penampang saluran yang mempunyai keliling basah (P) terkecil atau penampang hidrolis terbaik adalah penampang yang memiliki luas terkecil untuk suatu debit tertentu. Pertimbangan Q bertambah besar apabila keliling basah (P) menurun sampai angka minimum. Jadi dari tinjauan aspek hidrolis diantara semua bentuk penampang akan terdapat suatu penampang dengan bentuk geometri dan luas dan keliling basah sedemikian sehingga menghasilkan debit aliran terbesar.
- Penampang semacam ini disebut penampang terbaik (***the best hydraulic section***) atau penampang paling efisien, atau penampang paling ekonomis. Jadi suatu penampang saluran terbuka dinyatakan **penampang hidrolis terbaik atau paling efisien apabila keliling basah (P) mempunyai harga minimum**. Maka dengan demikian dapat diartikan bahwa peninjauan pada penampang hidrolis terbaik berarti adalah peninjauan terhadap keliling basahnya.
- Prinsip saluran dengan penampang ekonomis hanya berlaku untuk perencanaan saluran yang tahan terhadap erosi, sedangkan untuk saluran yang mudah tererosi dalam mendesain saluran yang efisien harus mempertimbangkan gaya tarik yang terjadi.

DRAINASE JALAN

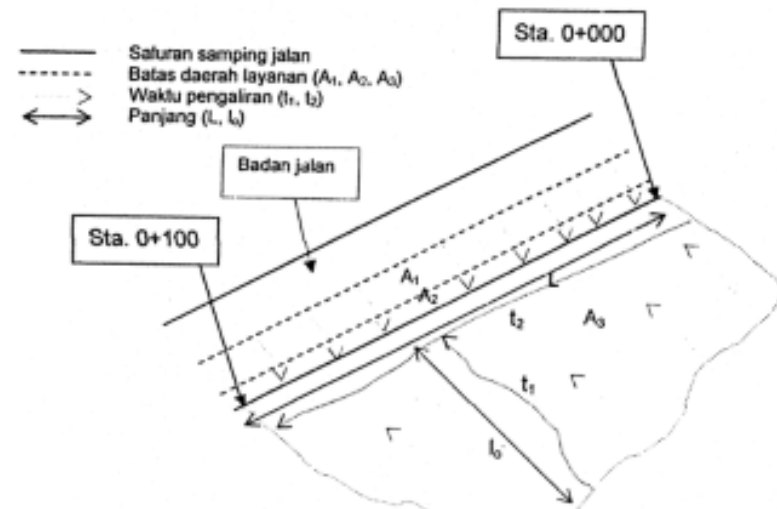
Tipikal Drainase Jalan



Persyaratan saluran terbuka :

- Saluran berbentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran, diameter minimum 20cm;
- Kemiringan saluran minimum 2%
- Kedalaman saluran minimum 40cm;
- Bahan bangunan : tanah liat, beton, batu bata, batu kali;

Daerah Pengaliran Saluran Jalan



Persyaratan Saluran tertutup :

- Saluran dilengkapi dengan lubang kontrol pada setiap jarak minimal 10 meter dan pada setiap belokan;
- Kemiringan saluran minimum 2%
- Kedalaman saluran minimum 30cm;
- Bahan bangunan:PVC,tanah liat,beton,batu bata,batu kali
- Saluran air hujan didesain untuk digunakan atau dipakai hanya
- untuk lingkungan permukiman. Pada umumnya, beban hidup

PENAMPANG SALURAN EKONOMIS

Tinjauan Aspek Penampang

$$Q = A \cdot V \text{ (m}^3\text{/dt)}$$

Elemen geometrik dari penampang terbaik untuk saluran berpenampang segi empat, trapesium, dan setengah lingkaran dapat diuraikan sebagai berikut:

Dari persamaan Chezy dan persamaan Manning sebagai berikut :

$$Q = A \times C \times \sqrt{RI} \text{ ----- CHEZY}$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \text{ ----- MANNING}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Dapat dilihat bahwa besarnya faktor hantaran K (Manning) bertambah besar apabila harga R (jari –jari hidrolis) juga bertambah besar. Karena besarnya jari –jari hidrolis $R = A / P$.

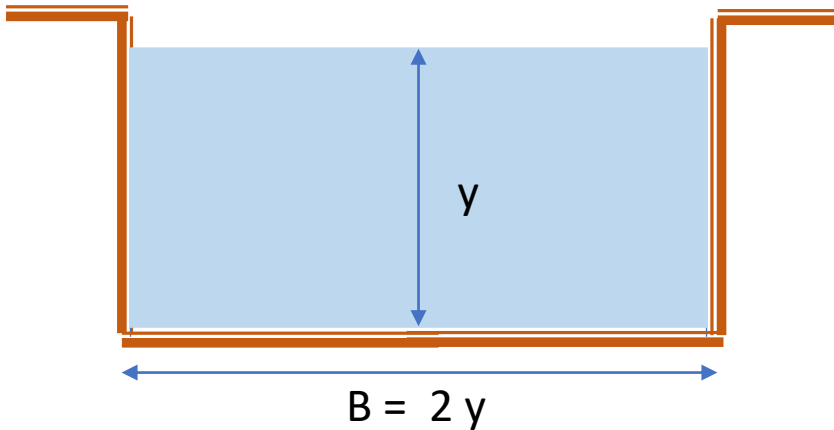
PENAMPANG SALURAN EKONOMIS

Penampang Saluran Persegi Empat

- Saluran terbuka berpenampang persegi empat pada umumnya merupakan saluran buatan terutama banyak digunakan untuk saluran drainase di perkotaan atau untuk flume (talang untuk jaringan irigasi). Dibanding dengan penampang trapesium, penggunaan saluran berpenampang persegi empat cenderung dihindari karena tebingnya yang tegak (vertikal). Dinding tegak memerlukan konstruksi yang lebih mahal daripada dinding yang mengikuti garis-garis kemiringan lereng alam tanah dimana saluran ditempatkan.
- Untuk keperluan saluran drainase perkotaan bentuk penampang persegi empat ini makin dipertimbangkan penggunaannya karena adanya keterbatasan **ketersediaan lahan** dan **nilai estetika**.

PENAMPANG SALURAN EKONOMIS

Penampang Saluran Persegi Empat



- Luas penampang : $A = B \times y$
- Keliling basah : $P = B + 2y$
- Jari-jari hidrolis : $R = \frac{A}{P} = \frac{B \times y}{B + 2y}$
- Debit Aliran :

$$Q = A \times C \times \sqrt{RI} \quad \text{----- CHEZY}$$

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \quad \text{----- MANNING}$$

Gambar Penampang hidrolis terbaik saluran terbuka berpenampang persegi empat

Dari persamaan debit aliran tersebut dapat dilihat bahwa apabila harga A, C, dan I_f (Chezy), atau A, n, dan I_f (Manning) tetap maka debit aliran akan maksimum apabila harga R (jari-jari hidrolis) adalah maksimum. Karena : $R = A / P$, maka untuk mencapai harga R maksimum dengan luas penampang A tetap maka harga keliling basah P harus minimum. Untuk mencapai harga P minimum dapat dilakukan sebagai berikut :

karena $P = B + 2y$
 $A = B \times y$
 $B = A / y$ Maka : $P = \frac{A}{y} + 2y$ — {1}

untuk harga A tetap maka P hanya merupakan fungsi dari y saja $\{P = f(y)\}$. Harga P minimum dicapai apabila $\frac{dP}{dy} = 0$

$$P = \frac{A}{y} + 2y = A(y^{-1}) + 2y$$

$$\frac{dP}{dy} = A(-y^{-2}) + 2 = -\frac{A}{y^2} + 2$$

$$-\frac{A}{y^2} + 2 = 0 \text{ maka } A = 2y^2 \quad \text{--- \{2\}}$$

$$P = \frac{A}{y} + 2y = \frac{2y^2}{y} + 2y = 4y ; \quad P = 4y \quad \text{--- \{3\}}$$

$$P = \frac{A}{y} + 2y = A(y^{-1}) + 2y$$

PENAMPANG SALURAN EKONOMIS

Penampang Saluran Persegi Empat

- Luas penampang : $A = B \cdot y$
- Keliling basah : $P = B + 2y$
- Jari-jari hidrolis : $R = \frac{A}{P} = \frac{B \cdot y}{B + 2y}$
- Debit Aliran :

$$Q = A \times C \times \sqrt{RI} \text{ ----- CHEZY}$$

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \text{ ----- MANNING}$$

karena : $A = B \times y$
 $B = A / y$

Maka : $P = \frac{A}{y} + 2y$ — {1}

untuk harga A tetap maka P hanya merupakan fungsi dari y saja { $P = f(y)$ }. Harga P minimum dicapai apabila $\frac{dP}{dy} = 0$

$$P = \frac{A}{y} + 2y = A(y^{-1}) + 2y$$

$$\frac{dP}{dy} = A(-y^{-2}) + 2 = -\frac{A}{y^2} + 2$$

$$-\frac{A}{y^2} + 2 = 0 \text{ maka } A = 2y^2 \text{ — {2}}$$

$$P = \frac{A}{y} + 2y = \frac{2y^2}{y} + 2y = 4y ; \quad P = 4y \text{ — {3}}$$

Karena : $P = B + 2y$

Maka : $4y = B + 2y$

Atau : $B = 4y - 2y$

$$B = 2y \text{ — {4}}$$

Dengan demikian **maka penampang persegi empat terbaik** adalah penampang yang mempunyai lebar sama dengan dua kali kedalaman alirannya. Selanjutnya elemen geometris lainnya dapat dinyatakan sebagai berikut :

Lebar Permukaan : $T = B = 2y$ — {5}

Kedalaman Hidrolis : $D = \frac{A}{T} = \frac{2y^2}{2y} = y$ — {6}

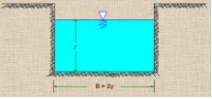
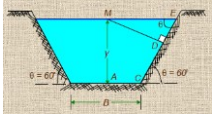

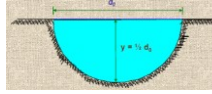
Penampang Saluran Untuk Aliran Kritis

$$Z = A \sqrt{D} = 2y \sqrt{y} \quad Z = 2y^{2,5} \text{ — {7}}$$

Dengan diketahuinya elemen geometri tersebut, perencanaan dimensi saluran dengan debit Q dapat dilakukan

BENTUK P DAN

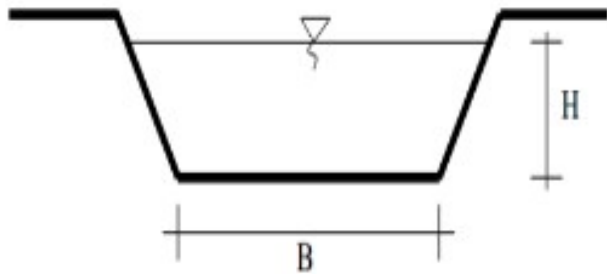
Penampang	Elemen Geometri					
	A	P	R	T	D	z
Persegiempat	$2y^2$	$4y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	y	$2y^{2,5}$
Trapeسيوم	$y^2\sqrt{3}$	$2y\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{4}{3}y\sqrt{3}$	$\frac{3}{4}y$	$\frac{3}{4}y^{2,5}$
Lingkaran Atau	$\frac{\pi}{2}y^2$ $1,57y^2$	πy $3,14y$	$\frac{1}{2}y$ $0,5y$	$2y$ $2y$	$\frac{\pi}{4}y$ $0,785y$	$\frac{\pi}{4}y^{2,5}$ $0,785y^{2,5}$

BENTUK PENAMPANG	ELEMEN GEOMTERI					
	(1) A Luas	(2) P Keliling Basah	(3) R Jari-Jari Hidraulik	(4) T Lebar Permukaan	(5) D Kedalaman Hidraulik	(6) Z Faktor Penampang
 Persegi Empat	$2y^2$	$2\sqrt{3}y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	y	$2y^{2,5}$
 Trapeسيوم	$y^2\sqrt{3}$	$2y\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{4}{3}y\sqrt{3}$	$\frac{3}{4}y$	$\frac{3}{4}y^{2,5}$
 Segitiga	y^2	$2\sqrt{2}y$	$\frac{1}{4}\sqrt{2}y$	$2y$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}y^{2,5}$
 Setengah Lingkaran	$\frac{\pi}{2}y^2$	πy	$\frac{1}{2}y$	$2y$	$\frac{\pi}{4}y$	$\frac{\pi}{4}y^{2,5}$
Hidrostatik	$1,39586y^2$	$2,9836y$	$0,46784y$	$1,917532y$	$0,72795y$	$1,19093y^{2,5}$

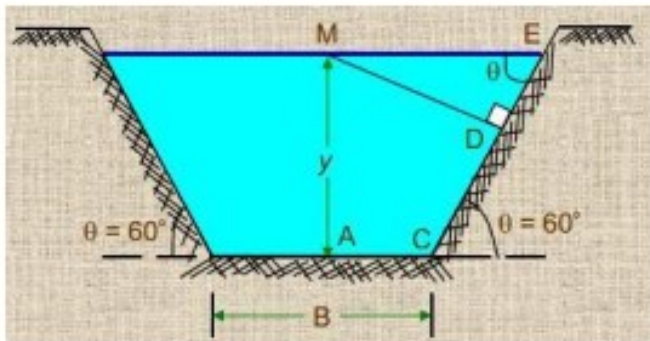
Sumber : Chow 1992

SELESAI

ELEMEN HIDROLOGI PENAMPANG HIDROLIK



Penampang	Elemen Geometri					
	A	P	R	T	D	z
Persegiempat	$2y^2$	$4y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	y	$2y^{2,5}$
Trapesium	$y^2 \sqrt{3}$	$2y \sqrt{3}$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{4}{3}y \sqrt{3}$	$\frac{3}{4}y$	$\frac{3}{4}y^{2,5}$
Lingkaran	$\frac{\pi}{2}y^2$	πy	$\frac{1}{2}y$	$2y$	$\frac{\pi}{4}y$	$\frac{\pi}{4}y^{2,5}$
Atau	$1,57y^2$	$3,14y$	$0,5y$	$2y$	$0,785y$	$0,785y^{2,5}$





Kelas S1- Reguler

Drainase dan Sanitasi

PENAMPANG SALURAN MAJEMUK

Dosen :

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

PENAMPANG SALURAN MAJEMUK

Pendahuluan



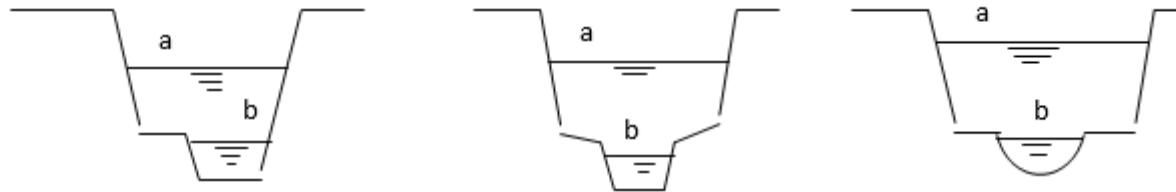
Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan drainase , khususnya rancangan saluran antara lain yaitu :

- Letak Saluran yang akan dibuat
- Dimensi Saluran
- **Fungsi Saluran**
- Faktor Ekonomis
- Umur Saluran (Berapa lama saluran tersebut bisa berfungsi sesuai waktu perencanaan)

PENAMPANG SALURAN MAJEMUK

Pengertian Saluran Majemuk

- Saluran Majemuk pada umumnya digunakan untuk menanggulangi musim kemarau yang berkepanjangan.
- Saluran Majemuk mempunyai fungsi ganda yang merupakan sebuah saluran yang dibuat dengan dua penampang sekaligus, penampang besar akan berfungsi maksimal jika debit air yang dialirkanpun besar sedang penampang yang kedua yang biasanya terletak di dasar akan berfungsi maksimal pada saat musim kemarau dimana debit air yang dialirkan kecil.



Keterangan :

a = permukaan air pada saat debitnya besar

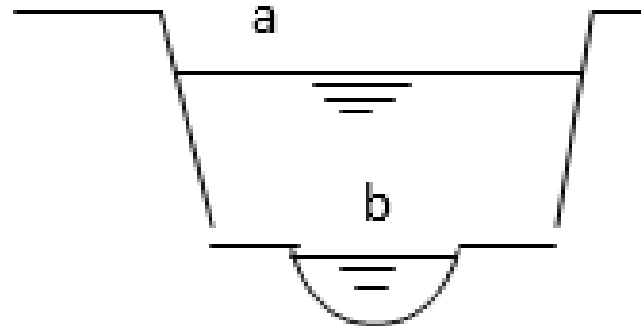
b = permukaan air pada saat debitnya kecil / pada musim kemarau

PENAMPANG SALURAN MAJEMUK

Contoh Kasus Penerapan



Sebuah saluran trapesium dari tanah mempunyai nilai kekasaran (n) 0,02. Dgn lebar 14 m, kemiringan tebing 2:1 (v:h). kemiringan dasar saluran (l) 0,0001 & kedalaman aliran adalah 5 m. Pada bagian bawah saluran dibuat saluran kecil untuk mengalirkan air dengan debit yang lebih kecil berbentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran dgn $r = 1,5$ m. hitunglah debit saluran majemuk tsb !



PENYELESAIAN

Luas tampang basah (A) ;

$$\begin{aligned} \text{Trapeسيوم, } A1 &= \frac{1}{2} (p + l) t \\ &= \frac{1}{2} (14 + 9) 5 \\ &= 57,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{Lingkaran, } A2 &= \frac{1}{2} \pi r^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 1,5^2 \\ &= 3,53 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

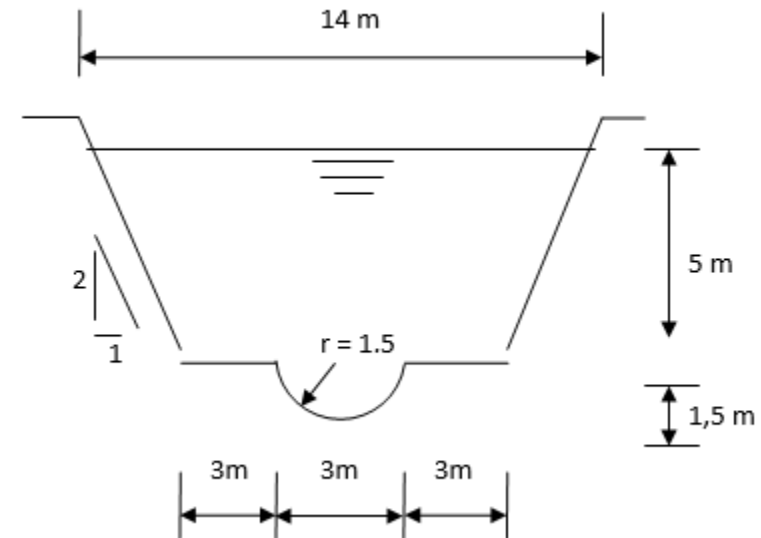
$$\Sigma A = A1 + A2 = 57,5 \text{ m}^2 + 3,53 \text{ m}^2 = 61 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P) ;

$$\begin{aligned} \text{Trapeسيوم, } P1 &= (9-3) + 2(5\sqrt{1,5+5^2}) \\ &= 6+2(5\sqrt{26,5}) \\ &= 57,47 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{Lingkaran, } P2 &= \pi \cdot r \\ &= 3,14 \cdot 1,5 \\ &= 4,71 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\Sigma P = P1 + P2 = 57,47 \text{ m} + 4,71 \text{ m} = 62,18 \text{ m}$$



Jari-jari Hidrolis (R) ;

$$R = \frac{A}{P} = \frac{61}{62,18} = 0,98$$

Debit air (Q) dihitung dengan rumus manning ;

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V = A \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \\ &= \Sigma A \cdot \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \\ &= 61 \cdot \frac{1}{0,02} \cdot (0,98)^{2/3} \cdot (0,0001)^{1/2} \\ &= 30,09 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

UNSUR UNSUR GEOMETRIS PENAMPANG



Penampang	Luas A	Keliling basah O	Jari-jari hidrolis R	Lebar puncak T	Kedalaman hidrolis D	Faktor penampang Z
 Persegi Panjang	Bh	$B+2h$	$\frac{Bh}{B+2h}$	B	h	$Bh^{1.5}$
 Trapezium	$(B+zh)h$	$B+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(B+zh)h}{B+2h\sqrt{1+z^2}}$	$B+2zh$	$\frac{(B+zh)h}{B+2zh}$	$\frac{[(B+zh)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2zh}}$
 Segi tiga	zh^2	$zh\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zh$	$\frac{1}{2}h$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zh^{2.5}$
 Lingkaran	$\frac{1}{2}(\theta - \sin\theta)d_0^2$	$\frac{1}{2}\theta d_0$	$\frac{1}{4}(1 - \frac{\sin\theta}{\theta})d_0$	$\frac{(\sin \frac{1}{2}\theta)d_0}{2\sqrt{h(d_0-h)}}$ or $\frac{(\sin \frac{1}{2}\theta)d_0}{2\sqrt{h(d_0-h)}}$	$\frac{1}{6}(\frac{\theta - \sin\theta}{\sin \frac{1}{2}\theta})d_0$	$\frac{\sqrt{2}(\theta - \sin\theta)^{1.5}}{32(\sin \frac{1}{2}\theta)^{0.5}}d_0^{2.5}$
 Parabola	$\frac{1}{2}Th$	$T + \frac{8}{3}h^2$	$\frac{2T^2h}{3T^2+8h^2}$	$\frac{3}{2}\frac{A}{h}$	$\frac{2}{3}h$	$\frac{2}{9}\sqrt{6}Th^{1.5}$
 Persegi panjang sisi dibulatkan	$(\frac{\pi}{2}-2)r^2+(B+2r)h$	$(\pi-2)r+B+2h$	$\frac{(\frac{\pi}{2}-2)r^2+(B+2r)h}{(\pi-2)r+B+2h}$	$B+2r$	$\frac{(\frac{\pi}{2}-2)r^2}{B+2r} + h$	$\frac{[(\frac{\pi}{2}-2)r^2+(B+2r)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2r}}$
 Segi tiga, dasar dibulatkan	$\frac{T^2}{24} - \frac{r^2}{z}(1-z \cos^{-1} \frac{1}{z})$	$\frac{T}{z}\sqrt{1+z^2} - \frac{2r}{z}(1-z \cos^{-1} \frac{1}{z})$	$\frac{A}{O}$	$2[z(h-r)+r\sqrt{1+z^2}]$	$\frac{A}{T}$	$A\sqrt{\frac{A}{T}}$

* Perkiraan yang paling cocok untuk interval $0 < x < 1$, bila $x = 4h/T$. Bila $x > 1$, dipakai hubungan $P = (T/2)[\sqrt{1+x^2} + 1/x \ln(x + \sqrt{1+x^2})]$

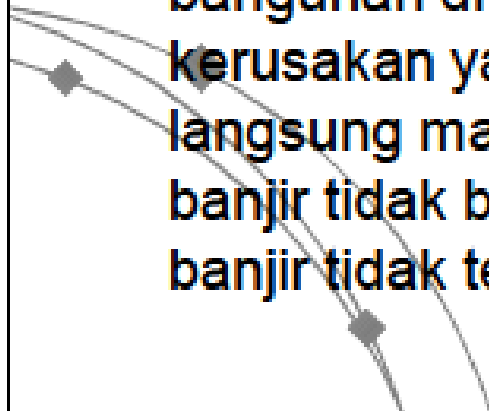


SELESAI

Prediksi Banjir

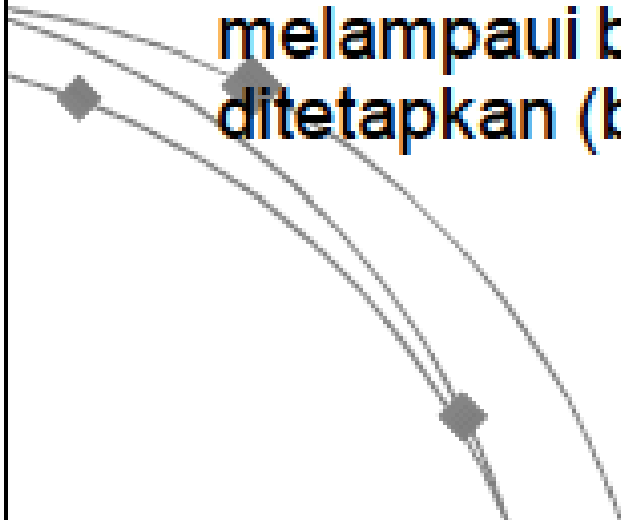
Debit Rancangan

Debit/Banjir Rancangan adalah besarnya debit banjir yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dalam mendimensi bangunan-bangunan hidraulik (termasuk bangunan di sungai), sedemikian hingga kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak boleh terjadi selama besaran banjir tidak terlampaui.



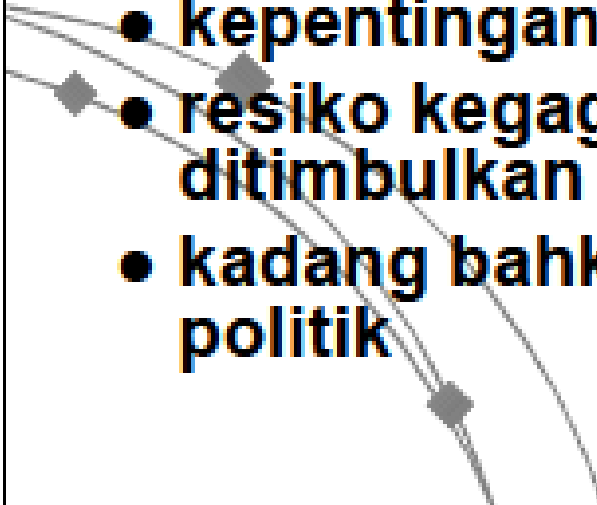
KALA ULANG

Besarnya banjir rancangan dinyatakan dalam debit banjir sungai dengan kala ulang tertentu. Kala ulang debit adalah suatu kurun waktu berulang dimana debit yang terjadi menyamai atau melampaui besarnya debit banjir yang ditetapkan (banjir rancangan).



PENETAPAN KALA ULANG

Debit banjir rancangan ditetapkan berdasarkan beberapa pertimbangan:

- **ukuran dan jenis proyek**
 - **ketersediaan data**
 - **ketersediaan dana**
 - **kepentingan daerah yang dilindungi**
 - **resiko kegagalan yang dapat ditimbulkan**
 - **kadang bahkan juga kebijaksanaan politik**
- 

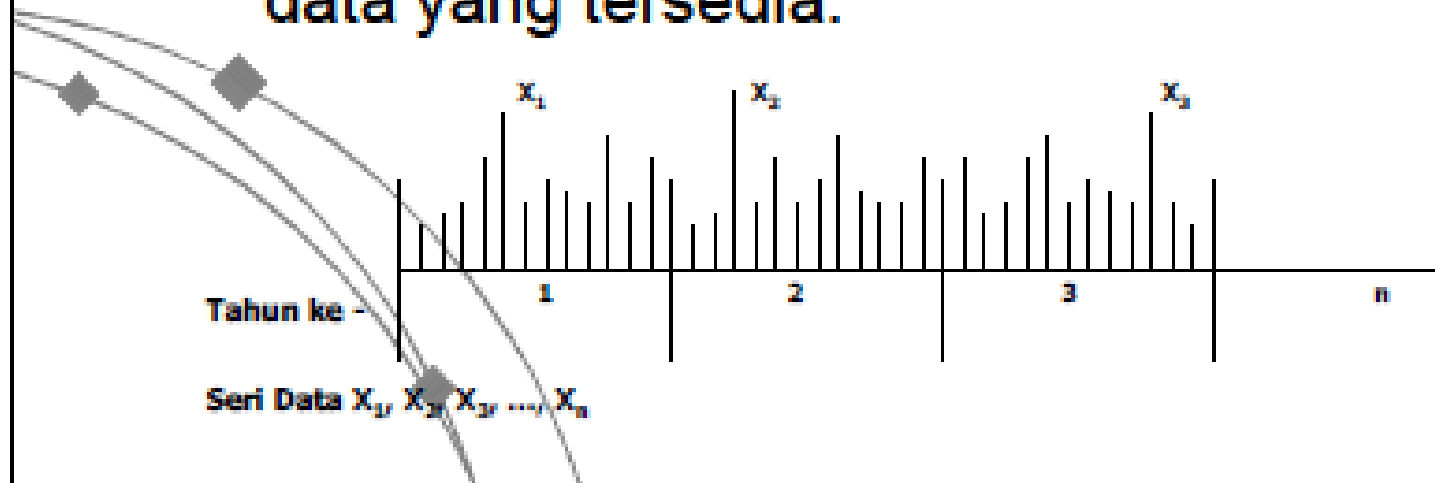
KALA ULANG BANJIR RANCANGAN UNTUK BANGUNAN DI SUNGAI

Jenis Bangunan	Kala Ulang Banjir Rancangan (tahun)
Bendung sungai besar sekali	100
Bendung sungai sedang	50
Bendung sungai kecil	25
Tanggul sungai besar/daerah penting	25
Tanggul sungai kecil/daerah kurang penting	10
Jembatan jalan penting	25
Jembatan jalan tidak penting	10

ANALISIS FREKUENSI PENETAPAN SERI DATA UNTUK ANALISIS

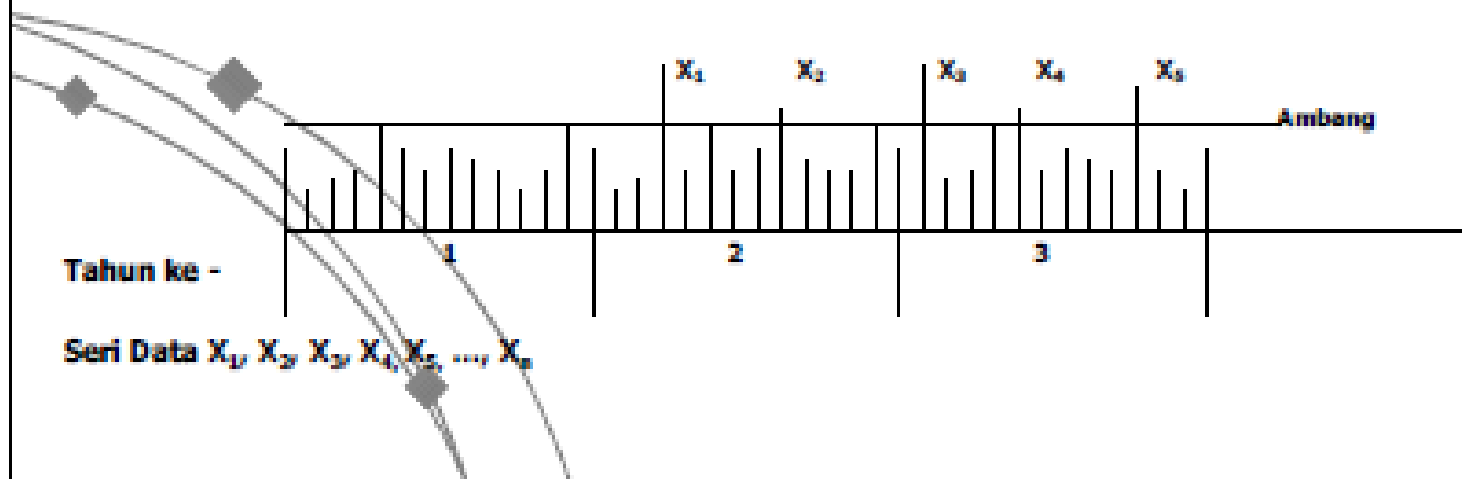
1. Annual Maximum Series

Dengan mengambil 1 data maksimum setiap tahun, yang berarti jumlah data dalam seri akan sama dengan panjang data yang tersedia.



2. *Peak Over Threshold (POT)*

dengan menetapkan suatu batas bawah tertentu (*Threshold*) dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Semua besaran hujan/debit yang lebih besar daripada batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian dari seri data.



TAHAPAN ANALISIS HIDROLOGI UNTUK BANJIR RANCANGAN

Kasus	Output	Data tersedia	Tahapan analisis
1	Debit puncak	Debit banjir maks. tahunan	Analisis frekuensi data debit
2	Debit puncak	Hujan harian dan karakteristik daerah tangkapan hujan	Analisis frekuensi data hujan dan pengalihragaman hujan-aliran (<i>Rational method</i>)
3	Debit puncak	Hujan jam-jaman, hidrograf banjir dan karakteristik DAS	Analisis frekuensi data hujan dan pengalihragaman hujan-aliran (<i>Unit hydrograph</i> atau <i>Rainfall-runoff model</i>)
4	Hidrograf banjir	Hujan jam-jaman, karakteristik DAS, tidak ada data hidrograf banjir	Analisis frekuensi data hujan dan pengalihragaman hujan-aliran (<i>Synthetic unit hydrograph</i>)
5	Hidrograf banjir	Hujan jam-jaman dan hidrograf banjir	Analisis frekuensi data hujan dan pengalihragaman hujan-aliran (<i>Unit hydrograph</i>)
6	Hidrograf banjir	Hujan jam-jaman, hidrograf banjir dan karakteristik DAS	Analisis frekuensi data hujan dan pengalihragaman hujan-aliran (<i>Unit hydrograph</i> atau <i>Rainfall-runoff model</i>)

SELESAI

Analisis Frekuensi dan Probabilitas

- ▶ Tujuan analisis frekuensi data hidrologi berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan.
- ▶ Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (*independent*), terdistribusi secara acak, dan bersifat stokastik.

- ▶ *Frekuensi hujan* adalah besaran kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui.
- ▶ Sebaliknya, *periode ulang* adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui.
- ▶ Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan di masa akan datang akan masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

Metode Analisis Distribusi Frekuensi yang sering digunakan dalam bidang hidrologi :

- ❖ Distribusi Normal
- ❖ Distribusi Log Normal
- ❖ Distribusi Log Pearson Type III
- ❖ Distribusi Gumbel



Untuk memperkirakan hujan/debit ekstrim (maksimum)

Metode Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss.

$$X_T = \bar{X} + K_T S$$

X_T : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

X : Nilai rata-rata hitung variat

S : Deviasi standar nilai variat

K_T : Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. Nilai faktor frekuensi dapat dilihat pada tabel Reduksi Gauss

Untuk mencari probabilitas dapat menggunakan persamaan weibull, yaitu :

$$P = \frac{m}{n+1}$$

sedangkan periode ulang dapat dicari dengan persamaan

$$T_r = \frac{1}{P}$$

dengan m = nomor urut peringkat data setelah diurutkan dari besar ke kecil, n = banyaknya data atau jumlah kejadian, P = probabilitas, T_r = periode ulang.

Curah Hujan (mm)	$P = m/N + 1$
216	0.0625
203	0.1250
198	0.1875
189	0.2500
183	0.3125
182	0.3750
147	0.4375
125	0.5000
122	0.5625
121	0.6250
115	0.6875
111	0.7500
110	0.8125
84	0.8750
83	0.9375

P = probabilitas
 m = nomor urut
 N = jumlah data

PUH	Peluang	K_T
1.0014	0.999	-3.05
1.005	0.995	-2.58
1.01	0.99	-2.33
1.05	0.95	-1.64
1.11	0.9	-1.28
1.25	0.8	-0.84
1.33	0.75	-0.67
1.43	0.7	-0.52
1.67	0.6	-0.25
2	0.5	0
2.5	0.4	0.25
3.33	0.3	0.52
4	0.25	0.67
5	0.2	0.84
10	0.1	1.28
20	0.05	1.64
50	0.02	2.05
100	0.01	2.33
200	0.005	2.58
500	0.002	2.88
1000	0.001	3.09

Nilai Variabel Reduksi Gauss

Metode Distribusi Log Normal

Mengubah data X kedalam bentuk logaritmik $\rightarrow Y = \log X$

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S$$

Y_T : Perkiraan nilai ang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

Y : Nilai rata-rata hitung variat

S : Deviasi standar nilai variat

K_T : Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. Nilai faktor frekuensi dapat dilihat pada tabel Reduksi Gauss

Metode Log Pearson Type III

- ▶ Pearson telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris.
- ▶ Tiga parameter penting dalam Metode Log Pearson Tipe III, yaitu:
 1. Harga rata-rata (R)
 2. Simpangan baku (S)
 3. Koefisien kemencengan (G)

Hal yang menarik adalah jika $G = 0$ maka distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson Tipe III

- Ubah data dalam bentuk logaritmik : $Y = \log X$
- Hitung harga rata-rata :

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

- ▶ Hitung harga simpangan baku :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

Langkah-langkah penggunaan distribusi Log

Pearson Tipe III

- ▶ Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{Y})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

- ▶ Hitung logaritma hujan dengan periode ulang T menggunakan persamaan :

$$Y_T = \bar{Y} + K \cdot s$$

K = variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung G

- ▶ Hitung curah hujan dengan menghitung antilog Y.

Tabel 5.8 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

Koef. G	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui					
	50	20	10	4	2	1
2	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.380
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.700	3.271
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.5	-0.083	0.806	1.323	1.910	2.311	2.686
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400
0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326
-0.1	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.68	1.945	2.178
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.843	2.029
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.594	1.660
-1	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197

Koef. G	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui					
	50	20	10	4	2	1
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990

Metode Distribusi Gumbel

$$X = \bar{X} + sK$$

K = faktor probabilitas, untuk harga-harga ekstrim dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n}$$

Y_n = reduced mean yang tergantung pada jumlah sampel atau data n

S_n = reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sampel

Y_{Tr} = reduced variate yang dihitung dengan persamaan :

$$Y_{Tr} = -\ln \left[-\ln \frac{Tr-1}{Tr} \right]$$

Tr = PUH untuk curah hujan tahunan rata-rata (2,33 tahun)

Metode Gumbel

Tabel. Reduce Mean (Y_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.8396	0.5403	0.5410	0.5418	0.5424	0.5436
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.0558	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611

Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

Metode Gumbel

Tabel. Reduce Standard deviation (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

Sumber: Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. 2004

Ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti distribusi *Gumbel*, *Log Pearson III*, *Log Normal*, dan beberapa cara lain. Metode–metode ini harus diuji mana yang bisa dipakai dalam perhitungan. Pengujian tersebut melalui pengukuran dispersi. Untuk melakukan pengukuran dispersi, terlebih dahulu harus diketahui faktor – faktor

1. Harga rata – rata (\bar{X})

Rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

2. Standar *deviasi* (Sx)

Rumus :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

3. Koefisien *Skewness* (Cs)

Rumus :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1) * (n - 2) * S^3}$$

4. Koefisien *Curtosis* (Ck)

Rumus :

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1) * (n - 2) * (n - 3) * S^3}$$

5. Koefisien variasi (Cv)

Rumus :

$$C_v = \frac{S_x}{\bar{X}}$$

Contoh Perhitungan

No	R(X _i)	(X _i - X _r)	(X _i - X _r) ²	(X _i - X _r) ³	(X _i - X _r) ⁴
1	170	71,273	5.079,802	362.051,318	25.804.384,833
2	134	35,273	1.244,165	43.885,103	1.547.947,267
3	129	30,273	916,438	27.743,078	839.858,638
4	110	11,273	127,074	1.432,475	16.147,898
5	108	9,273	85,983	797,301	7.393,157
6	106	7,273	52,893	384,673	2.797,623
7	98	-0,727	0,529	-0,385	0,280
8	91	-7,727	59,711	-461,401	3.565,373
9	51	-47,727	2.277,893	-108.717,600	5.188.794,524
10	45	-53,727	2.886,620	-155.090,211	8.332.574,070
11	44	-54,727	2.995,074	-163.912,252	8.970.470,543
Jumlah X _r	1.086 98,727		15.726,182	8.112,099	50.713.934,206

1. Harga rata – rata (\bar{X})

$$\bar{X} = Xr = \frac{1.086}{11} = 98,727$$

2. Standar *Deviasi* (Sx)

$$Sx = \sqrt{\frac{15.726,182}{11-1}} = 39,656$$

3. Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{11 \times 8.112,099}{(11-1) * (11-2) * 39,656^3} = 0,016$$

4. Koefisien *Curtosis* (Ck)

$$C_k = \frac{11 \times 50.713.934,206}{(11-1) * (11-2) * (11-3) * 39,656^3} = 12,424$$

5. Koefisien *Variasi* (Cv)

$$Cv = \frac{39,656}{98,727} = 0,402$$

Parameter Uji Distribusi Statistik dalam Log

No	R (Xi)	Log Xi	(LogXi - LogXr)	(LogXi - LogXr)^2	(LogXi - LogXr)^3	(LogXi - LogXr)^4
1	170	2,204	0,237	0,056	0,013	0,003
2	134	2,127	0,160	0,026	0,004	0,001
3	129	2,111	0,144	0,021	0,003	0,000
4	110	2,041	0,074	0,005	0,000	0,000
5	108	2,033	0,066	0,004	0,000	0,000
6	106	2,025	0,058	0,003	0,000	0,000
7	98	1,991	0,024	0,001	0,000	0,000
8	91	1,959	-0,008	0,000	0,000	0,000
9	51	1,851	-0,116	0,013	-0,002	0,000
10	45	1,653	-0,314	0,099	-0,031	0,010
11	44	1,644	-0,323	0,104	-0,034	0,011
Jumlah	1.086	21,639	0,000	0,333	-0,045	0,025
Xr	98,727	1,967				

1. Harga rata – rata (\bar{X})

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{21,639}{11} = 1,967$$

2. Standar *Deviasi* (S_x)

$$S_x = \sqrt{\frac{0,333}{11-1}} = 0,182$$

3. Koefisien *Skewness* (C_s)

$$C_s = \frac{11 \times (-0,045)}{(11-1) * (11-2) * 0,182^3} = -0,912$$

4. Koefisien *Curtosis* (C_k)

$$C_k = \frac{11 \times 0,025}{(11-1) * (11-2) * (11-3) * 0,182^3} = 0,063$$

5. Koefisien *Variasi* (C_v)

$$C_v = \frac{0,182}{1,967} = 0,092$$

Dari faktor – faktor di atas dapat ditentukan metode mana yang bisa dipakai, seperti disajikan dalam tabel berikut :

Hasil Uji Distribusi Statistik

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
<i>Normal</i>	$C_s \approx 0$ $C_k = 0$	$C_s = 0,016$ $C_k = 12,424$	Tidak memenuhi
<i>Gumbel</i>	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$	$C_s = 0,016$ $C_k = 12,424$	Tidak memenuhi
<i>Log Pearson</i>	$C_s \neq 0$	$C_s = 0,912$	Memenuhi
<i>Log Normal</i>	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 0,3$	$C_s = 0,285$	Tidak Memenuhi

TEST GOODNESS-OF-FIT

- Sebuah test yang menentukan tingkat kesesuaian antara distribusi sampel dengan distribusi teoritis
- Bila $F_o(X)$ adalah suatu fungsi distribusi frekuensi kumulatif yang ditentukan atau distribusi kumulatif teoritis dan $S_N(x)$ merupakan frekuensi kumulatif sampel maka diharapkan dengan uji ini selisih antara $F_o(X)$ dan $S_N(X)$ adalah sesedikit mungkin atau nilai dari $F_o(X)$ mendekati nilai dari $S_N(X)$ yang masih dalam batas-batas kesalahan random. Sehingga kedua distribusif frekuensi tersebut bisa dikatakan identik.

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non-parametrik (*non-parametrik test*) karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusit ertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

Langkah –Langkah Test K -S

1. Urutkan data (daribesarkekecilatausebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut
2. Tentukan Nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)
3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
4. $D = \text{Maksimum}[F_o(X_m) - S_N(X_m)]$
5. Berdasarkan tabel nilai kritis(*Kolmogorov - Smirnov test*) tentukanharga D_o .

Apabila nilai D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi sampel tidak dapat diterima.

- ✿ Kurva intensity-duration-frequency (IDF curve) atau lengkung hujan
- ✿ digunakan untuk menentukan hujan rancangan untuk perancangan saluran drainasi, yang meliputi intensitas, lama hujan dan frekuensi (kala ulang).
- ✿ IDF dapat dibuat berdasarkan analisis frekuensi data hujan otomatis (durasi menit, jam)
- ✿ Jika data otomatis tidak tersedia, IDF dapat diturunkan berdasarkan analisis frekuensi data harian dan dengan rumus pendekatan

Uji Goodness-of-fit



Uji K-S

Menetapkan suatu titik dimana terjadi simpangan terbesar antara distribusi teoritis dan sampel.

$$D_n = \text{Maksimum } |F_o(X) - S_n(X)|$$

Dimana,

- D_n : Penyimpangan Terbesar
- $F_o(X)$: Suatu fungsi distribusi kumulatif yang ditentukan
- $S_n(X)$: Distribusi Kumulatif Sampel

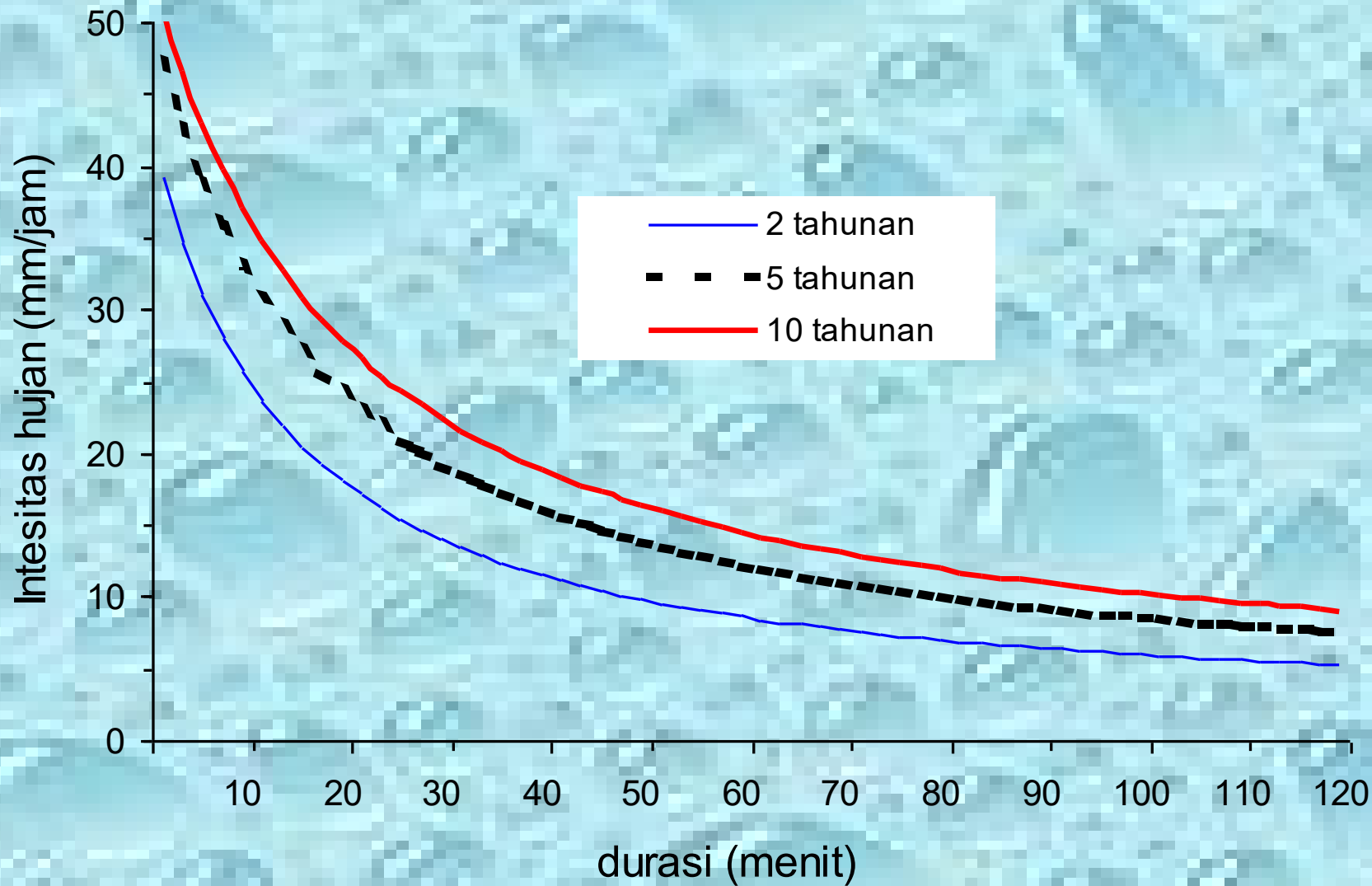
Uji χ^2

Mengukur perbedaan relatif antara Frekuensi hasil pengamatan Dengan frekuensi yang diharapkan

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana,

- k : Jumlah variabel
- O_i : Frekuensi hasil pengamatan
- E_i : Frekuensi distribusi teoritis
- n : jumlah data
- P_i : Peluang dari distribusi teoritis



✿ Rumus Mononobe

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

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

✚ Waktu konsentrasi t_c (Pilgrim, 1987)

✚ Rumus Kirpich

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

✚ Rumus Bransby-Williams

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

✚ Australian rainfall-runoff

$$t_c = 0,76 A^{0,38}$$

dengan A : luas DAS (km²)

L : panjang sungai utama (km)

S : landai sungai utama

✚ Waktu konsentrasi t_c (Pilgrim, 1987)

✚ Rumus Kirpich

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

✚ DAS Cimanuk (Kurniadi, 2005)

$$t_c = 0.57 A^{0.41} \text{ (jam)}$$

✚ Australian rainfall-runoff

$$t_c = 0,76 A^{0,38}$$

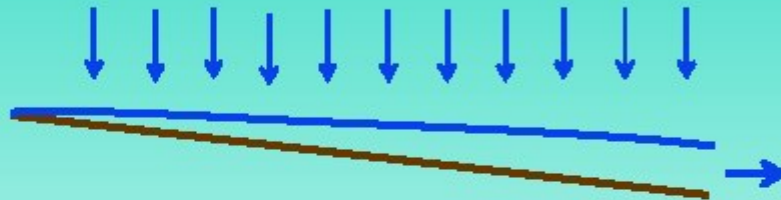
dengan A : luas DAS (km²)

L : panjang sungai utama (km)

S : landai sungai utama

The Rational Method

Precipitation = I (mm/hr)



$$Q = 1/360 C I A$$

Q = Peak Discharge (m^3/s)

C = Runoff Coefficient (**function of surface**)

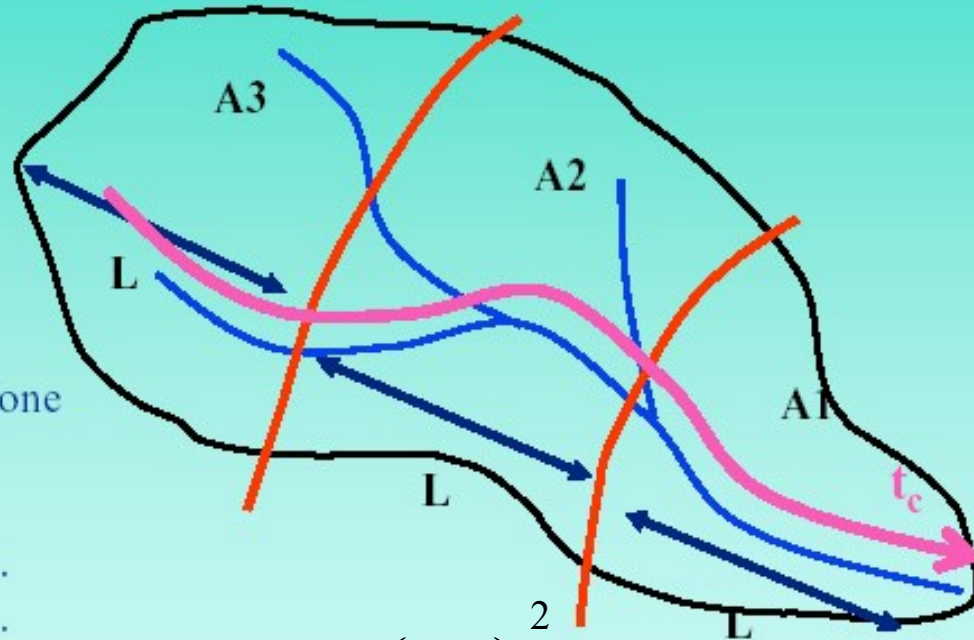
I = Rainfall Intensity (mm/hr)

A = Area (ha)



Time of Concentration (t_c)

$$t_c = 0.0195 * L^{0.77} * S^{0.385}$$



Water travels distance L in one time step

$$(t=1) \text{ tot } A = A1 + \dots + \dots$$

$$(t=2) \text{ tot } A = A1 + A2 + \dots$$

$$(t=3) \text{ tot } A = A1 + A2 + A3$$

$$(t=4) \text{ tot } A = \dots + A2 + A3$$

$$(t=5) \text{ tot } A = \dots + \dots + A3$$

$$I = \frac{P_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

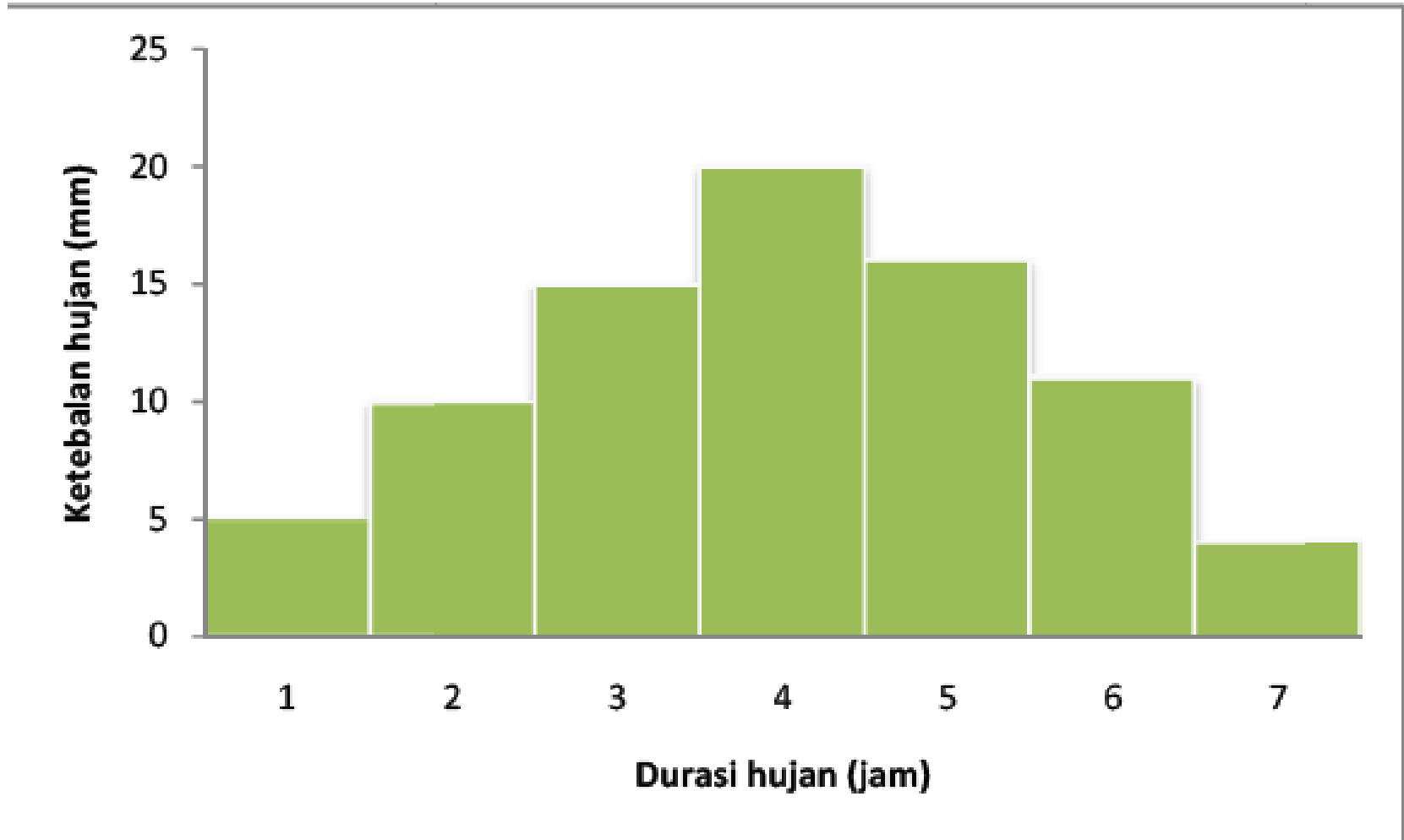
Karakteristik DAS	Ektrim (75 - 100)	Tinggi (55 - 75)	Normal (30 - 50)	Rendah (25 - 30)
Relief	Curam, Slope >30 %- 40	Berbukit Slope 10 - 30 %- 30	Bergelombang Slope 5 - 10 %- 20	Relatif Datar Slope 0 - 5 % -10
Tanah	Tanah Tipis infiltrasi sangat kecil -20	Infiltrasi rendah Clay -15	Solum tanah dalam infiltrasi besar- 10	Pasir infiltrasi besar -5
Vegetasi	Tidak ada penutup (bare land)- 20	Penutupan alam rendah -15	Penutupan baik (50% tertutup vegetasi)- 10	Penutupan sampai 90%- 5
Timbunan permukaan	Tidak ada depresi permukaan, tidak ada genangan- 20	Drainasi rendah tidak ada genangan -15	Terdapat depresi permukaan, genangan < 2 % -10	Timbunan permukaan tinggi, tidak ada drainasi -5

Runoff coefficients for use in the rational method

Character of surface	Return Period (years)						
	2	5	10	25	50	100	500
Developed							
Asphaltic	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concrete/roof	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Grass areas (lawns, parks, etc.)							
<i>Poor condition (grass cover less than 50% of the area)</i>							
Flat, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Average, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Steep, over 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Fair condition (grass cover on 50% to 75% of the area)</i>							
Flat, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Average, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Steep, over 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Good condition (grass cover larger than 75% of the area)</i>							
Flat, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Average, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Steep, over 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Undeveloped							
Cultivated Land							
Flat, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Average, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Steep, over 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pasture/Range							
Flat, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Average, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Steep, over 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Forest/Woodlands							
Flat, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Average, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Steep, over 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Note: The values in the table are the standards used by the City of Austin, Texas. Used with permission.

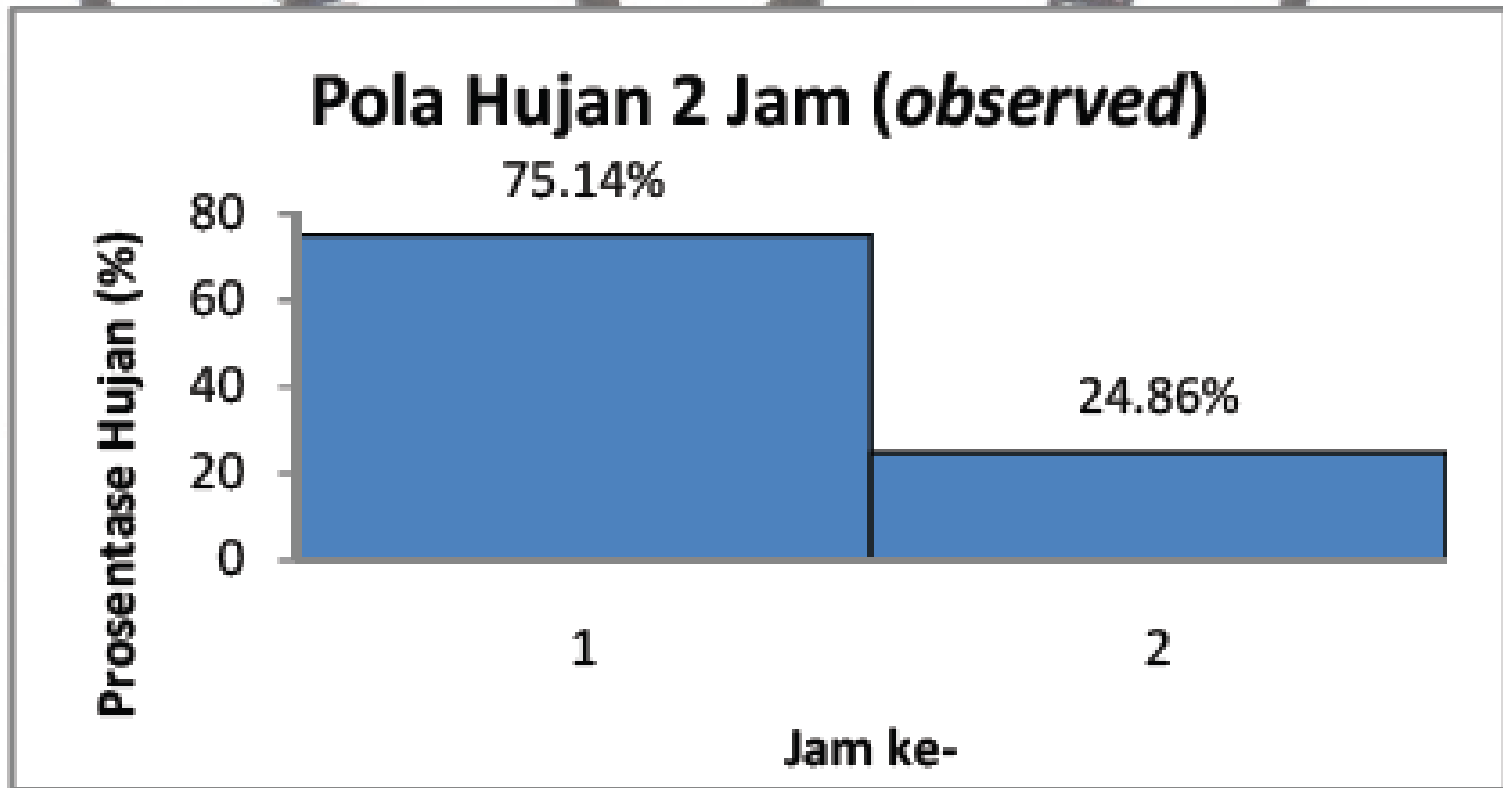
Distribusi Hujan



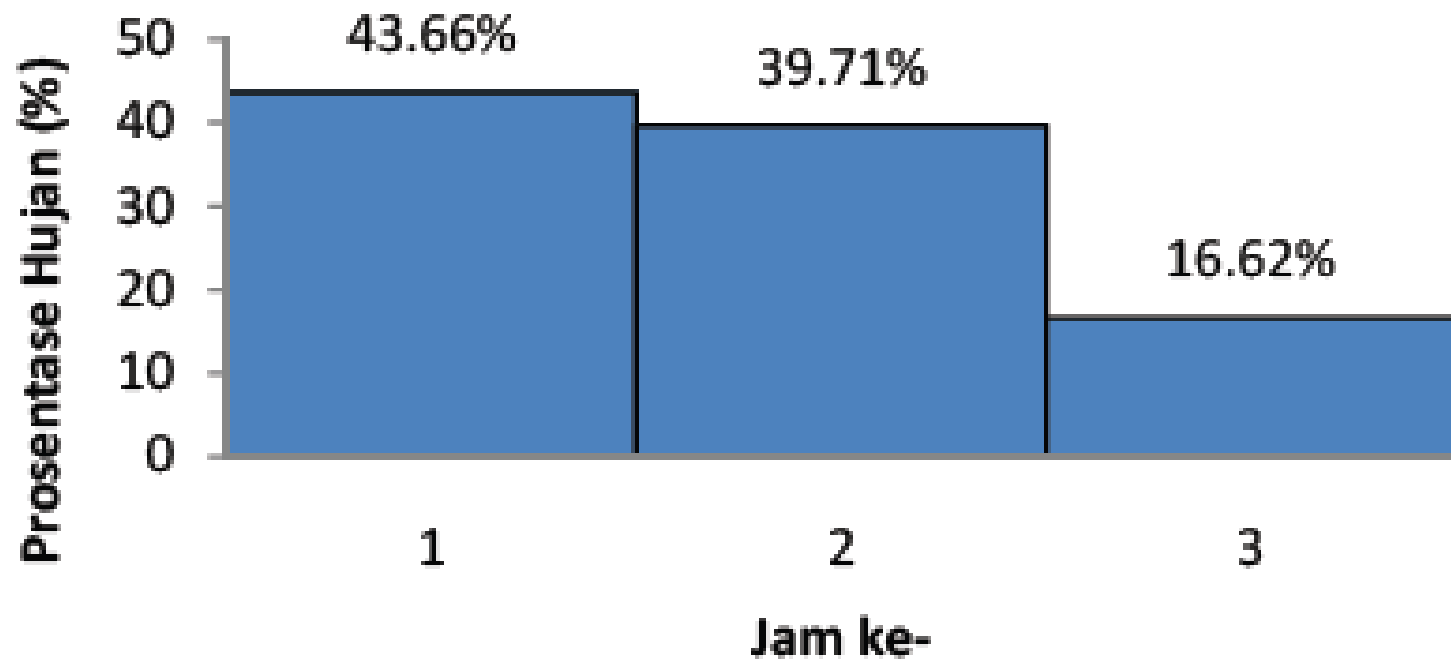
Durasi Hujan dan Banyak Kejadian Hujan

Durasi hujan (jam)	Kejadian (n)
2	62
3	50
4	18
5	9
6	10
7	8
8	4

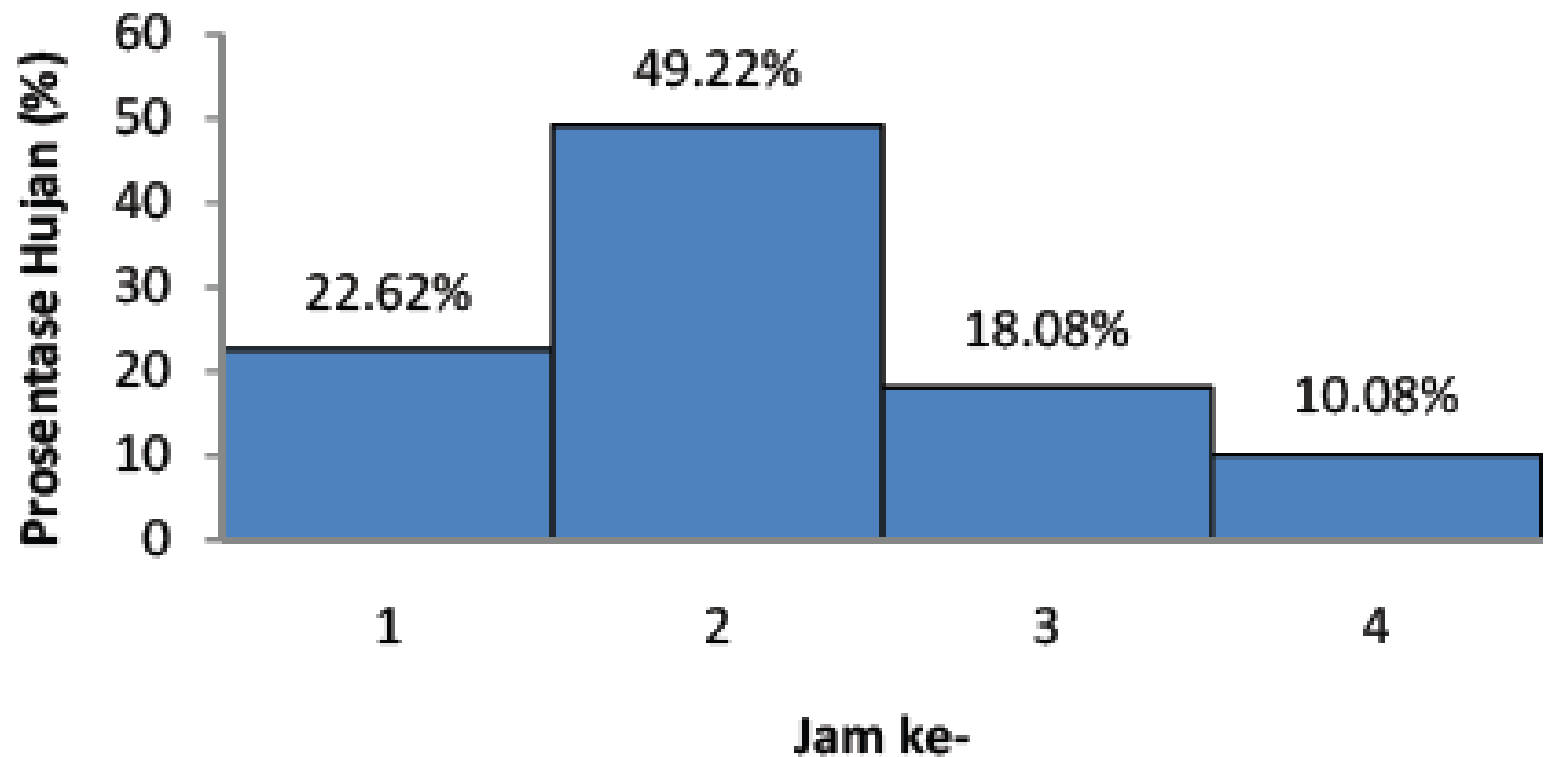
Pola Distribusi Hujan



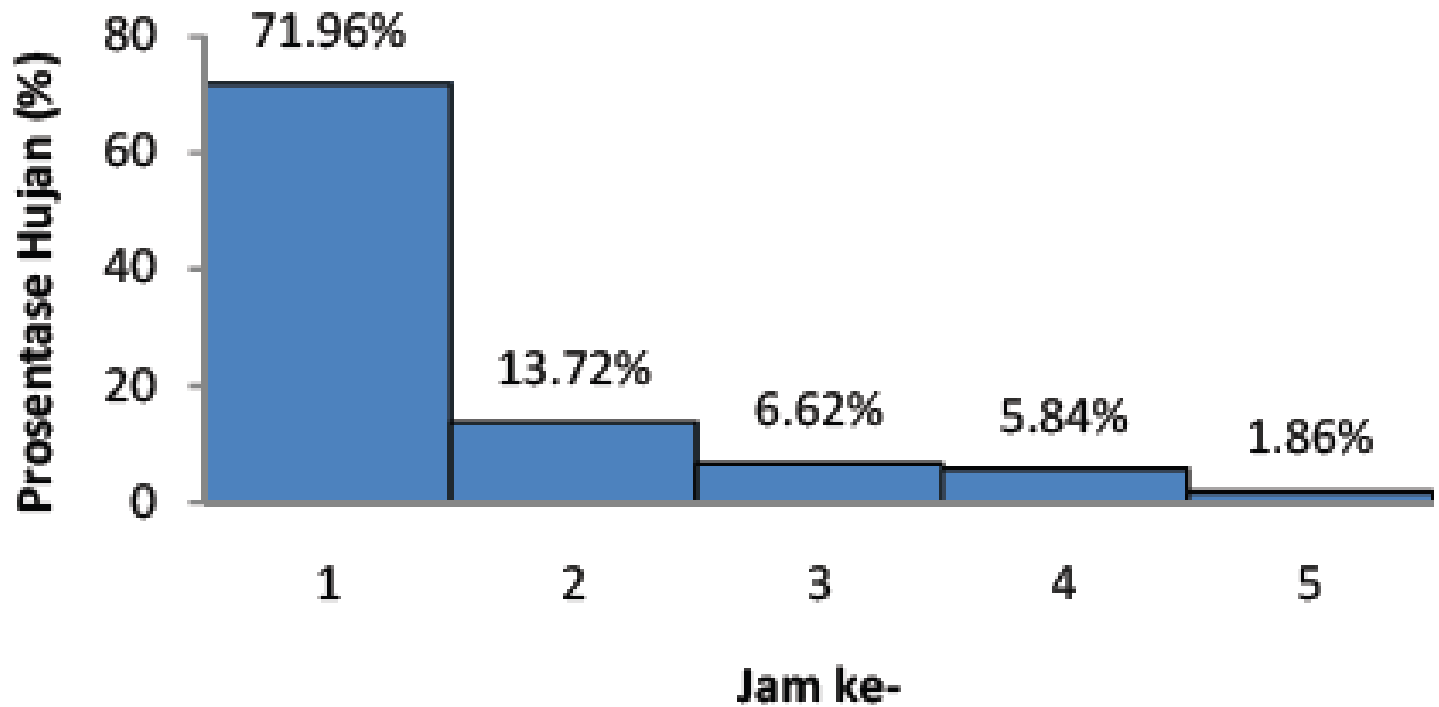
Pola Hujan 3 Jam (*observed*)



Pola Hujan 4 Jam (*observed*)



Pola Hujan 5 Jam (*observed*)



Skema penurunan hidrograf-satuan terukur

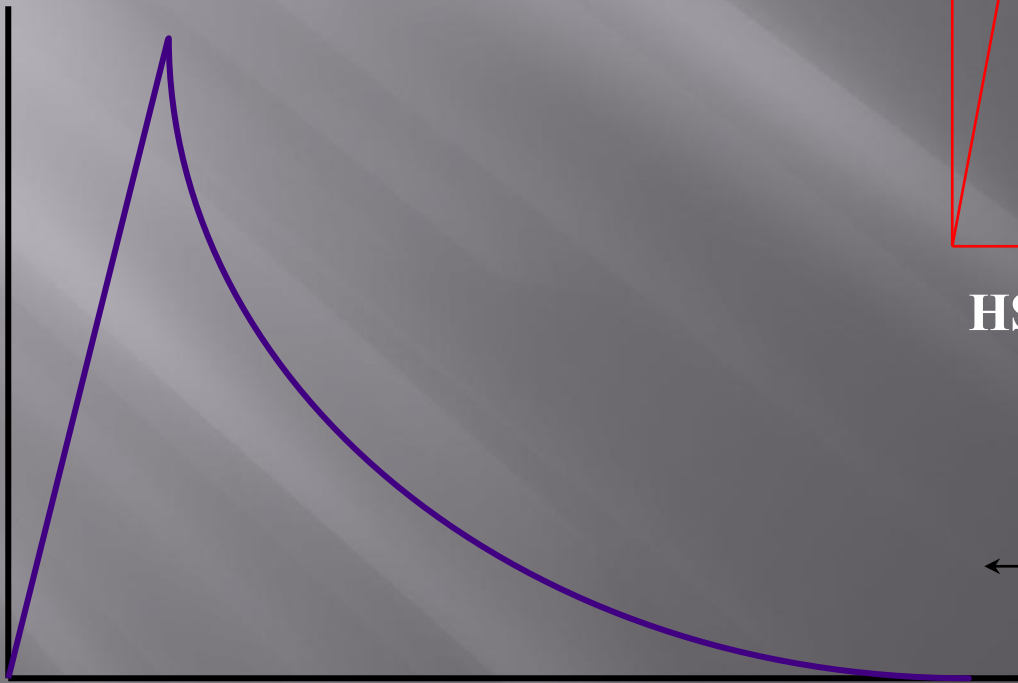


masukkan



HS hipotetik

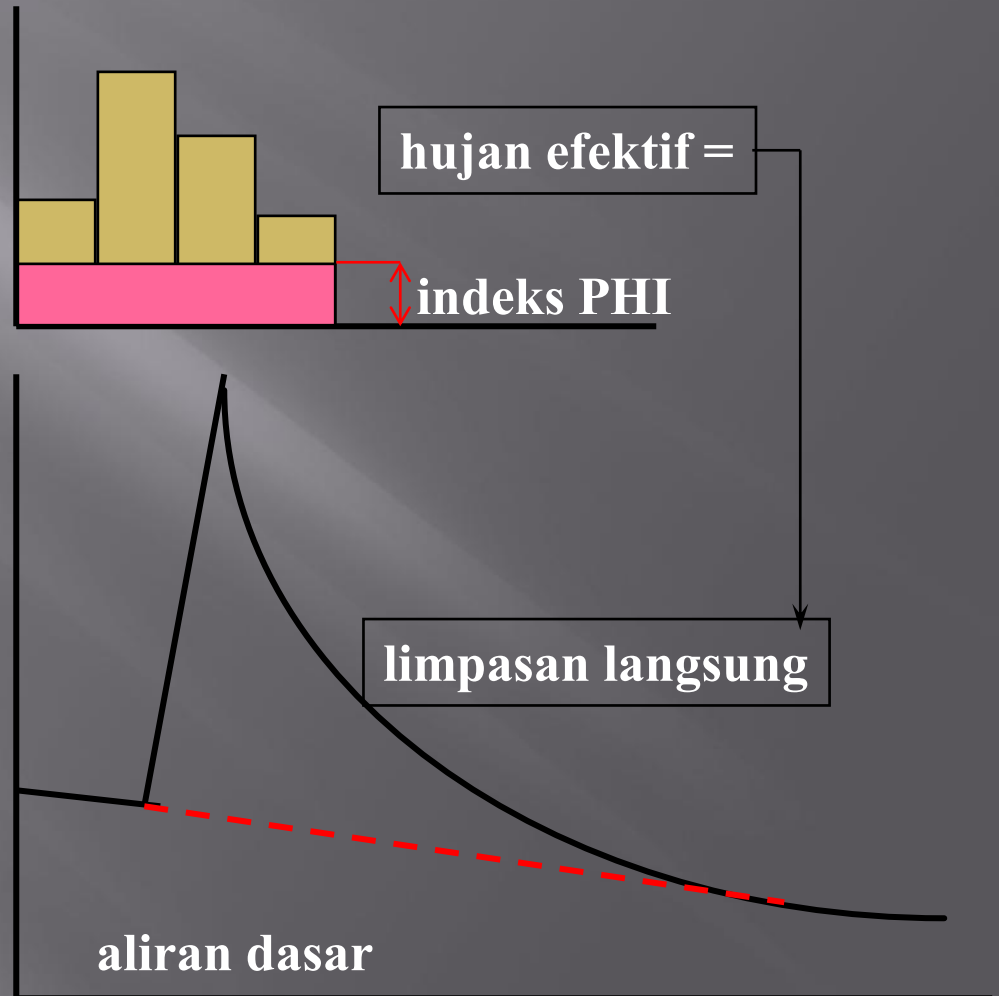
bandingkan



LENGKUNG INFILTRASI

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

INDEKS PHI (*PHI INDEX*)



$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi lim pasan} &= \frac{\text{Volume lim pasan}}{\text{Luas DPS}} = \frac{380,050 \text{ m}^3}{148,760,000 \text{ m}^2} \\
 &= 0.002555 \text{ m} = 2.555 \text{ mm} \quad (24)
 \end{aligned}$$

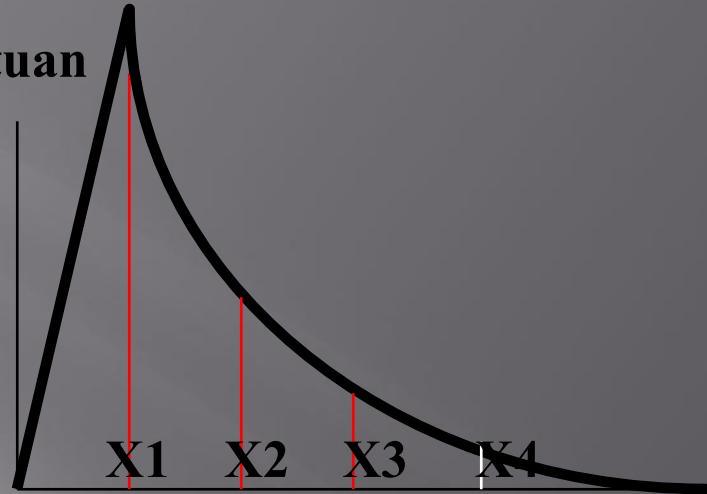
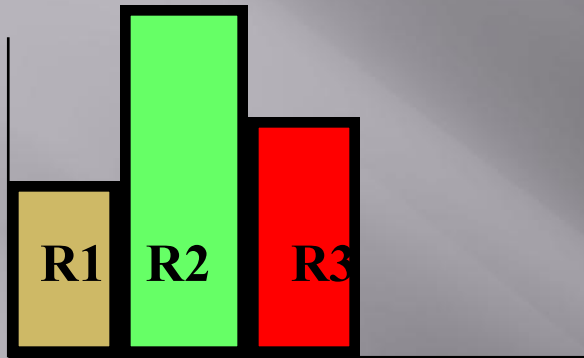
Besarnya infiltrasi dihitung menggunakan Φ indek. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$r_d = \sum_{m=1}^M (R_m - \phi \Delta t) \quad (25)$$

$$2.55 = (2.036 + 0.894 - \phi \times 2 \times 1)$$

$$\phi = 0.187 \text{ mm}$$

Transformasi dengan hidrograf-satuan



Akibat R1



R1X1

R1X2

R1X3

R1X4

Akibat R2



R2X1

R2X2

R2X3

R2X4

Akibat R3



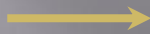
R3X1

R3X2

R3X3

R3X4

Hidrograf



A

B

C

D

E

F



PENGANTAR DRAINASE DAN SANITASI

Disampaikan Oleh :

Dr. Ir. Johannes Hendra Padangalam, Msi

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**

POKOK BAHASAN

Permasalahan dan penanganan air hujan serta permasalahan dan penanganan buangan air limbah rumah tangga dan memberikan pemahaman dalam dasar-dasar perancangan (*basic design*) sistem drainase dan sanitasi lingkungan (terkait urbanisasi dan imbang air) di suatu kawasan pemukiman/perkotaan; paradigma dan fungsi sistem drainase dan sanitasi; Klasifikasi dan dasar penetapan sistem sanitasi; Analisis buangan air limbah dan tata letak jaringan sanitasi; penetapan dimensi dan konstruksi jaringan sanitasi; klasifikasi sistem drainase; Perencanaan sistem drainase; analisis limpasan air hujan; penetapan dimensi dan konstruksi jaringan drainase;

Prasyarat MK yang harus di ambil Hidrologi

TUJUAN

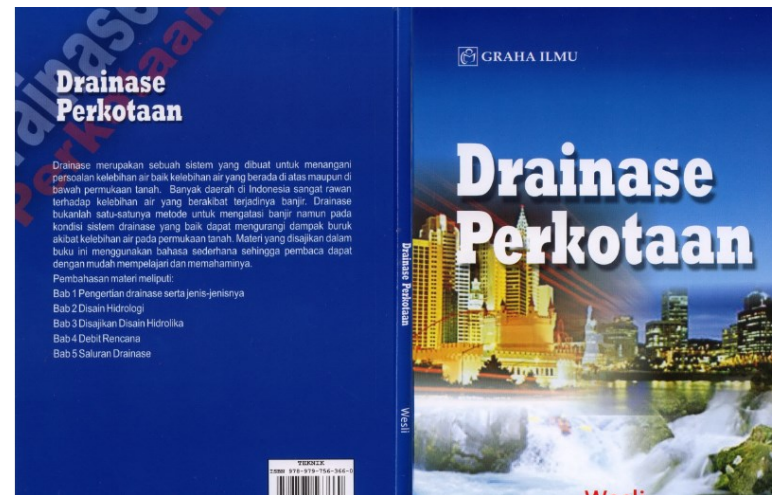
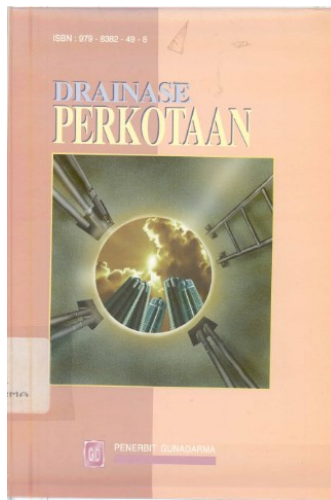
Mahasiswa diharapkan mampu memahami sistem Hidrologi pada suatu wilayah dan memahami tentang sistem drainase & sanitasi secara keseluruhan dari perancangan fungsi (*functional design*), perencanaan tata letak (*lay-out planning*), perancangan konstruksi (*construction design*) meliputi desain saluran seperti bentuk, bahan, dan dimensinya.

Capaian Pembelajaran

- a) Memiliki kemampuan merancang sistem dan infrastruktur bidang teknik sipil sesuai kebutuhan dengan mempertimbangkan berbagai kendala seperti kendala ekonomi, lingkungan, kesehatan dan keamanan.
- b) Memiliki kemampuan mengidentifikasi, memformulasi dan menyelesaikan permasalahan bidang teknik sipil dengan mempertimbangkan potensi pemanfaatan sumber daya lokal.
- c) Memiliki pengetahuan yang komprehensif tentang dampak dilaksanakannya pembangunan infrastruktur terhadap aspek sosial, ekonomi dan lingkungan,

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa/wi mampu merencanakan sistem drainase beserta bangunan pelengkap dalam sistem drainase dengan mempertimbangan prinsip-prinsip rekayasa berdasarkan standar teknis, aspek kinerja, keandalan kemudahan pelaksanaan serta memperhatikan faktor-faktor ekonomi, sosial dan lingkungan



MATERI YANG DIBAHAS

1. Pengertian drainase
2. Hidrologi dan siklus runoff
3. Keseimbangan neraca air
4. Curah hujan-runoff translasi
5. Analisis frekuensi
6. Debit Rancangan
7. Analisis tentang masalah parameter berpengaruh terhadap bangunan drainase
8. Kriteria desain, saluran dan bangunan untuk drainase perkotaan.

1. Pengertian Sanitasi
2. Ruang Lingkup Sanitasi
3. Regulasi / Tata Kelola Air Limbah
4. Faktor-faktor terkait (berpengaruh terhadap bangunan) sanitasi
5. Kriteria desain, saluran dan bangunan untuk Sanitasi
6. Tugas Mandiri
7. Tugas Kelompok
8. UTS
9. UAS

DISAMPAIKAN DALAM 14 KALI PERTEMUAN
DARING/LURING

MATERI -1

1. PENGERTIAN DRAINASE
2. SEJARAH DRAINASE

DRAINASE PERKOTAAN BERWASAN LINGKUNGAN



Prasarana Drainase di wilayah kota yang berfungsi mengelola/mengendalikan air permukaan (limpasan air hujan) sehingga tidak menimbulkan masalah genangan banjir dan kekeringan bagi masyarakat dan bermanfaat bagi kelestarian lingkungan hidup

FAKTA KEJADIAN BANJIR

Realisasi Proyek Penanganan Banjir Jakarta Rata-rata di Bawah 10 Persen

Reporter: [Tempo.co](#)

Editor: [Ahmad Faiz Ibnu Sani](#)

Jumat, 18 Maret 2022 22:52 WIB

0 KOMENTAR



Anak-anak bermain saat banjir merendam Komplek Sekertariat Negara kawasan Cempaka Putih, Jakarta, Selasa, 18 Januari 2022. TEMPO/Tony

Luapan Kali Angke, 2 RT di Joglo Jakbar Banjir 50 Cm

Karin Nur Secha - [detikNews](#)

Kamis, 17 Mar 2022 16:58 WIB

13 komentar

BAGIKAN



Ilustrasi Jalan tertutup akibat banjir (Andhika/detik.com)

TUJUAN PEMBANGUNAN DRAINASE

PARADIGMA LAMA

Konsep drainase yang dulu digunakan sampai sekarang adalah drainase/pematusan yaitu mematuskan air kelebihan terutama air hujan ke badan air terdekat. Air kelebihan secepatnya dialirkan ke saluran drainase kemudian ke sungai dan akhirnya ke laut.

Upaya yang dilakukan adalah membuat jaringan saluran dan bangunan pelengkap untuk membuang sesegera mungkin air genangan ke saluran.

Masalah banjir, genangan dan kekeringan masih dipandang sebagai masalah lokal dan sektoral yang dapat diselesaikan secara lokal dan sektoral tanpa memperhatikan kondisi sumber daya air dan lingkungan di hulu, tengah dan hilir secara komprehensif

PARADIGMA BARU

Antisipasi perubahan iklim dan perubahan tata guna lahan serta pengembangan perkotaan

Dengan perkembangan berfikir komprehensif serta didorong oleh semangat antisipatif perubahan iklim yang dewasa ini terjadi dan perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali, maka diperlukan **perubahan konsep drainase menuju ke drainase yang berwawasan lingkungan atau eko-drainase (ecodrain)**



PENGERTIAN DRAINASE



- Drainase berasal dari kata “drainage” atau “to drain” yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air.
- Digunakan untuk menyatakan sistem-sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air.

PENGERTIAN DRAINASE

- Drainase adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu.
- Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi Lingkungan Fisik dan Lingkungan Sosial Budaya yang ada di kawasan kota tersebut.
- Kriteria desain drainase perkotaan bersifat khusus terkait dengan tata guna lahan, master plan drainase kota, sosial budaya (kesadaran masyarakat dalam pemeliharaan fungsi drainase), dll.

SEJARAH DRAINASE

- Ilmu drainase bermula dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan hidup berupa :
 - Air rumah tangga
 - Pertanian
 - Peternakan
 - Perikanan
 - Transportasi
 - Kebutuhan sosial budaya.

SEJARAH DRAINASE

- Pada masa tertentu, sebagai akibat dari siklus air akan terjadi kelebihan air.
- Selain itu, kegiatan manusia yang bervariasi menghasilkan limbah kegiatan yang dapat mengganggu kualitas hidup.
- Sehingga dilakukan usaha mengatur lingkungan dengan cara melindungi daerah pemukiman dari gangguan air berlebih dan air kotor

SEJARAH DRAINASE

Ilmu drainase dipelajari oleh banyak bangsa. Bangsa Babilon mengusahakan lembah Sungai Eufrat dan Tigris sebagai lahan pertanian.



SEJARAH DRAINASE



- Orang Mesir memanfaatkan air Sungai Nil dengan menetap di sepanjang lembah yang sekaligus rentan terhadap gangguan banjir
- Penduduk di daerah tropis seperti Indonesia awalnya selalu tumbuh dari daerah yang berdekatan dengan sungai, dimana akan selalu berinteraksi dengan masalah gangguan air saat musim hujan periodik.

SEJARAH DRAINASE

- Seiring dengan perkembangan sosial budaya suatu masyarakat, ilmu drainase juga ikut berkembang sesuai dengan perubahan tata nilai yang berlangsung di lingkungannya.
- Ilmu drainase dipengaruhi oleh perkembangan ilmu hidrolika, hidrologi, mekanika tanah, ukur tanah, matematika, pengkajian ilmu drainase masih menggunakan konsep statistika.
- Ilmu drainase menuntut pendekatan masalah secara terpadu maka ilmu drainase semakin tumbuh menjadi ilmu yang mempunyai dinamika yang cukup tinggi.

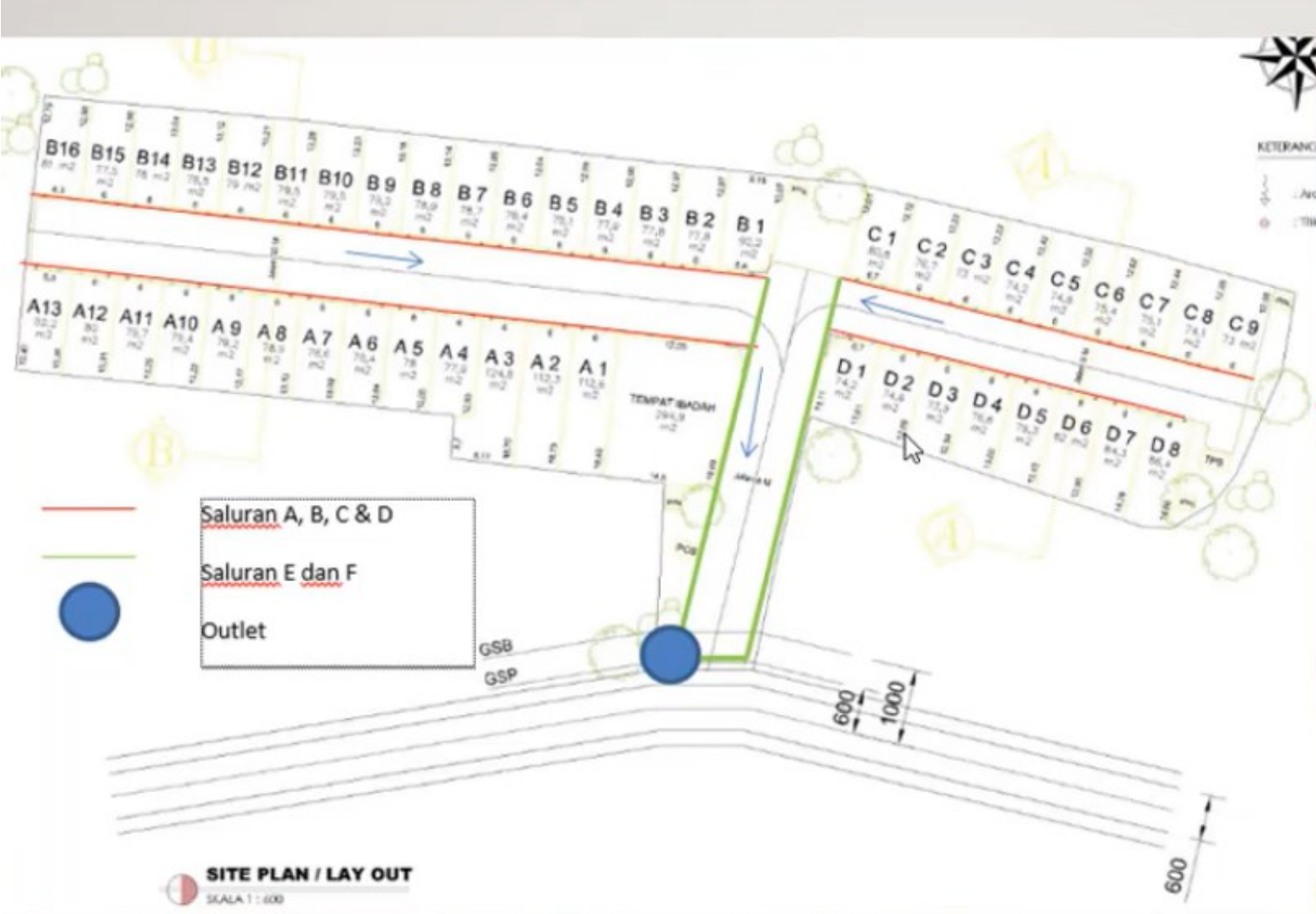
TERIMA KASIH



PERENCANAAN SALURAN DRAINASE

M. Komarudin

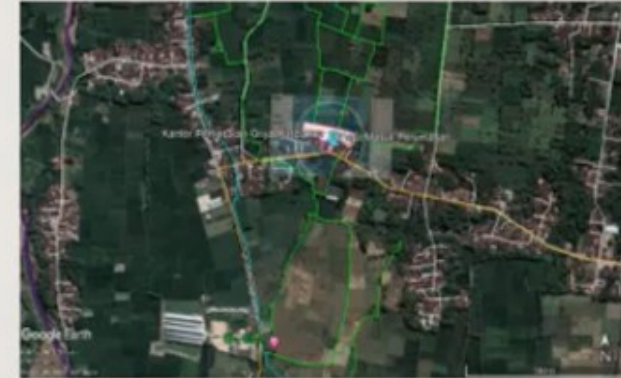
PETA SITUASI PERUMAHAN



Site Plan Perumahan diperlukan untuk mengatur tata letak saluran, panjang saluran serta arah aliran menuju outlet saluran drainase

HASIL ANALISIS HIDROLOGI

Salahsatu dari analisis hidrologi adalah diperolehnya nilai curah hujan rencana dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun s/d 100 tahun



Tr (tahun)	Pr (%)	K	K . Sy	Log Rt	Rt (mm)
2	50	0.016	0.00	1.98	94.46
5	20	0.846	0.12	2.09	122.69
10	10	1.270	0.17	2.15	140.22
25	4	1.715	0.23	2.21	161.32
50	2	1.998	0.27	2.25	176.36
100	1	2.252	0.31	2.28	191.04



Dipilih kala ulang 10 tahun, untuk menghitung debit banjir rencana

PERENCANAAN DEBIT SALURAN

$$Q_{\text{banjir rencana}} = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Q = debit banjir maksimum (m³/dt)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas curah hujan rata-rata (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

C = 0,7
Untuk
perumahan
sudah termasuk
jalan

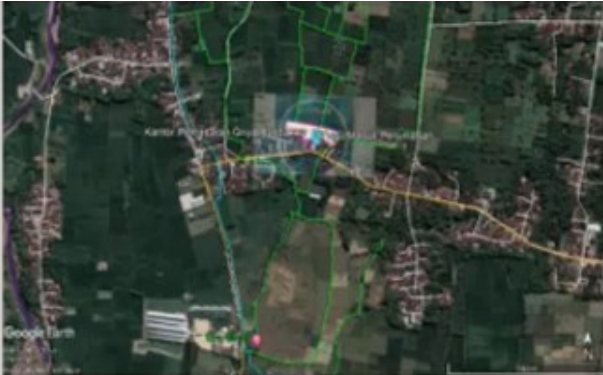
Panjang satu blok x lebar
rumah & ½ jalan
100 x 17 = 1.700 m²

L = 200 m (panjang saluran)
S = 0,02 (kemiringan tanah)
 $t = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$
= 23 menit = 0,4 jam
 $I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{\tau} \right)^{2/3}$
= 92 mm/jam

$$Q_{\text{banjir rencana}} = 0,2778 \cdot 0,7 \cdot 92 \cdot 1700 \cdot 10^{-6}$$
$$= 0,03 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{buang}} = Q_{\text{banjir rencana}} + Q_{\text{rumah}}$$
$$= 0,03 + (16 \text{ rumah} \times 5 \text{ orang} \times 0,2 / (24 \times 60 \times 60))$$
$$= 0,03 + 0,0002 = 0,0302 \text{ m}^3/\text{det}$$

PERENCANAAN DIMENSI SALURAN



$Q_{\text{buang}} : 0,0302 \text{ m}^3/\text{det}$

Direncanakan :

$B = 0,3 \text{ m,}$

$H = 0,3 \text{ m}$

$A = BH = 0,3 \cdot 0,3$

$= 0,09 \text{ m}^2$

$P = 2H + B = 2 \cdot 0,3 + 0,3$

$= 0,9 \text{ m}$

$R = A/P = 0,09 / 0,9$

$= 0,1 \text{ m}$

$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} = 1/0,02 \cdot 0,1^{2/3} \cdot 0,005^{1/2}$

$= 0,76 \text{ m/det}$

$Q_{\text{saluran}} = A \cdot V = 0,09 \cdot 0,76$

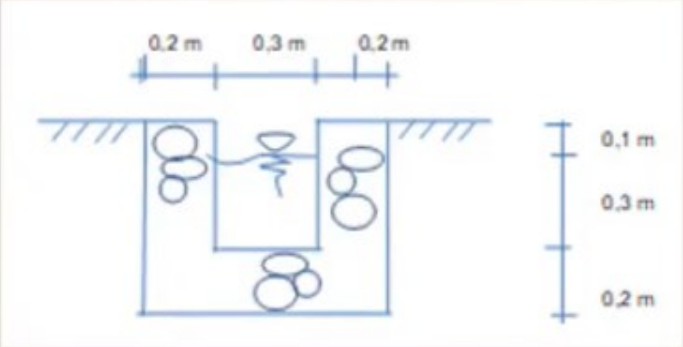
$= 0,07 \text{ m}^3/\text{det}$

No	Saluran	B	H	A	P	R	S	V	Q Saluran	Q buang	Ket
		(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)		(m/det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	
1	A	0.30	0.30	0.09	0.90	0.10	0.005	0.76	0.07	0.03	Aman
2	B	0.30	0.30	0.09	0.90	0.10	0.005	0.76	0.07	0.03	Aman
3	C	0.30	0.30	0.09	0.90	0.10	0.005	0.76	0.07	0.02	Aman
4	D	0.30	0.30	0.09	0.90	0.10	0.005	0.76	0.07	0.02	Aman
3	E	0.40	0.40	0.16	1.20	0.13	0.010	1.30	0.21	0.06	Aman
4	F	0.40	0.40	0.16	1.20	0.13	0.010	1.30	0.21	0.04	Aman

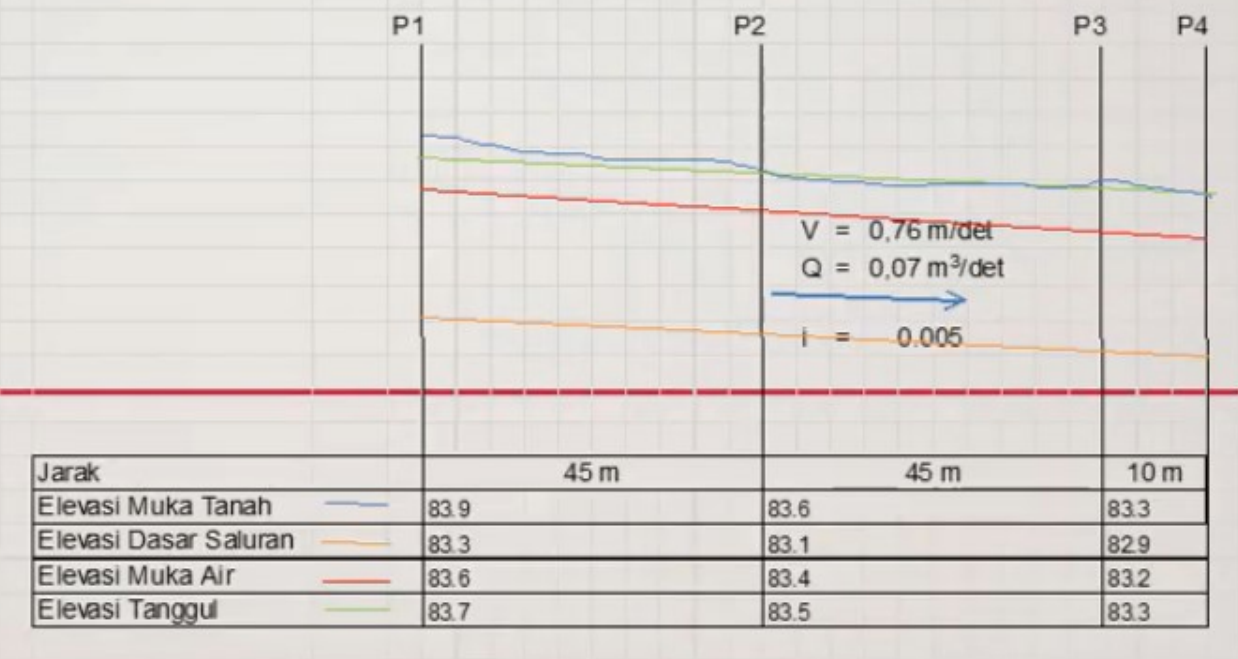
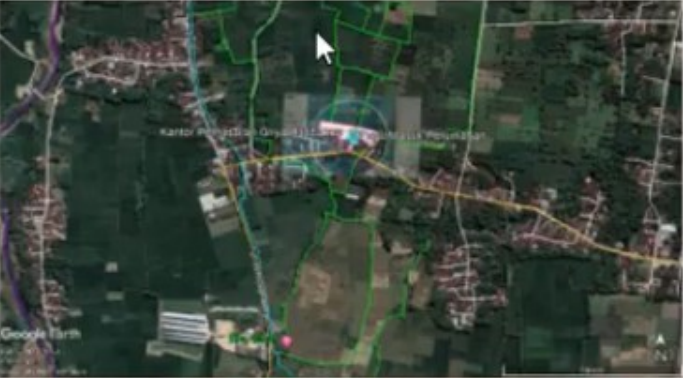
$Q_{\text{buang}} < Q_{\text{saluran}}$

Aman

PENGGAMBARAN RENCANA SALURAN



CROSS SECTION



LONG SECTION



MATERI KULIAH - 1

DRAINASE DAN SANITASI LINGKUNGAN

Disampaikan Oleh :

Dr. Ir. Johannes Hendra Padangalam, Msi

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**





CAPAIAN PERKULIAHAN

Mahasiswa/wi mampu merencanakan sistem drainase beserta bangunan pelengkap dalam sistem drainase dengan mempertimbangan prinsip-prinsip rekayasa berdasarkan standar teknis, aspek kinerja, keandalan kemudahan pelaksanaan serta memperhatikan faktor-faktor ekonomi, sosial dan lingkungan





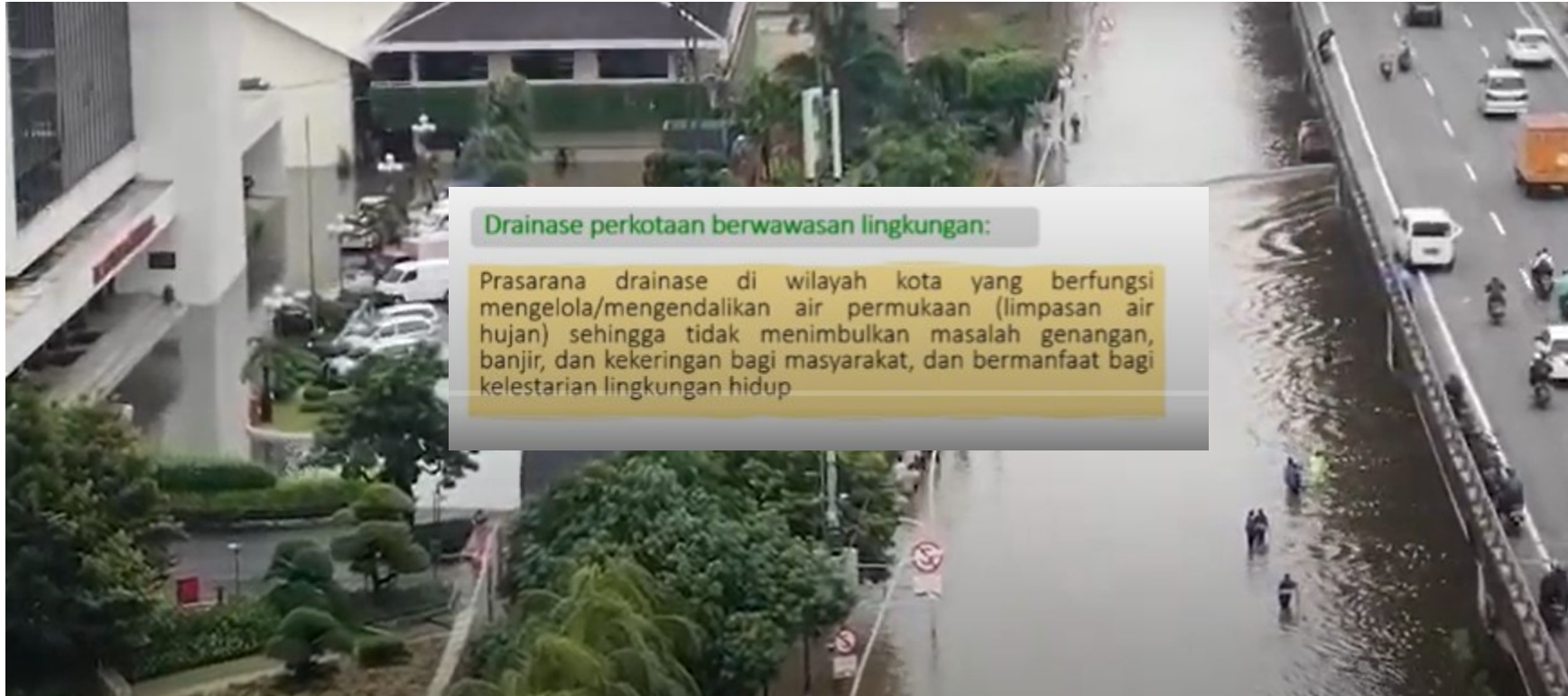
MATERI -1

1. PENGERTIAN DRAINASE
2. SEJARAH DRAINASE





DRAINASE PERKOTAAN BERWASAN LINGKUNGAN



Prasarana Drainase di wilayah kota yang berfungsi mengelola/mengendalikan air permukaan (limpasan air hujan) sehingga tidak menimbulkan masalah genangan banjir dan kekeringan bagi masyarakat dan bermanfaat bagi kelestarian lingkungan hidup





FAKTA KEJADIAN BANJIR

Realisasi Proyek Penanganan Banjir Jakarta Rata-rata di Bawah 10 Persen

Reporter: [Tempo.co](#)

Editor: [Ahmad Faiz Ibnu Sani](#)

Jumat, 18 Maret 2022 22:52 WIB

0 KOMENTAR



Anak-anak bermain saat banjir merendam Komplek Sekertariat Negara kawasan Cempaka Putih, Jakarta, Selasa, 18 Januari 2022. TEMPO/Tony Hutomo

Luapan Kali Angke, 2 RT di Joglo Jakbar Banjir 50 Cm

Karin Nur Secha - [detikNews](#)

Kamis, 17 Mar 2022 16:58 WIB

13 komentar

BAGIKAN



Ilustrasi Jalan tertutup akibat banjir (Andhika/detikcom)





TUJUAN PEMBANGUNAN DRAINASE

PARADIGMA LAMA

Konsep drainase yang dulu digunakan sampai sekarang adalah drainase/pematusan yaitu mematuskan air kelebihan terutama air hujan ke badan air terdekat. Air kelebihan secepatnya dialirkan ke saluran drainase kemudian ke sungai dan akhirnya ke laut.

Upaya yang dilakukan adalah membuat jaringan saluran dan bangunan pelengkap untuk membuang sesegera mungkin air genangan ke saluran.

Masalah banjir, genangan dan kekeringan masih dipandang sebagai masalah lokal dan sektoral yang dapat diselesaikan secara lokal dan sektoral tanpa memperhatikan kondisi sumber daya air dan lingkungan di hulu, tengah dan hilir secara komprehensif

PARADIGMA BARU

Antisipasi perubahan iklim dan perubahan tata guna lahan serta pengembangan perkotaan

Dengan perkembangan berfikir komprehensif serta didorong oleh semangat antisipatif perubahan iklim yang dewasa ini terjadi dan perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali, maka diperlukan **perubahan konsep drainase menuju ke drainase yang berwawasan lingkungan atau eko-drainase (ecodrain)**





PENGERTIAN DRAINASE



- Drainase berasal dari kata “drainage” atau “to drain” yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air.
- Digunakan untuk menyatakan sistem-sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air.





PENGERTIAN DRAINASE

- Drainase adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu.
- Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi Lingkungan Fisik dan Lingkungan Sosial Budaya yang ada di kawasan kota tersebut.
- Kriteria desain drainase perkotaan bersifat khusus terkait dengan tata guna lahan, master plan drainase kota, sosial budaya (kesadaran masyarakat dalam pemeliharaan fungsi drainase), dll.





SEJARAH DRAINASE

- Ilmu drainase bermula dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan hidup berupa :
 - Air rumah tangga
 - Pertanian
 - Peternakan
 - Perikanan
 - Transportasi
 - Kebutuhan sosial budaya.





SEJARAH DRAINASE

- Pada masa tertentu, sebagai akibat dari siklus air akan terjadi kelebihan air.
- Selain itu, kegiatan manusia yang bervariasi menghasilkan limbah kegiatan yang dapat mengganggu kualitas hidup.
- Sehingga dilakukan usaha mengatur lingkungan dengan cara melindungi daerah pemukiman dari gangguan air berlebih dan air kotor





SEJARAH DRAINASE

Ilmu drainase dipelajari oleh banyak bangsa. Bangsa Babilon mengusahakan lembah Sungai Eufrat dan Tigris sebagai lahan pertanian.





SEJARAH DRAINASE



- Orang Mesir memanfaatkan air Sungai Nil dengan menetap di sepanjang lembah yang sekaligus rentan terhadap gangguan banjir
- Penduduk di daerah tropis seperti Indonesia awalnya selalu tumbuh dari daerah yang berdekatan dengan sungai, dimana akan selalu berinteraksi dengan masalah gangguan air saat musim hujan periodik.





SEJARAH DRAINASE

- Seiring dengan perkembangan sosial budaya suatu masyarakat, ilmu drainase juga ikut berkembang sesuai dengan perubahan tata nilai yang berlangsung di lingkungannya.
- Ilmu drainase dipengaruhi oleh perkembangan ilmu hidrolika, hidrologi, mekanika tanah, ukur tanah, matematika, pengkajian ilmu drainase masih menggunakan konsep statistika.
- Ilmu drainase menuntut pendekatan masalah secara terpadu maka ilmu drainase semakin tumbuh menjadi ilmu yang mempunyai dinamika yang cukup tinggi.





TERIMA KASIH





DRAINASE DAN SANITASI LINGKUNGAN

Disampaikan Oleh :

Dr. Ir. Johannes Hendra Padangalam, Msi

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

JURUSAN TEKNIK SIPIL

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL





MATERI

Jenis Drainase

Pola Jaringan Drainase





JENIS DRAINASE

Menurut Sejarah Terbentuknya

Menurut Letak Bangunan

Menurut Fungsi

Menurut Konstruksi





DEFINISI DRAINASE

- Prasarana Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat oleh manusia, yang berfungsi menyalurkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima.
- Sarana Drainase adalah Bangunan Pelengkap yang merupakan bangunan yang ikut mengatur dan mengendalikan sistem aliran air hujan agar aman dan mudah melewati jalan, belokan daerah curam, bangunan tersebut seperti gorong-gorong, pertemuan saluran, bangunan terjunan, jembatan, tali-tali air, pompa, pintu air.





PERATURAN TERKAIT DRAINASE

- Undang – Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber daya Air;
- Undang-Undang No. 38/2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Propinsi dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Permen PU No. 11/PRT/M/2014 tentang Pengelolaan air hujan pada bangunan gedung dan persilnya
- Permen PU No. 12 /PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan





SNI TERKAIT DRAINASE

- SNI 03-6966-2003 Saluran Air Hujan pracetak berlubang
- SNI 06-2459-2002 Spesifikasi sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan
- SNI 03-2453-2002 Tata cara perencanaan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan
- SK SNI 02-2406-1991 Tentang Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan





PEDOMAN TERKAIT PERENCANAAN DAN PENGELOLAAN DRAINASE DI INDONESIA

Buku Jilid IA
Tata Cara Penyusunan
Rencana Induk
Sistem Drainase Perkotaan

 **KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM**
DIREKTORAT JENDERAL CIPTA KARYA
DIREKTORAT PENGEMBANGAN PENYEHATAN LINGKUNGAN PERMUKIMAN

LAMPIRAN PANDUAN
PENGELOLAAN DRAINASE SECARA TERPADU
BERWAWASAN LINGKUNGAN (*ECODRAIN*)

 **KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM**
DIREKTORAT JENDERAL CIPTA KARYA
DIREKTORAT PENGEMBANGAN PENYEHATAN LINGKUNGAN PERMUKIMAN

http://ciptakarya.pu.go.id/plp/index.php/v2/kategori_pedoman/11

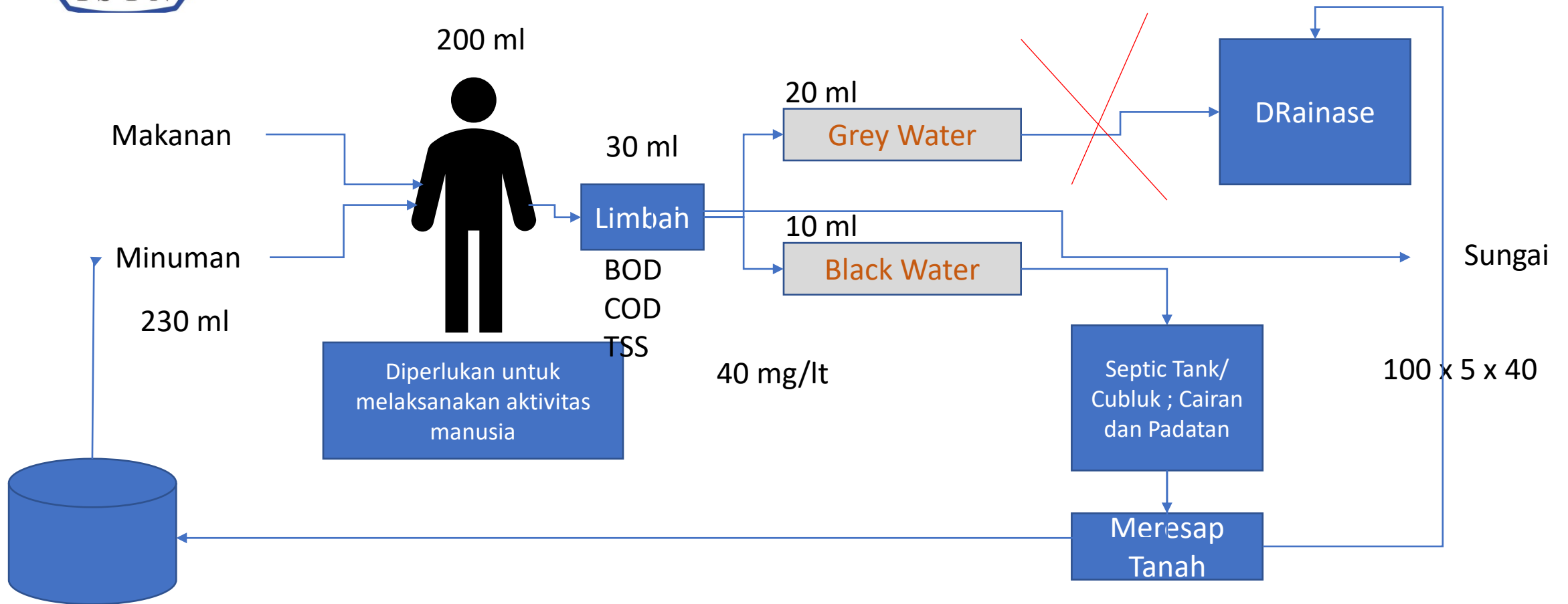


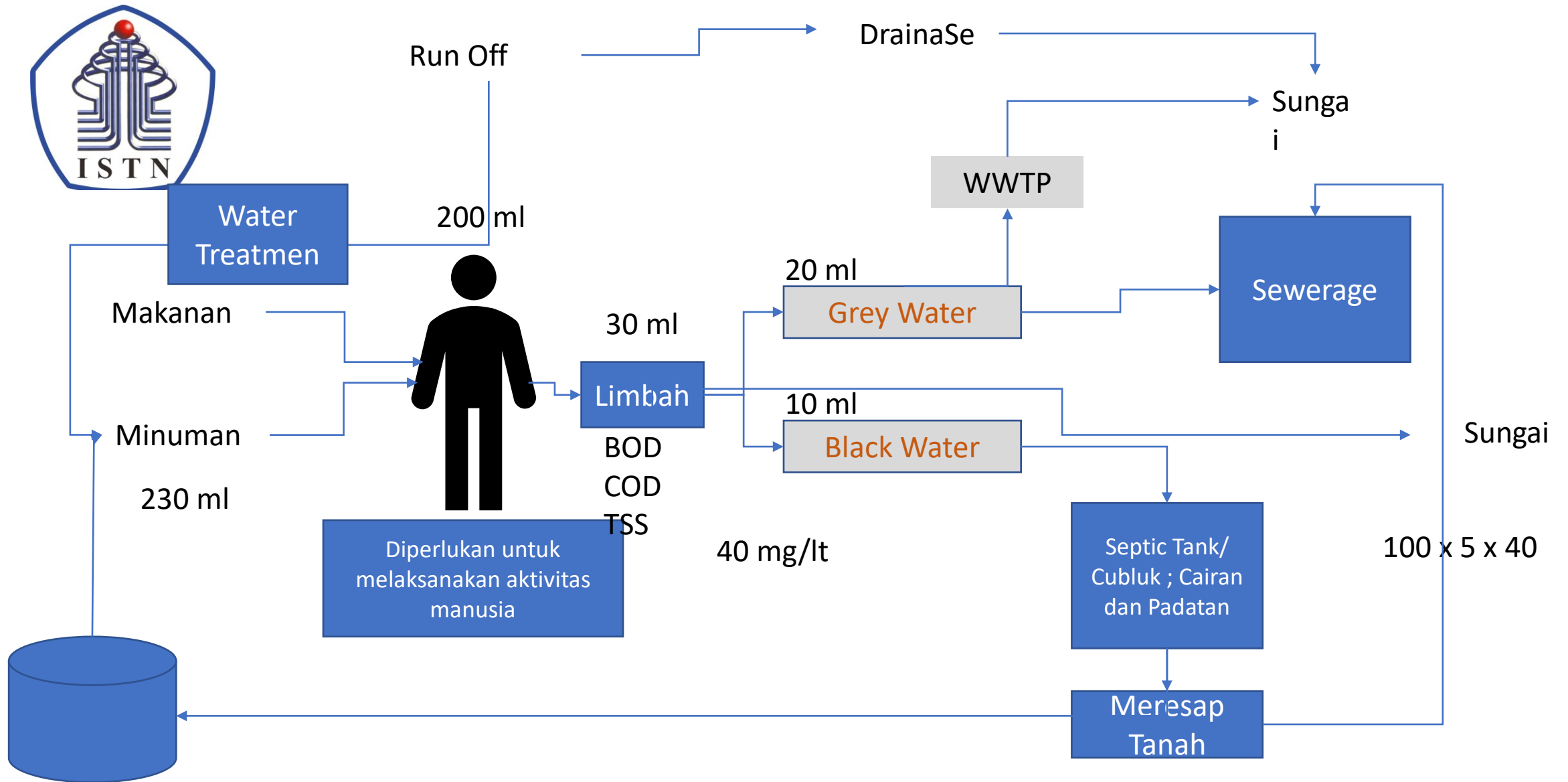


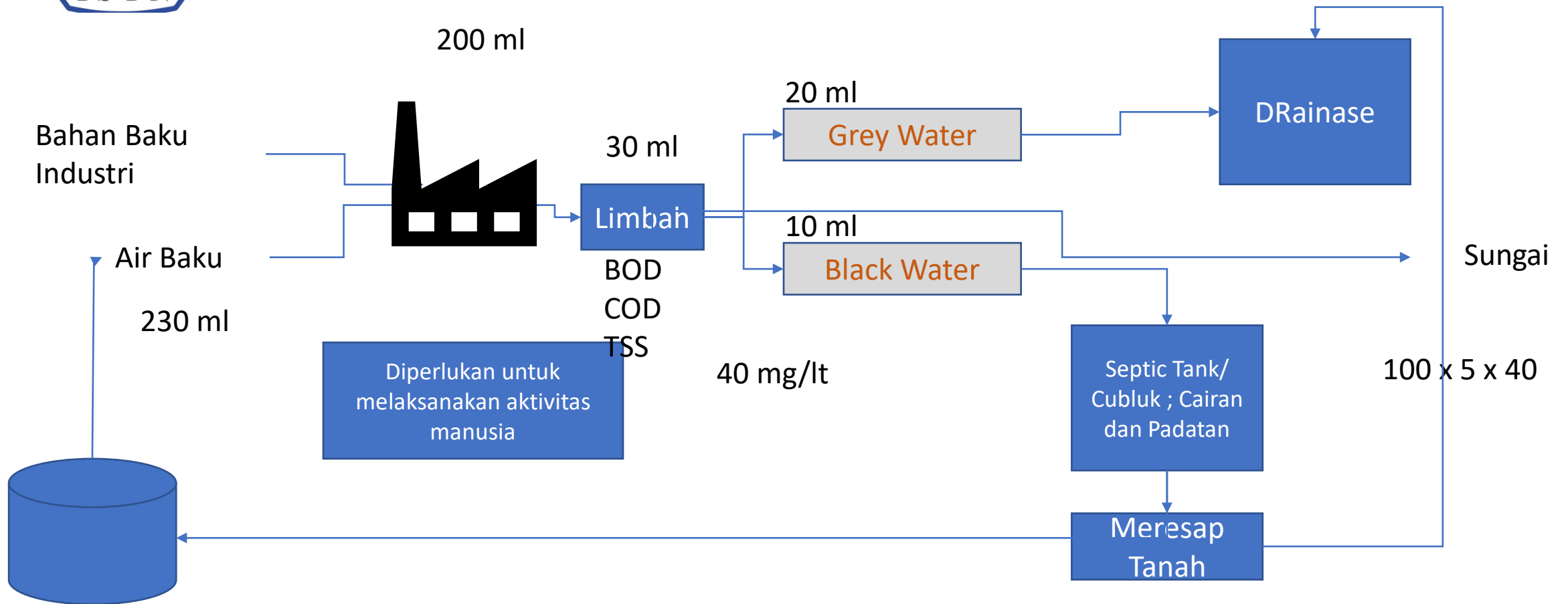
PERATURAN TERKAIT SEWERAGE

- Pengaturan air limbah domestik, terutama mengacu pada:
 1. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air;
 2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaaan Lingkungan Hidup
 3. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik;
 4. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik











**REKAPITULASI JUMLAH STANDAR BIDANG KONSTRUKSI DAN BANGUNAN
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT (FEBRUARI 2017)**

No.	BIDANG	RSNI	S N I				Pedoman Teknis	TOTAL SNI+RSNI+Pd
			Metode	Tata Cara	Spek.	Jumlah		
A.	UMUM							
1	Tanah	1	71	15	4	90	15	106
2	Batuan	1	8	4	0	12	7	20
3	Sedimen	0	5	1	0	6	0	6
4	Beton	2	48	14	20	82	18	102
5	Agregat	0	22	2	9	33	0	33
6	Semen	0	7	0	0	7	0	7
7	Aspal	0	38	8	12	58	0	58
8	Kayu	0	22	4	5	31	4	35
9	Air	15	52	1	0	53	8	76
10	Baja/Bahan Lain	2	14	7	27	48	1	51
Sub Total		21	287	56	77	420	53	494
B.	SUMBER DAYA AIR							
1	Bendungan	3	3	8	6	17	5	25
2	Bendung	1	0	5	0	5	32	38
3	Sungai	0	16	5	0	21	13	34
4	Irigasi	1	2	4	1	7	11	19
5	Air Tanah	0	12	13	0	25	0	25
6	Standar Perencanaan Irigasi	0	0	0	0	0	0	0
7	Pantai	0	3	4	0	7	6	13
Sub Total		5	36	39	7	82	67	154
C.	PRASARANA TRANSPORTASI							
1	Perkerasan Jalan	12	11	11	8	30	28	70
2	Jembatan	3	4	6	8	18	49	70
3	Jalan Tol	0	0	0	0	0	2	2
4	Lalu Lintas	1	4	0	5	9	14	24
5	Peralatan	0	0	0	0	0	0	0
6	Pemeliharaan Jalan & Jembatan	0	0	0	0	0	5	5
7	Lingkungan Jalan	0	6	1	9	16	5	21
Sub Total		16	25	18	30	73	103	192
D.	PERMUKIMAN TATA RUANG, KAWASAN							
1	Tata Ruang, Kawasan	0	0	0	0	0	6	6
2	Rumah dan Gedung	3	1	45	11	57	30	90
3	Struktur & Konst. Bangunan	7	9	6	6	21	3	31
4	Keselamatan Bangunan	7	6	15	16	37	12	56
5	Perumahan	0	0	5	2	7	0	7
6	Air Bersih/Air Minum	4	26	14	21	61	28	93
7	Persampahan	0	1	3	3	7	11	18
8	Sanitasi	0	1	5	3	9	0	9
9	Dan Lain-lain	1	0	0	0	0	4	5
Sub Total		22	44	93	62	199	94	315
Total A+B+C+D		64	392	206	176	774	317	1155





No.	Judul Standar	Nomor Standar	Ruang Lingkup	Jumlah Hal	No. ICS	Padanan	Pemrakarsa	Konseptor
27. Sanitasi								
Metoda uji								
27.1	Metode pengujian kinerja instalasi pengolahan lumpur aktif	SNI 19-6447-2000	Metode ini digunakan untuk memisahkan benda tersuspensi dan benda terlarut yang sukar mengendap menjadi hasil olahan lumpur yang mudah mengendap, dengan pencampuran air buangan dan lumpur aktif yang merupakan agregat mikro organik aerobik melalui absorpsi biokimia, oksidasi atau asimilasi.	13	13.030.20	JIS B 7512 Steel Tape measures	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	
Spesifikasi								
27.2	Spesifikasi pipa beton untuk saluran air limbah, saluran air hujan dan gorong-gorong	SNI 03-6368-2000	Spesifikasi ini meliputi pipa beton yang tidak bertulang untuk mengalirkan air limbah rumah tangga, limbah industri, air hujan dan untuk gorong-gorong	11	91.100.30	ASTM C 33, ASTM C 150, ASTM C 309, ASTM C 443, ASTM C 497, ASTM C 618,	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	
27.3	Spesifikasi dan tata cara pemasangan perangkat bau	SNI 03-6379-2000	Spesifikasi ini mengatur mengenai bahan dan pemasangan dari unit perangkat, percepat dan pemisah.	10	91.140.80	IPC, Chapter 10, "Trap", ASSE 1018, ASSE 1014, PDI - 81	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	
27.4	Spesifikasi saluran air hujan pracetak berlubang untuk lingkungan permukiman	SNI 03-6966-2003	Spesifikasi ini memuat mengenai bentuk dan ukuran, bahan serta konstruksi saluran air hujan pracetak berlubang untuk lingkungan permukiman	11	91.060.40	-	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	
Tata cara								
27.5	Tata cara perencanaan tangki septik dengan sistem resapan	SNI 03-2398-2002	Tata cara ini memuat istilah dan definisi, persyaratan tangki septik dan sistem resapan yang berlaku bagi pembuangan air limbah rumah tangga untuk daerah air tanah rendah dan jumlah pemakai maksimal 10 Kepala keluarga (1 Kepala Keluarga sama dengan 5 jiwa)	16	91.140.70	-	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	(1) Ir. Ida Medawati, MT (2) Dra. Aryenti (3) Dr. Ir. Setyo Moersidik
27.6	Tata cara perencanaan bangunan mck umum	SNI 03-2399-2002	Tata cara ini meliputi istilah dan definisi, persyaratan yang berlaku untuk sarana ruangan MCK yang terletak di lokasi permukiman padat, dengan beban pemakai maksimum 200 orang. MCK umum dapat	14	91.140.70	-	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	
			merupakan satu kesatuan bangunan atau terpisah-pisah untuk mandi, cuci dan kakus.					
27.7	Tata cara pengambilan contoh limbah tanpa pemadatan dari truk	SNI 19-6409-2000	Tata cara ini mencakup beberapa metode untuk pengambilan contoh limbah dari truk, khusus untuk pengambilan contoh limbah tanpa pemadatan dari tumpukan limbah menggunakan beberapa macam peralatan pengambilan contoh	11	13.030.10	ASTM D 5283	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	
27.8	Tata cara penimbunan tanah untuk bidang resapan pada pengolahan air limbah rt.	SNI 19-6410-2000	Tata cara ini mencakup bidang perencanaan dan pelaksanaan sistem penimbunan tanah untuk bidang resapan pada pengolahan air limbah rumah tangga	21	93.030	IPSDC 1995 chapter 9	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	
27.9	Tata cara evaluasi lapangan untuk sistem peresapan pembuangan air limbah rt.	SNI 19-6466-2000	Tata Cara ini mengatur tentang cara evaluasi lapangan untuk sistem peresapan pembuangan limbah air rumah tangga .	17	13.060.30	IPSDC 1995 chapter 9	Puslitbang Perumahan dan Permukiman	



MATERI

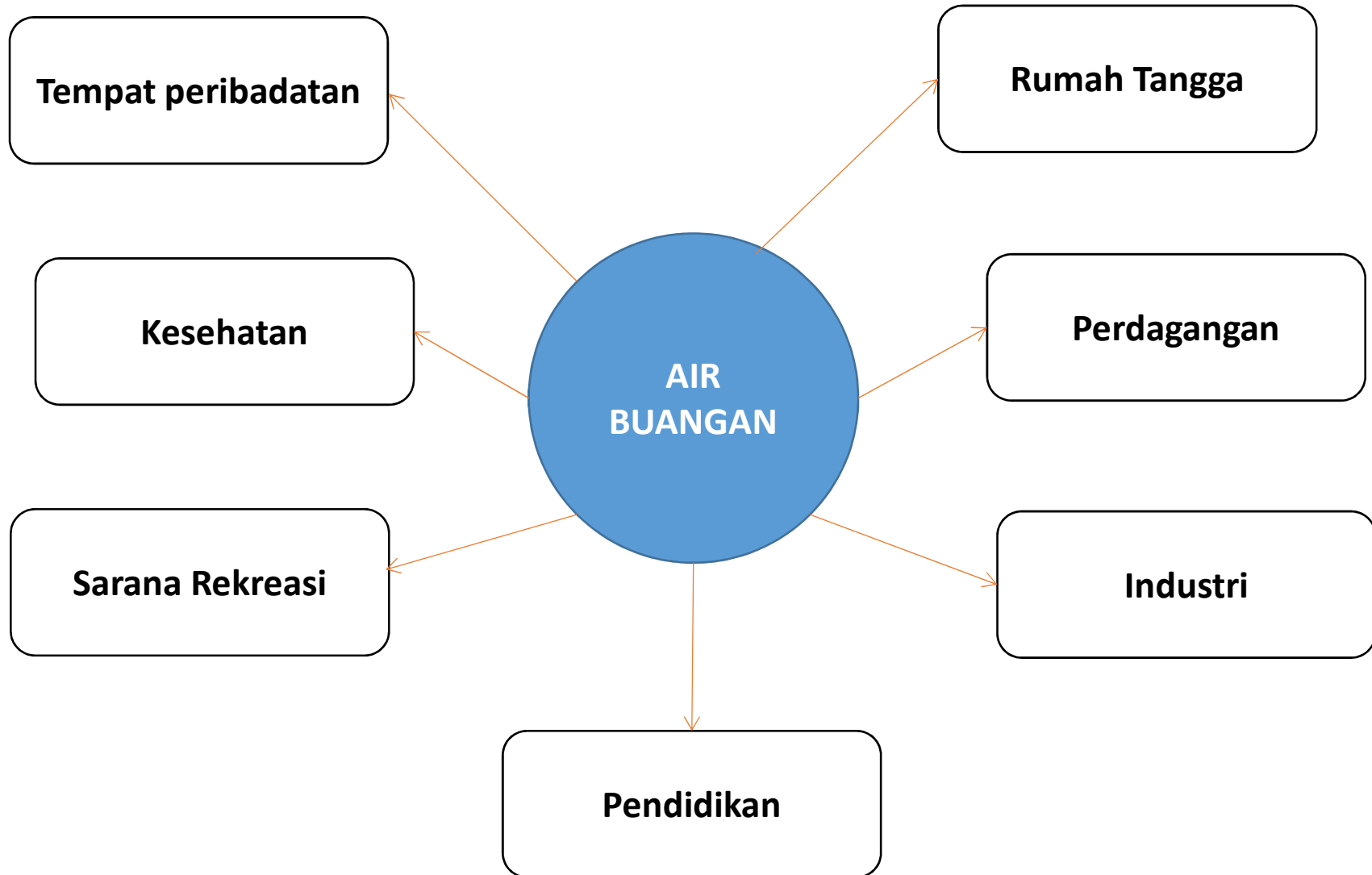
Aspek Hidraulika

Drainase Perkotaan

DRAINASE PERKOTAAN

- Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan
- Perkembangan kawasan hunian disinyalir sebagai penyebab banjir dan genangan di lingkungan sekitarnya.
- Perkembangan kota harus diikuti dengan perbaikan sistem drainase, tidak cukup hanya pada lokasi yang dikembangkan, melainkan harus meliputi daerah sekitarnya juga
- Jaringan drainase perkotaan meliputi seluruh alur air, baik alur alam maupun alur buatan yang melewati kota tersebut atau bermuara ke laut di tepi kota tersebut
- Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah atau lewat bawah tanah untuk dibuang di sungai, laut atau danau.
- Kelebihan air dapat berupa air hujan, air limbah domestik maupun air limbah industri
- Drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota, dll.

SUMBER AIR BUANGAN



SUMBER AIR BUANGAN

Dalam perencanaan, estimasi mengenai total aliran air buangan dibagi dalam :

1. Air buangan domestik → maksimum aliran buangan domestik untuk daerah yang dilayani pada periode waktu tertentu
2. Infiltrasi air permukaan (hujan) dan air tanah (pada daerah pelayanan dan sepanjang pipa)
3. Air buangan industri komersial → tambahan aliran maksimum dari daerah-daerah industri dan komersial

FUNGSI JARINGAN

2 macam air buangan: **air hujan** dan **air kotor**

Cara atau sistem buangan :

1. Sistem terpisah (*separate system*)
2. Sistem tercampur (*combined system*)
3. Sistem kombinasi (*pseudo separate system*) atau sistem inseptor

1. Sistem Terpisah

- Air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing-masing terpisah
- Pertimbangan pemilihan sistem :
 - a. Periode musim hujan dan kemarau yang terlalu lama
 - b. Kuantitas yang jauh berbeda antara air buangan dan air hujan
 - c. Air buangan memerlukan pengolahan terlebih dahulu sedangkan air hujan tidak dan harus secepatnya dialirkan ke sungai

FUNGSI JARINGAN

- **Keuntungan :**

- a. Sistem saluran berdimensi kecil sehingga mudah dalam pembuatan dan pengoperasiannya
- b. Penggunaan sistem terpisah mengurangi bahaya kesehatan
- c. Pada instalasi pengolahan air buangan tidak ada tambahan beban kapasitas karena penambahan air hujan
- d. Saluran air buangan bisa direncanakan pembilasan sendiri, baik musim hujan dan kemarau

- **Kerugian :**

Harus membuat 2 sistem saluran sehingga memerlukan tempat yang luas dan biaya yang cukup besar

FUNGSI JARINGAN

2. Sistem Tercampur

- Air hujan dan air kotor melalui 1 saluran yang sama
- Pertimbangan:
 - a. Masing-masing debit relatif kecil
 - b. Kuantitas air buangan dan air hujan tidak terlalu berbeda
 - c. Fluktuasi curah hujan dari tahun ke tahun relatif kecil
- **Keuntungan :**
 - a. Hanya diperlukan satu sistem penyaluran air sehingga lebih ekonomis
 - b. Terjadi pengeceran air buangan oleh air hujan sehingga konsentrasi buangan menurun
- **Kerugian :**

Diperlukan area yang luas untuk menempatkan instalasi tambahan untuk penanggulangan di saat tertentu

FUNGSI JARINGAN

3. Sistem Kombinasi

- Perpaduan saluran air buangan dan air hujan dimana pada waktu musim hujan, air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran buangan
- Kedua saluran bersatu namun dihubungkan dengan sistem perpisahan interseptor

• Pertimbangan :

- a. Perbedaan yang besar antara kuantitas air buangan yang akan disalurkan melalui jaringan penyalur air buangan dan kuantitas curah hujan pada daerah pelayanan
- b. Umumnya di dalam kota dilalui sungai-sungai dimana air hujan secepatnya dibuang ke sungai
- c. Periode musim kemarau dan musim hujan yang lama dan fluktuasi air hujan yang tetap

Secara teknis dan ekonomis sistem yang memungkinkan untuk diterapkan adalah sistem terpisah antara air buangan rumah tangga dengan air buangan yang berasal dari air hujan.

Air buangan yang akan diolah dalam bangunan pengolahan air buangan hanya berasal dari aktivitas penduduk dan industri.

DESKRIPSI LINGKUNGAN FISIK DALAM SISTEM DRAINASE

Deskripsi lingkungan fisik yang dianggap penting diketahui sesuai jenisnya:

1. Tata guna lahan
2. Prasarana lain
3. Topografi
4. Pola aliran alam
5. Pola aliran pada daerah pembuangan

1. Tata Guna Lahan

- Adalah peta yang dapat menggambarkan tentang pola penggunaan lahan daerah rencana
- Pola penggunaan lahan harus mencakup kondisi eksisting maupun rencana pengembangan masa mendatang.
- Untuk menentukan lingkup dan merencanakan sistem drainase yang diperlukan

DESKRIPSI LINGKUNGAN FISIK DALAM SISTEM DRAINASE

1. Prasarana Lain

- Informasi tentang prasarana lain meliputi jalan, air minum, listrik, jaringan telepon dan jaringan jalan, air minum, listrik, dan jaringan telepon
- Sebagai pertimbangan dalam menentukan trase saluran dan untuk mengidentifikasi jenis bangunan penunjang yang diperlukan

2. Topografi

- Informasi topografi diperlukan untuk menentukan arah penyaluran dan batas wilayah tadahnya
- Pemetaan kontur di suatu daerah urban perlu dilakukan pada skala 1:5000 atau 1:10.000 dengan beda kontur 0,5 meter di daerah datar dan beda kontur 1 meter pada daerah curam

DESKRIPSI LINGKUNGAN FISIK DALAM SISTEM DRAINASE

3. Pola Aliran Alam

- Informasi tentang pola aliran alam diperlukan untuk mendapatkan gambaran kecenderungan pola letak dan aliran alam yang terjadi sesuai kondisi lahan daerah rencana.
- Pola aliran buangan alam cenderung mengarah pada bagian lembah
- Diperlukan observasi lapangan untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang akan disurvei melalui informasi yang tersedia

4. Pola Aliran pada Daerah Pembuangan

- Daerah pembuangan yang dimaksud adalah tempat pembuangan kelebihan air dari lahan yang direncanakan (misal: sungai, laut, danau,dll)
- Elevasi outlet harus di atas muka maksimum daerah pembuangan sehingga gejala terjasinya muka air balik (back water) pada rencana saluran drainase yang dihindari

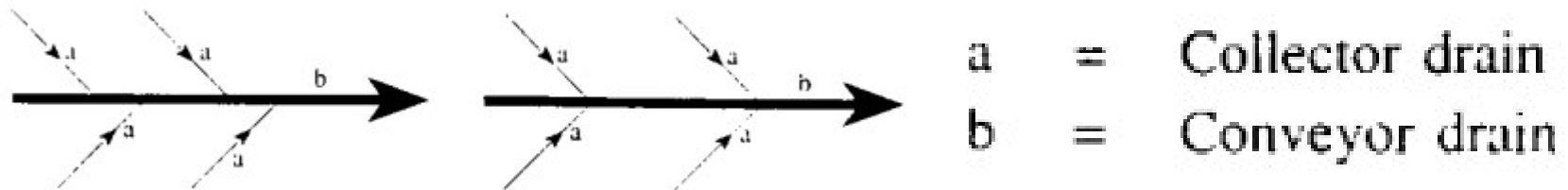
TATA LETAK

1. ALTERNATIF TATA LETAK SALURAN DRAINASE

Beberapa contoh model tata letak saluran yang diterapkan dalam perencanaan jaringan irigasi meliputi:

a. Pola Alamiah

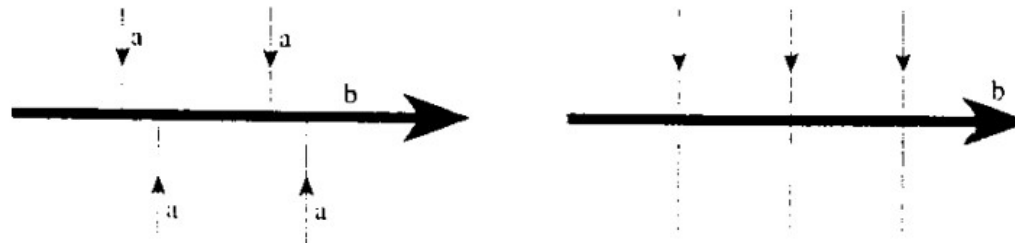
Letak conveyor drain (b) ada di bagian terendah (lembab) dari suatu daerah (alam) yang secara efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada (*collector drain*), dimana *collector* maupun *conveyor* drain merupakan saluran alamiah



TATA LETAK

b. Pola Siku

Conveyor drain (b) terletak di lembah dan merupakan saluran alamiah sedangkan conveyor drain dibuat tegak lurus dari conveyor drain.

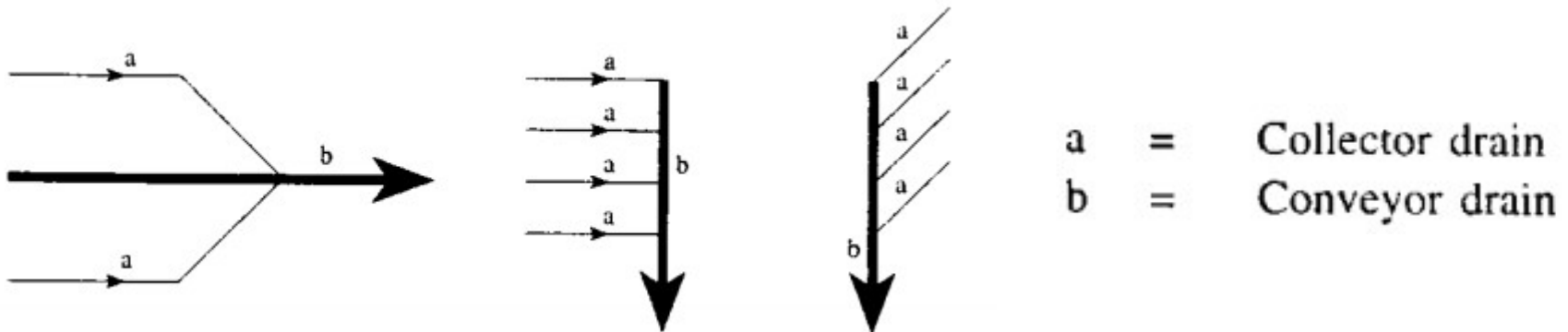


a = Collector drain
b = Conveyor drain

TATA LETAK

c. Pola Paralel

Collector drain yang menampung debit dari sungai-sungai yang lebih kecil, dibuat sejajar datu sama lain dan kemudian masuk ke dalam conveyor drain.

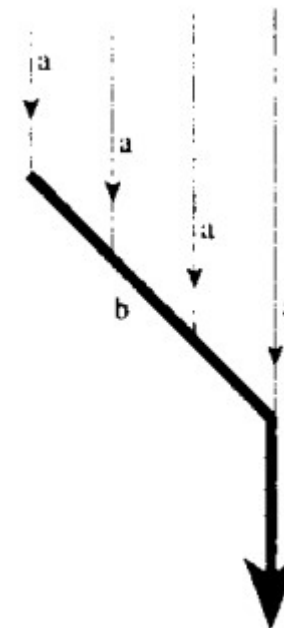


TATA LETAK

d. Pola Grid Iron

Beberapa *interceptor drain* dibuat satu sama lain sejajar kemudian ditampung di *collector drain* untuk selanjutnya masuk ke dalam *conveyor drain*.

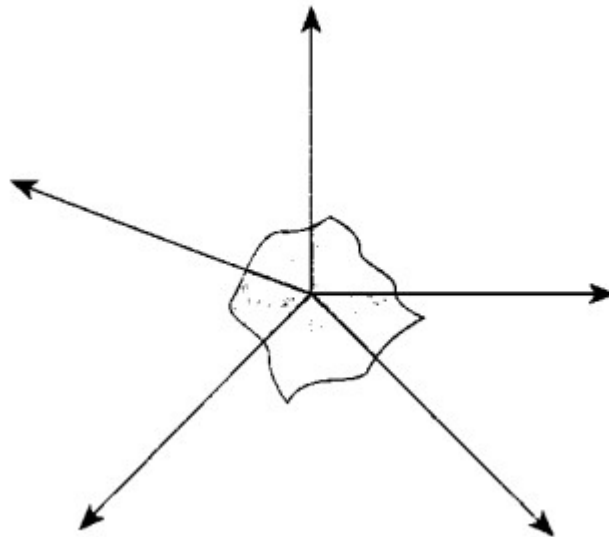
- a = Interceptor drain
- b = Collector drain
- c = Conveyor drain



TATA LETAK

e. Pola Radial

Suatu daerah genangan dikeringkan melalui beberapa collector drain dari satu titik menyebar ke segala arah

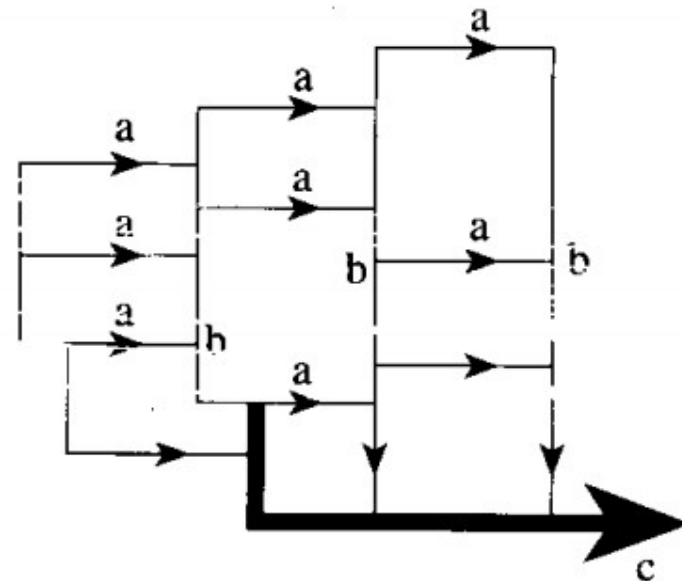


TATA LETAK

f. Pola Jaring-Jaring

Untuk mencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lainnya, dibuat interceptor drain (a) yang kemudian ditampung ke dalam saluran collector (b) dan selanjutnya dialirkan menuju saluran conveyer

a = Interceptor drain
b = Collector drain
c = Conveyer drain



SUSUNAN DAN FUNGSI SALURAN DALAM JARINGAN DRAINASE

Jenis saluran berdasarkan fungsi dan sistem kerjanya:

1. Interseptor drain
2. Collector drain
3. Conveyor drain

1. Interceptor Drain

- Saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah di bawahnya.
- Dibangun dan diletakkan pada bagian relatif sejajar dengan garis kontur.
- Outlet dari saluran ini biasanya terdapat di saluran collector atau conveyor atau langsung di *natural drainage* (drainase alam)

2. Collector Drain

- Saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya akan dibuang ke saluran conveyor (pembawa).

SUSUNAN DAN FUNGSI SALURAN DALAM JARINGAN DRAINASE

3. Conveyor Drain

- Saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui.
- Terletak di bagian terendah lembah dari suatu daerah
- Secara efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada
- Contoh: saluran banjir kanal atau sudetan atau saluran *by pass* yang bekerja secara khusus hanya mengalirkan air secara cepat sampai ke lokasi pembuangan.
- Saluran ini berbeda dengan *sub surface drainage* (drainase bawah tanah) yang masuknya air melalui resapan tanah secara gravitasi masuk melalui lubang-lubang yang terdapat pada saluran drainase yang ditanam di dalam tanah.

PROSEDUR PERANCANGAN TATA LETAK SISTEM JARINGAN DRAINASE

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menjamin berfungsinya suatu sistem jaringan drainase:

1. Pola arah aliran
2. Situasi dan kondisi fisik kota

1. Pola Arah Aliran

- Dengan melihat peta topografi dapat ditentukan arah aliran yang merupakan natural drainage system yang terbentuk secara alamiah
- Dapat mengetahui toleransi lamanya genangan dari daerah rencana

2. Situasi dan Kondisi Fisik Kota

Informasi dan kondisi fisik kota baik yang eksisting maupun yang akan direncanakan adalah:

- a. Sistem jaringan yang ada (drainase, irigasi, air minum, telepon, listrik)
- b. *Bottle neck* yang mungkin ada
- c. Batas-batas daerah pemilikan
- d. Letak dan jumlah prasana yang ada
- e. Tingkat kebutuhan drainase yang diperlukan
- f. Gambaran prioritas daerah secara garis besar

PROSEDUR PERANCANGAN TATA LETAK SISTEM JARINGAN DRAINASE

- Informasi tersebut dimaksudkan agar dalam penyusunan tata letak sistem jaringan drainase tidak terjadi pertentangan kepentingan
- Sasaran yang ingin dicapai dalam menentukan tata letak jaringan drainase:
 - a. Sistem jaringan drainase dapat berfungsi sesuai tujuan
 - b. Menekan dampak lingkungan sekecil mungkin
 - c. Dapat bertahan lama ditinjau dari segi konstruksi dan fungsinya
 - d. Biaya pembangunan serendah mungkin

BANGUNAN PENUNJANG

- Keberadaan bangunan penunjang tergantung pada kebutuhan setempat
- Bangunan penunjang untuk menjamin berfungsinya saluran drainase dapat berupa:
 1. Bangunan silang → gorong-gorong



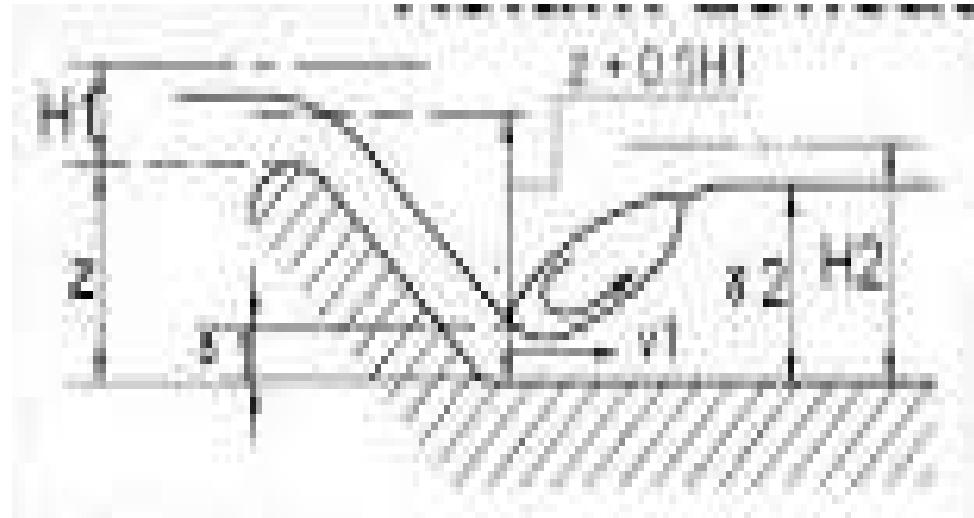
BANGUNAN PENUNJANG

2. Bangunan pemecah energi → bangunan terjun
3. Bangunan pengaman erosi → ground sill



BANGUNAN PENUNJANG

4. Bangunan inlet → grill samping/datar
5. Bangunan outlet → kolam loncat air



BANGUNAN PENUNJANG

6. Bangunan pintu air → pintu otomatis, pintu geser
7. Bangunan rumah pompa



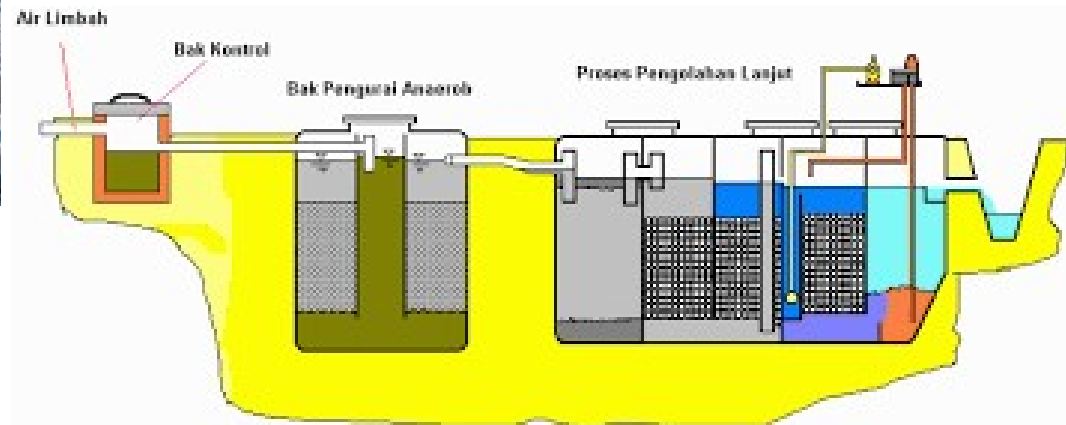
BANGUNAN PENUNJANG

8. Bangunan kolam tandum/pengumpul
9. Bangunan lobang kontrol (*manhole*)



BANGUNAN PENUNJANG

8. Bangunan instalasi pengolahan limbah
9. Peralatan penunjang → AWLR, stasiun meteorologi



TERIMA KASIH





Materi Ke -4

DRAINASE DAN SANITASI LINGKUNGAN

Disampaikan Oleh :

Dr. Ir. Johannes Hendra Padangalam, Msi

JURUSAN TEKNIK SIPIL

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL



MATERI

Aspek Hidraulika

Drainase Perkotaan

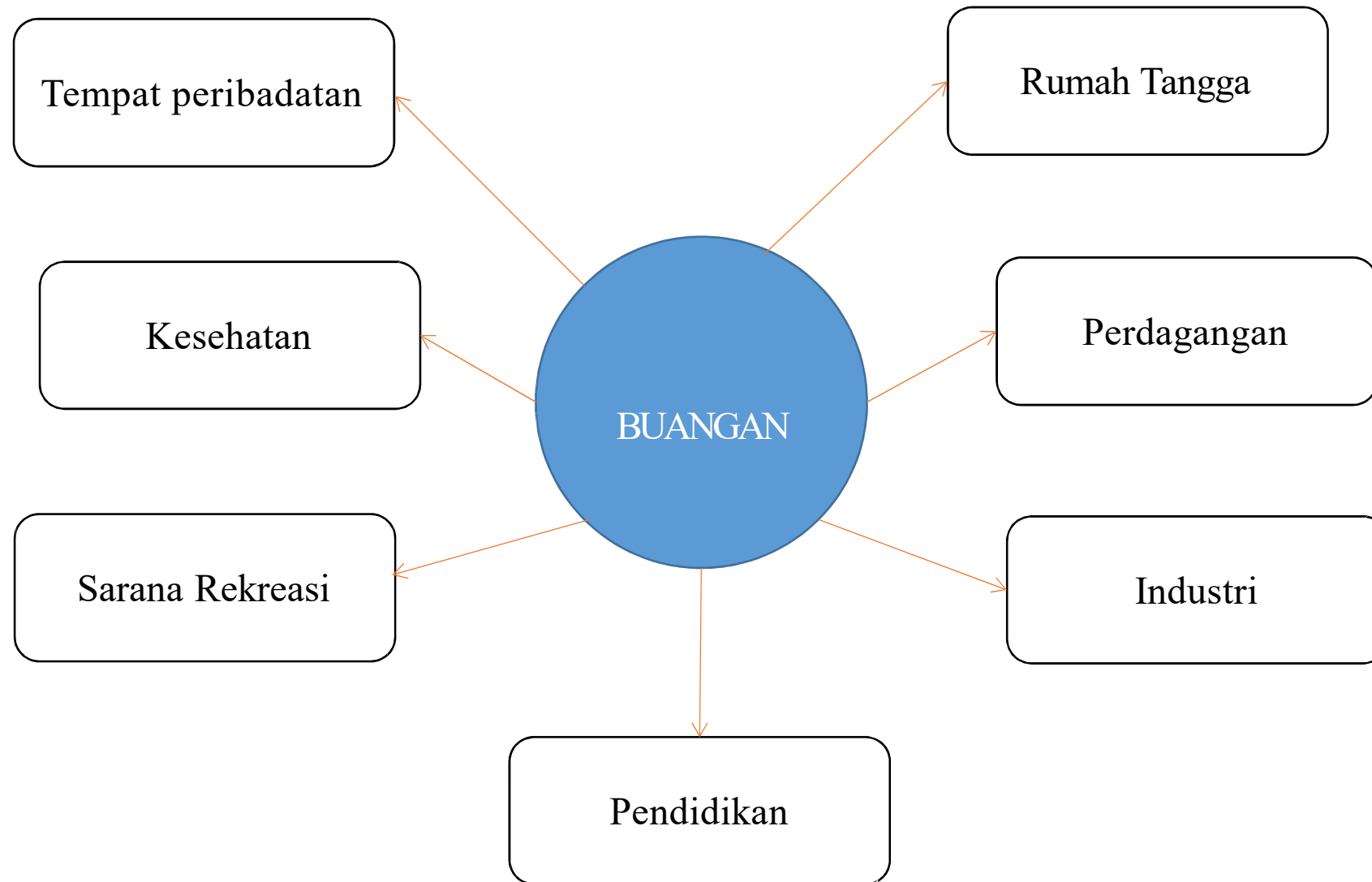


DRAINASE PERKOTAAN

- Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan
- Perkembangan kawasan hunian disinyalir sebagai penyebab banjir dan genangan di lingkungan sekitarnya.
- Perkembangan kota harus diikuti dengan perbaikan sistem drainase, tidak cukup hanya pada lokasi yang dikembangkan, melainkan harus meliputi daerah sekitarnya juga
- Jaringan drainase perkotaan meliputi seluruh alur air, baik alur alam maupun alur buatan yang melewati kota tersebut atau bermuara ke laut di tepi kota tersebut
- Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah atau lewat bawah tanah untuk dibuang di sungai, laut atau danau.
- Kelebihan air dapat berupa air hujan, air limbah domestik maupun air limbah industri
- Drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota, dll.



SUMBER AIR BUANGAN





SUMBER AIR BUANGAN

Dalam perencanaan, estimasi mengenai total aliran air buangan dibagi dalam :

1. Air buangan domestik □ maksimum aliran buangan domestik untuk daerah yang dilayani pada periode waktu tertentu
2. Infiltrasi air permukaan (hujan) dan air tanah (pada daerah pelayanan dan sepanjang pipa)
3. Air buangan industri komersial □ tambahan aliran maksimum dari daerah-daerah industri dan komersial



FUNGSI JARINGAN

2 macam air buangan: air hujan dan air kotor

Cara atau sistem buangan :

1. Sistem terpisah (separate system)
 2. Sistem tercampur (combined system)
 3. Sistem kombinasi (pseudo separate system) atau sistem inseptor
-
1. Sistem Terpisah
 - Air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing-masing terpisah
 - Pertimbangan pemilihan sistem :
 - a. Periode musim hujan dan kemarau yang terlalu lama
 - b. Kuantitas yang jauh berbeda antara air buangan dan air hujan
 - c. Air buangan memerlukan pengolahan terlebih dahulu sedangkan air hujan tidak dan harus secepatnya dialirkan ke sungai



FUNGSI JARINGAN

- Keuntungan :

- a. Sistem saluran berdimensi kecil sehingga mudah dalam pembuatan dan pengoperasiannya
- b. Penggunaan sistem terpisah mengurangi bahaya kesehatan
- c. Pada instalasi pengolahan air buangan tidak ada tambahan beban kapasitas karena penambahan air hujan
- d. Saluran air buangan bisa direncanakan pembilasan sendiri, baik musim hujan dan kemarau

- Kerugian :

Harus membuat 2 sistem saluran sehingga memerlukan tempat yang luas dan biaya yang cukup besar



FUNGSI JARINGAN

2. Sistem Tercampur

- Air hujan dan air kotor melalui 1 saluran yang sama
- Pertimbangan:
 - a. Masing-masing debit relatif kecil
 - b. Kuantitas air buangan dan air hujan tidak terlalu berbeda
 - c. Fluktuasi curah hujan dari tahun ke tahun relatif kecil
- Keuntungan :
 - a. Hanya diperlukan satu sistem penyaluran air sehingga lebih ekonomis
 - b. Terjadi pengeceran air buangan oleh air hujan sehingga konsentrasi buangan menurun
- Kerugian :

Diperlukan area yang luas untuk menempatkan instalasi tambahan untuk penanggulangan di saat tertentu



FUNGSI JARINGAN

3. Sistem Kombinasi

- Perpaduan saluran air buangan dan air hujan dimana pada waktu musim hujan, air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran buangan
- Kedua saluran bersatu namun dihubungkan dengan sistem perpisahan interseptor
- Pertimbangan :
 - a. Perbedaan yang besar antara kuantitas air buangan yang akan disalurkan melalui jaringan penyalur air buangan dan kuantitas curah hujan pada daerah pelayanan
 - b. Umumnya di dalam kota dilalui sungai-sungai dimana air hujan secepatnya dibuang ke sungai
 - c. Periode musim kemarau dan musim hujan yang lama dan fluktuasi air hujan yang tetap

Secara teknis dan ekonomis sistem yang memungkinkan untuk diterapkan adalah sistem terpisah antara air buangan rumah tangga dengan air buangan yang berasal dari air hujan.

Air buangan yang akan diolah dalam bangunan pengolahan air buangan hanya berasal dari aktivitas penduduk dan industri.



DESKRIPSI LINGKUNGAN FISIK DALAM SISTEM DRAINASE

Deskripsi lingkungan fisik yang dianggap penting diketahui sesuai jenisnya:

1. Tata guna lahan
2. Prasarana lain
3. Topografi
4. Pola aliran alam
5. Pola aliran pada daerah pembuangan

1. Tata Guna Lahan

- Adalah peta yang dapat menggambarkan tentang pola penggunaan lahan daerah rencana
- Pola penggunaan lahan harus mencakup kondisi eksisting maupun rencana pengembangan masa mendatang.
- Untuk menentukan lingkup dan merencanakan sistem drainase yang diperlukan



DESKRIPSI LINGKUNGAN FISIK DALAM SISTEM DRAINASE

1. Prasarana Lain

- Informasi tentang prasarana lain meliputi jalan, air minum, listrik, jaringan telepon dan jaringan jalan, air minum, listrik, dan jaringan telepon
- Sebagai pertimbangan dalam menentukan trase saluran dan untuk mengidentifikasi jenis bangunan penunjang yang diperlukan

2. Topografi

- Informasi topografi diperlukan untuk menentukan arah penyaluran dan batas wilayah tadahnya
- Pemetaan kontur di suatu daerah urban perlu dilakukan pada skala 1:5000 atau 1:10.000 dengan beda kontur 0,5 meter di daerah datar dan beda kontur 1 meter pada daerah curam



DESKRIPSI LINGKUNGAN FISIK DALAM SISTEM DRAINASE

3. Pola Aliran Alam

- Informasi tentang pola aliran alam diperlukan untuk mendapatkan gambaran kecenderungan pola letak dan aliran alam yang terjadi sesuai kondisi lahan daerah rencana.
- Pola aliran buangan alam cenderung mengarah pada bagian lembah
- Diperlukan observasi lapangan untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang akan disurvei melalui informasi yang tersedia

4. Pola Aliran pada Daerah Pembuangan

- Daerah pembuangan yang dimaksud adalah tempat pembuangan kelebihan air dari lahan yang direncanakan (misal: sungai, laut, danau, dll)
- Elevasi outlet harus di atas muka maksimum daerah pembuangan sehingga gejala terjasinya muka air balik (back water) pada rencana saluran drainase yang dihindari



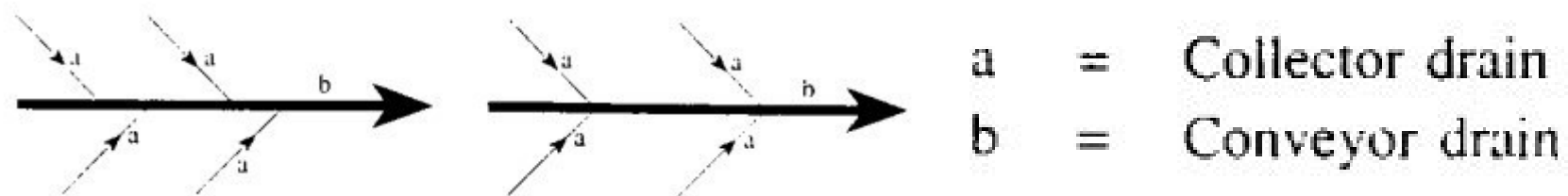
TATA LETAK

1. ALTERNATIF TATA LETAK SALURAN DRAINASE

Beberapa contoh model tata letak saluran yang diterapkan dalam perencanaan jaringan irigasi meliputi:

a. Pola Alamiah

Letak conveyor drain (b) ada di bagian terendah (lembab) dari suatu daerah (alam) yang secara efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada (collector drain), dimana collector maupun conveyor drain merupakan saluran alamiah

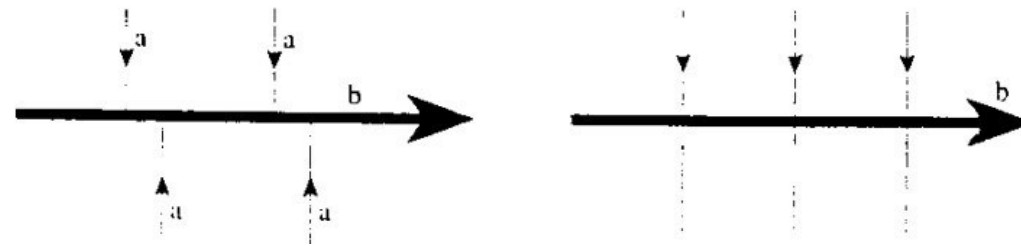




TATA LETAK

b. Pola Siku

Conveyor drain (b) terletak di lembah dan merupakan saluran alamiah sedangkan conveyor drain dibuat tegak lurus dari conveyor drain.



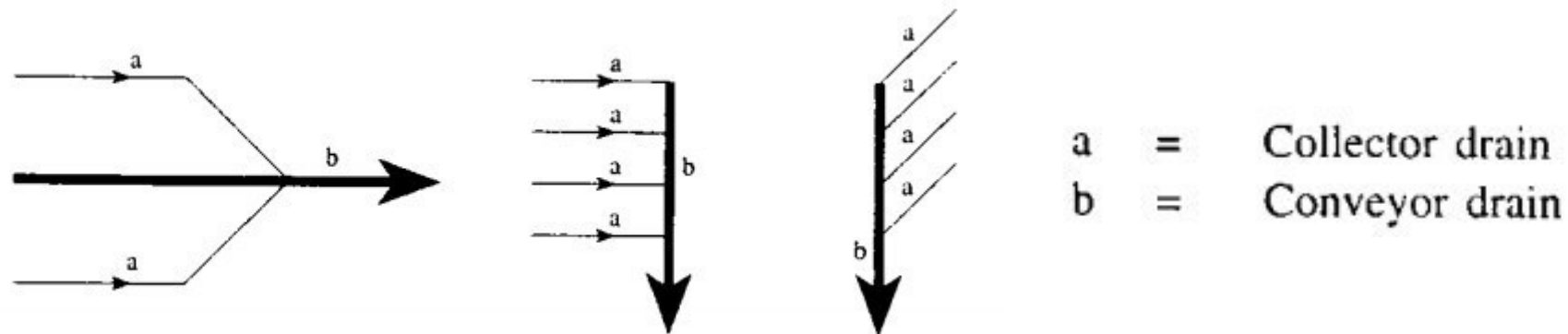
a = Collector drain
b = Conveyor drain



TATA LETAK

c. Pola Paralel

Collector drain yang menampung debit dari sungai-sungai yang lebih kecil, dibuat sejajar datu sama lain dan kemudian masuk ke dalam conveyer drain.



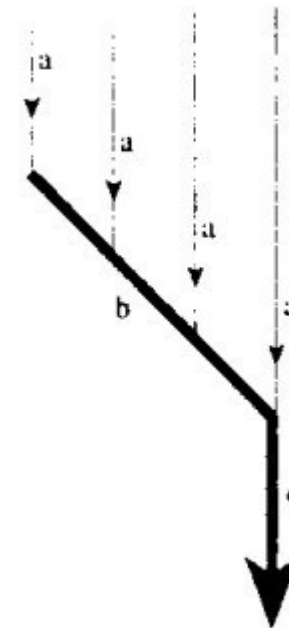


TATA LETAK

d. Pola Grid Iron

Beberapa interceptor drain dibuat satu sama lain sejajar kemudian ditampung di collector drain untuk selanjutnya masuk ke dalam conveyor drain.

- a = Interceptor drain
- b = Collector drain
- c = Conveyor drain

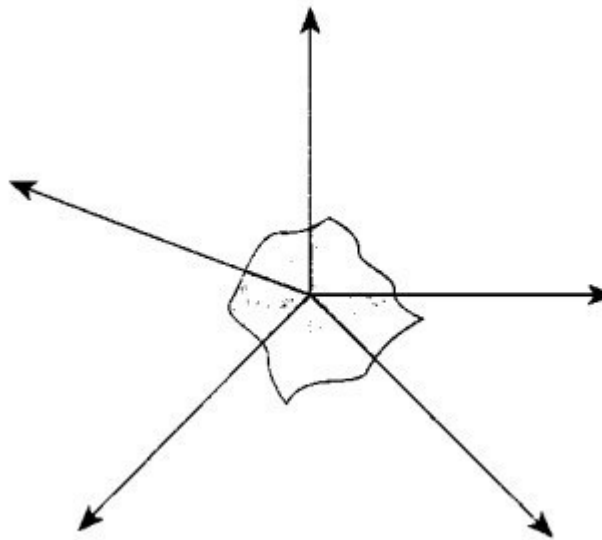




TATA LETAK

e. Pola Radial

Suatu daerah genangan dikeringkan melalui beberapa collector drain dari satu titik menyebar ke segala arah



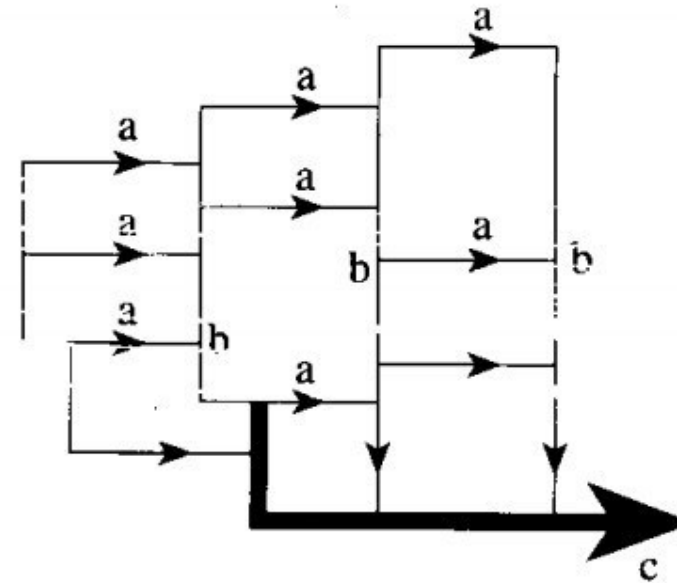


TATA LETAK

f. Pola Jaring-Jaring

Untuk mencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lainnya, dibuat interceptor drain (a) yang kemudian ditampung ke dalam saluran collector (b) dan selanjutnya dialirkan menuju saluran conveyer (c)

a = Interceptor drain
b = Collector drain
c = Conveyer drain





SUSUNAN DAN FUNGSI SALURAN DALAM JARINGAN DRAINASE

Jenis saluran berdasarkan fungsi dan sistem kerjanya:

1. Interseptor drain
2. Collector drain
3. Conveyor drain

1. Interceptor Drain

- Saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah di bawahnya.
- Dibangun dan diletakkan pada bagian relatif sejajar dengan garis kontur.
- Outlet dari saluran ini biasanya terdapat di saluran collector atau conveyor atau langsung di natural drainage (drainase alam)

2. Collector Drain

- Saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya akan dibuang ke saluran conveyor (pembawa).



SUSUNAN DAN FUNGSI SALURAN DALAM JARINGAN DRAINASE

3. Conveyor Drain

- Saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui.
- Terletak di bagian terendah lembah dari suatu daerah
- Secara efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada
- Contoh: saluran banjir kanal atau sudetan atau saluran by pass yang bekerja secara khusus hanya mengalirkan air secara cepat sampai ke lokasi pembuangan.
- Saluran ini berbeda dengan sub surface drainage (drainase bawah tanah) yang masuknya air melalui resapan tanah secara gravitasi masuk melalui lubang-lubang yang terdapat pada saluran drainase yang ditanam di dalam tanah.



PROSEDUR PERANCANGAN TATA LETAK SISTEM JARINGAN DRAINASE

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menjamin berfungsinya suatu sistem jaringan drainase:

1. Pola arah aliran
2. Situasi dan kondisi fisik kota

1. Pola Arah Aliran

- Dengan melihat peta topografi dapat ditentukan arah aliran yang merupakan natural drainage system yang terbentuk secara alamiah
- Dapat mengetahui toleransi lamanya genangan dari daerah rencana

2. Situasi dan Kondisi Fisik Kota

Informasi dan kondisi fisik kota baik yang eksisting maupun yang akan direncanakan adalah:

- a. Sistem jaringan yang ada (drainase, irigasi, air minum, telepon, listrik)
- b. Bottle neck yang mungkin ada
- c. Batas-batas daerah pemilikan
- d. Letak dan jumlah prasana yang ada
- e. Tingkat kebutuhan drainase yang diperlukan
- f. Gambaran prioritas daerah secara garis besar



PROSEDUR PERANCANGAN TATA LETAK SISTEM JARINGAN DRAINASE

- Informasi tersebut dimaksudkan agar dalam penyusunan tata letak sistem jaringan drainase tidak terjadi pertentangan kepentingan
- Sasaran yang ingin dicapai dalam menentukan tata letak jaringan drainase:
 - a. Sistem jaringan drainase dapat berfungsi sesuai tujuan
 - b. Menekan dampak lingkungan sekecil mungkin
 - c. Dapat bertahan lama ditinjau dari segi konstruksi dan fungsinya
 - d. Biaya pembangunan serendah mungkin



BANGUNAN PENUNJANG

- Keberadaan bangunan penunjang tergantung pada kebutuhan setempat
- Bangunan penunjang untuk menjamin berfungsinya saluran drainase dapat berupa:
 1. Bangunan silang □ gorong-gorong





BANGUNAN PENUNJANG

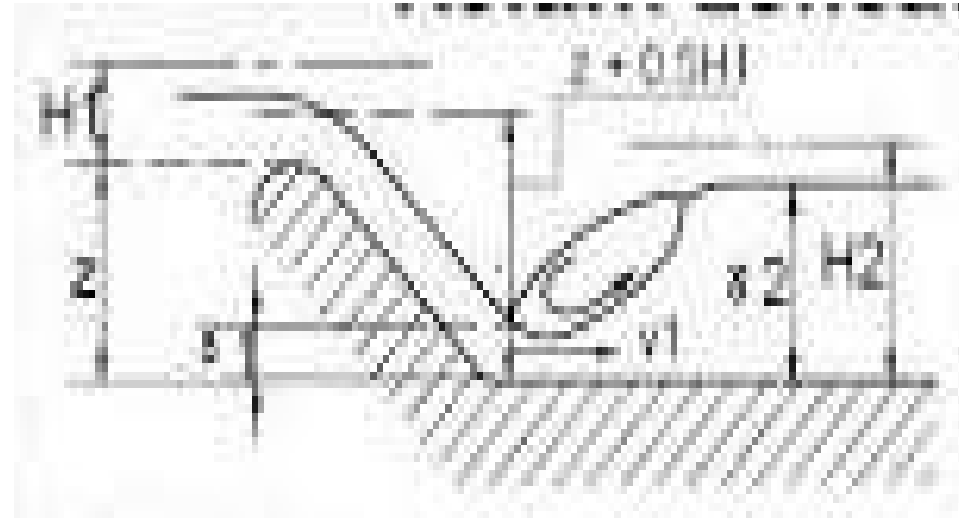
2. Bangunan pemecah energi bangunan terjun
3. Bangunan pengaman erosi groundsill





BANGUNAN PENUNJANG

4. Bangunan inlet □ grill samping/datar
5. Bangunan outlet □ kolam loncat air





BANGUNAN PENUNJANG

6. Bangunan pintu air □ pintu otomatis, pintu geser
7. Bangunan rumah pompa





BANGUNAN PENUNJANG

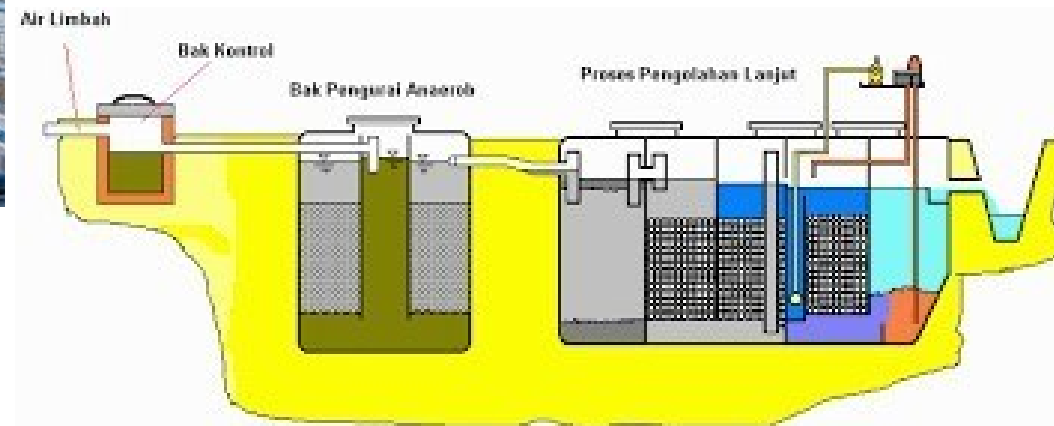
8. Bangunan kolam tandum/pengumpul
9. Bangunan lobang kontrol (manhole)





BANGUNAN PENUNJANG

8. Bangunan instalasi pengolahan limbah
9. Peralatan penunjang □ AWLR, stasiun meteorologi





TERIMA KASIH





DRAINASE DAN SANITASI LINGKUNGAN

Disampaikan Oleh :

Dr. Ir. Johannes Hendra Padangalam, Msi

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

JURUSAN TEKNIK SIPIL

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

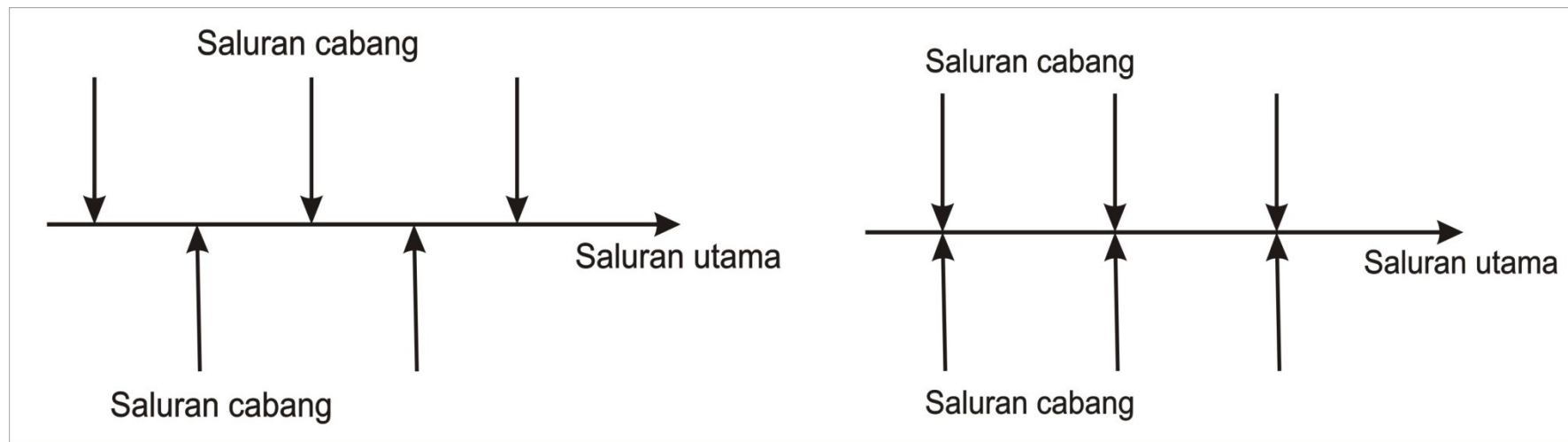




POLA JARINGAN DRAINASE

1. Siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi daripada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada di tengah kota.

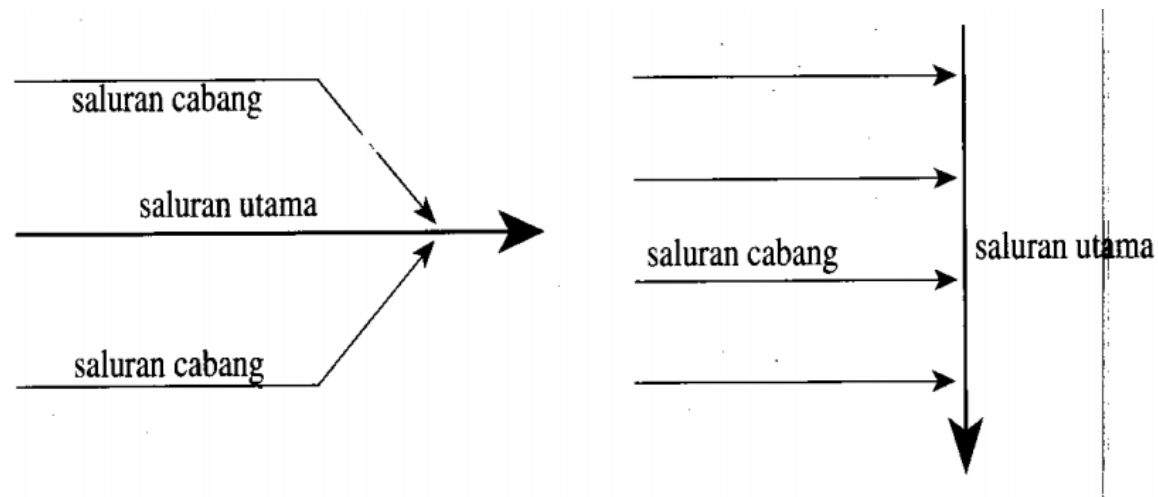




POLA JARINGAN DRAINASE

2. Paralel

Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.

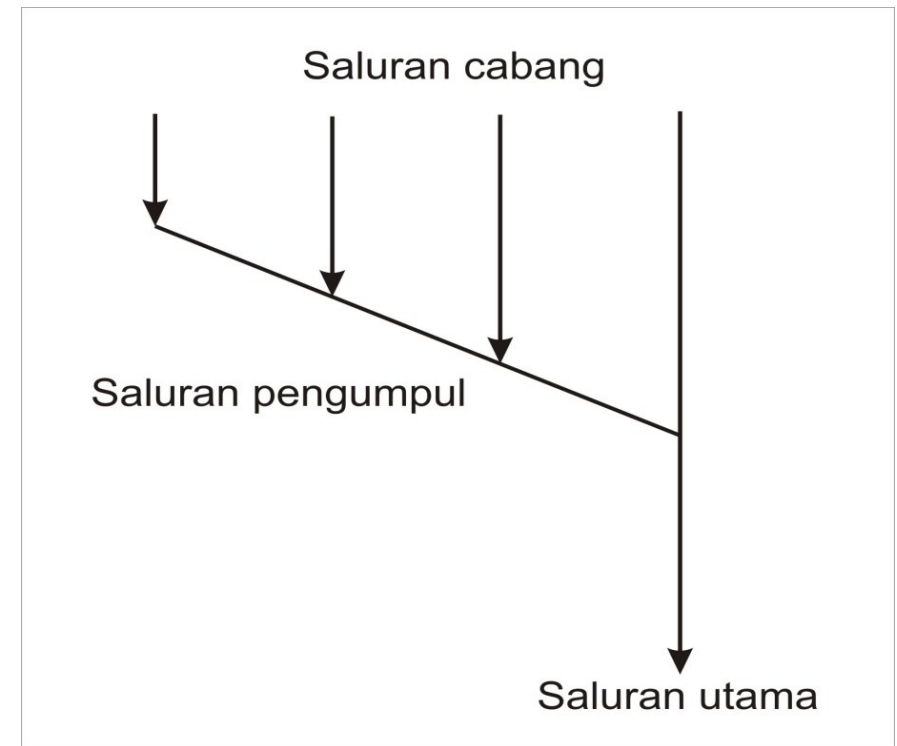




POLA JARINGAN DRAINASE

3. *Grid Iron*

Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.

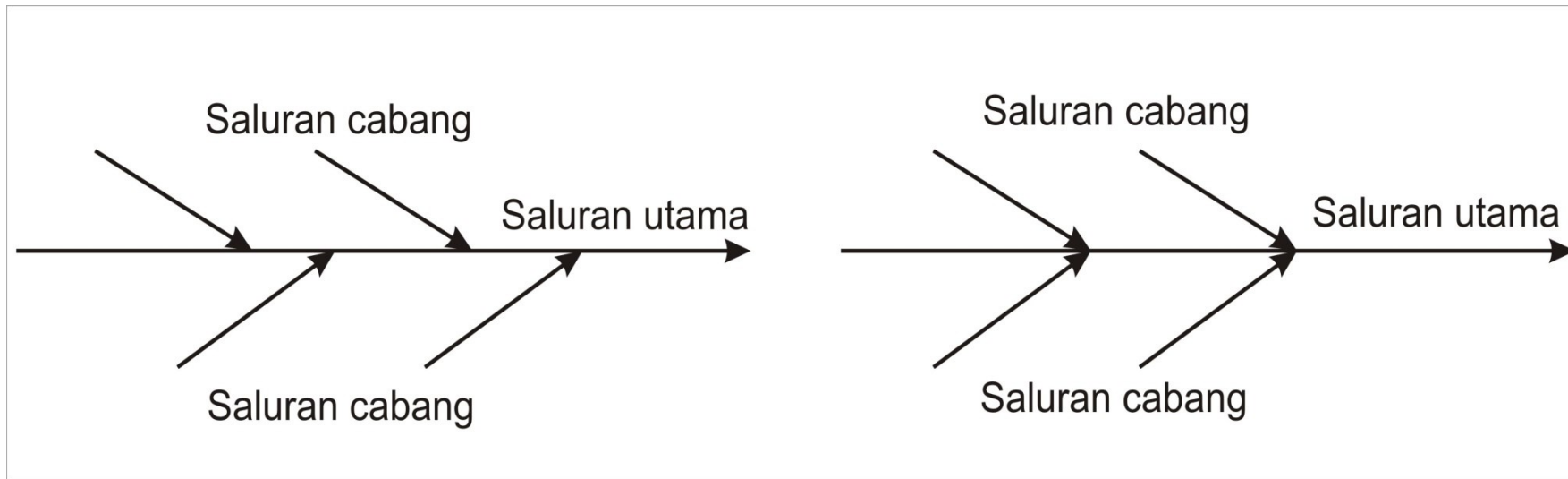




POLA JARINGAN DRAINASE

4. Alamiah

Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.

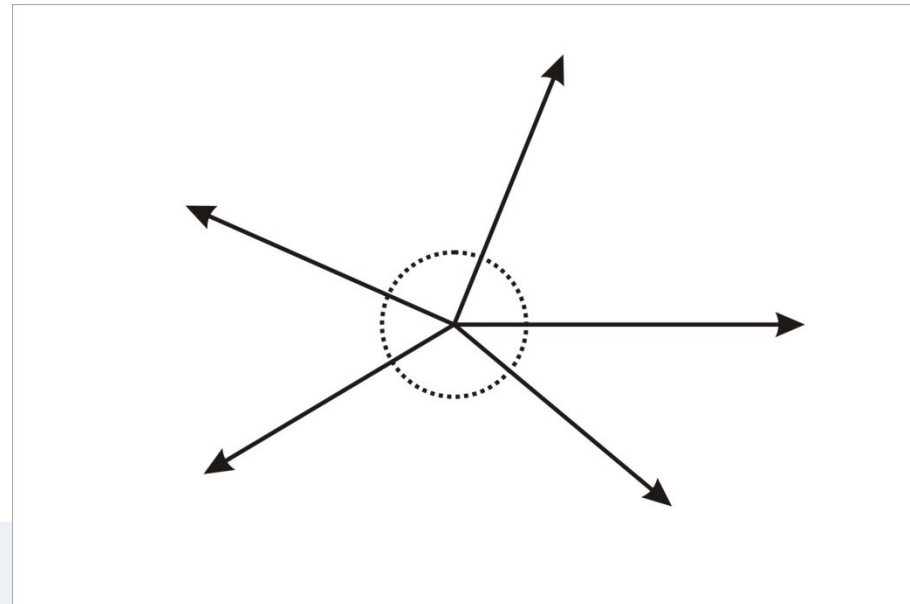




POLA JARINGAN DRAINASE

5. Radial

Jenis jaringan drainase pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.

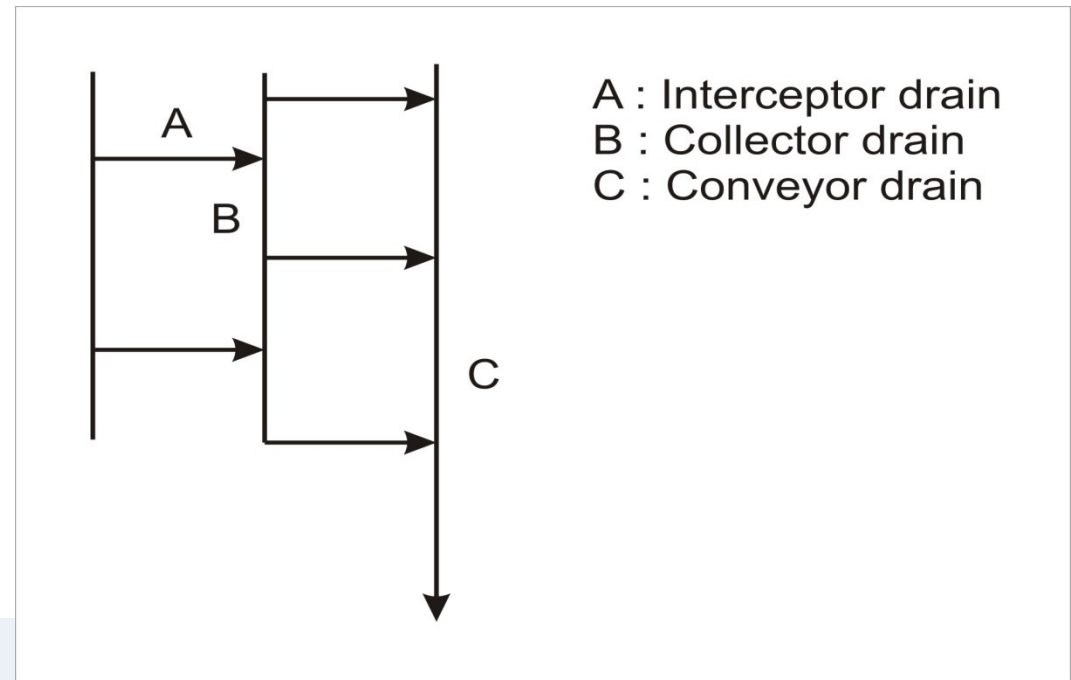




POLA JARINGAN DRAINASE

6. Jaring-jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya. Cocok untuk daerah dengan topografi datar.





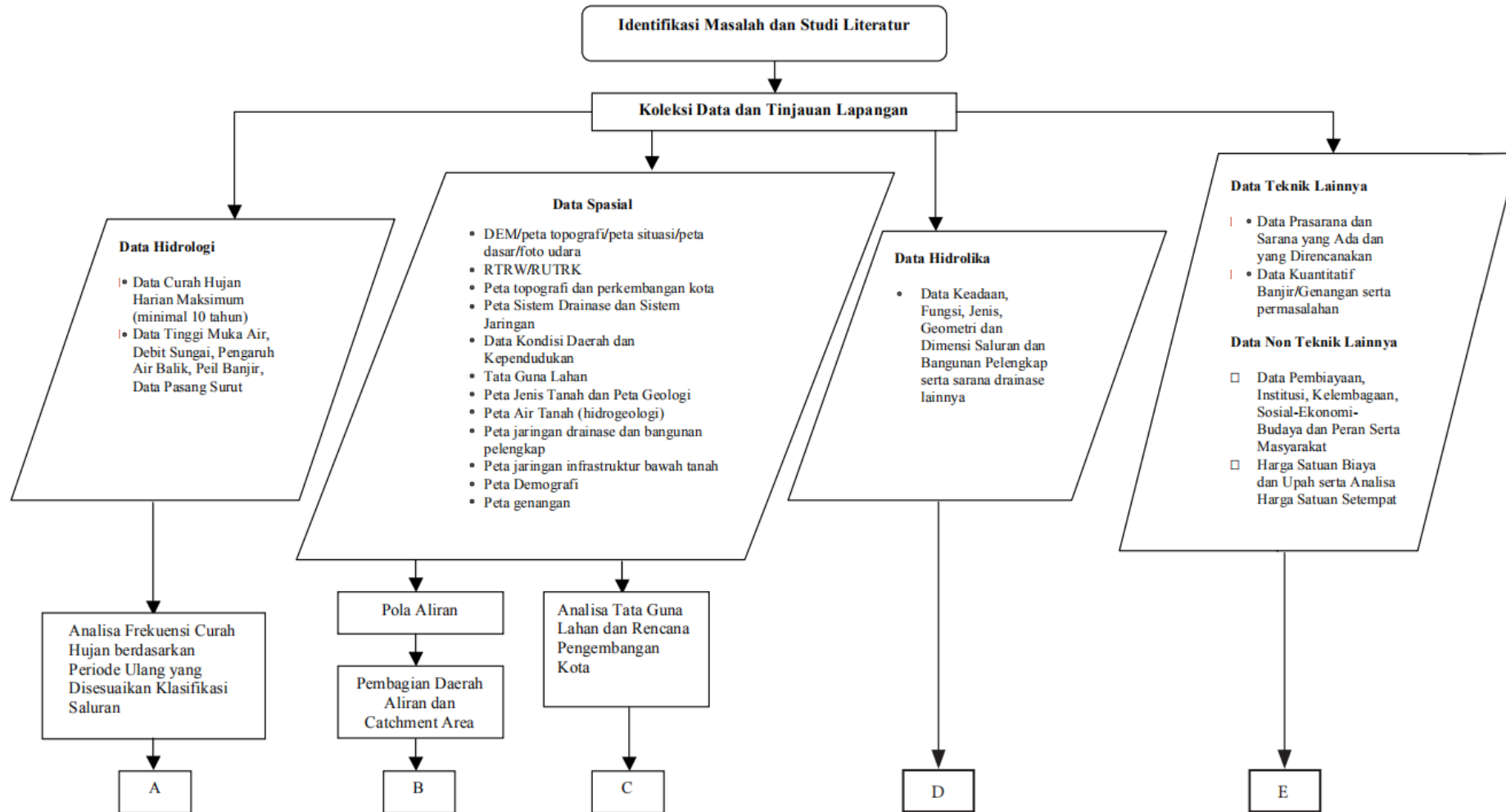
PERENCANAAN DRAINASE

TATA CARA PENYUSUNAN RENCANA DRAINASE PERKOTAAN

RENCANA INDUK
(MASTER PLAN)

FS / Studi Kelayak

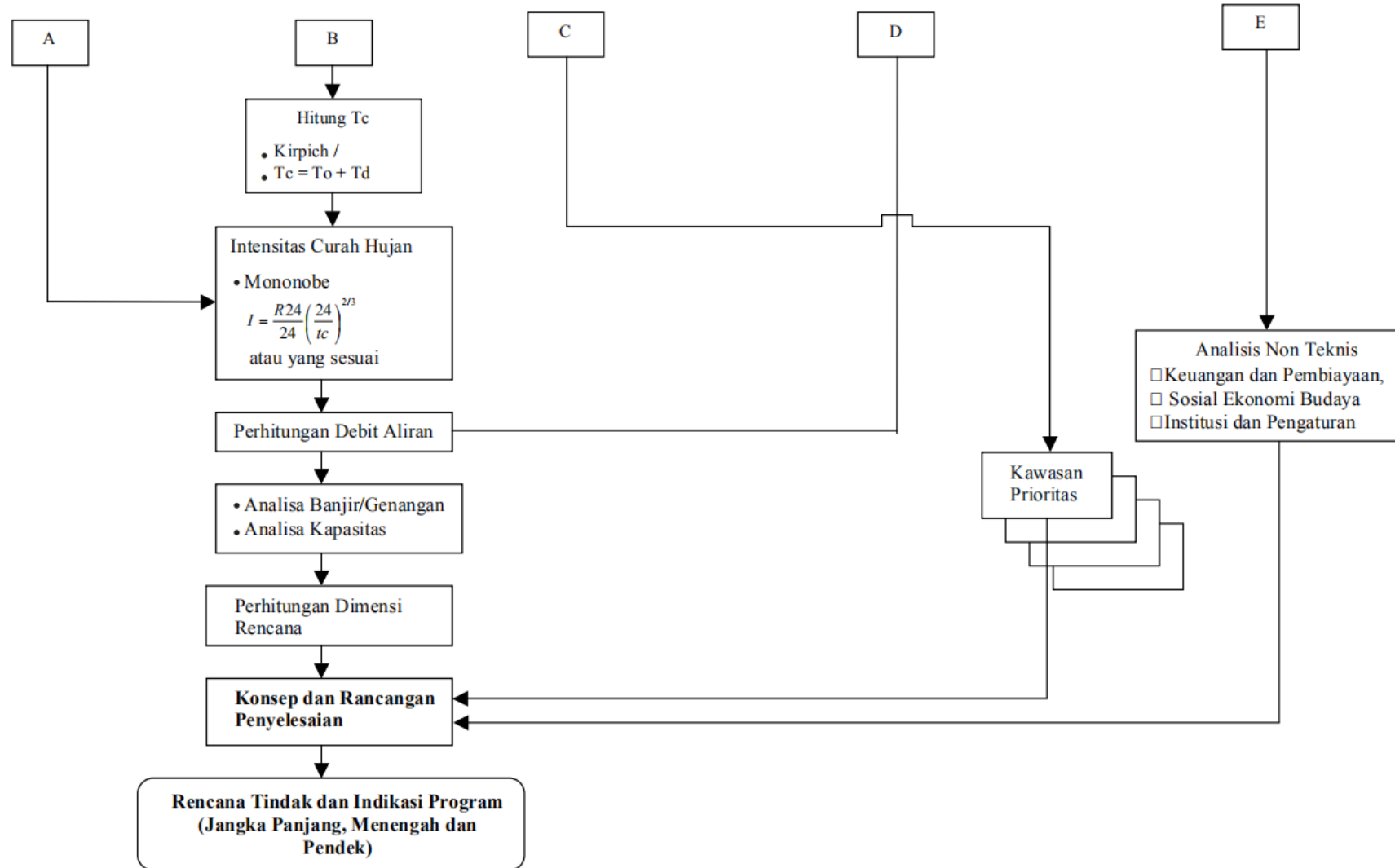
DED / Detail
Design
Engineering





PERENCANAAN DRAINASE

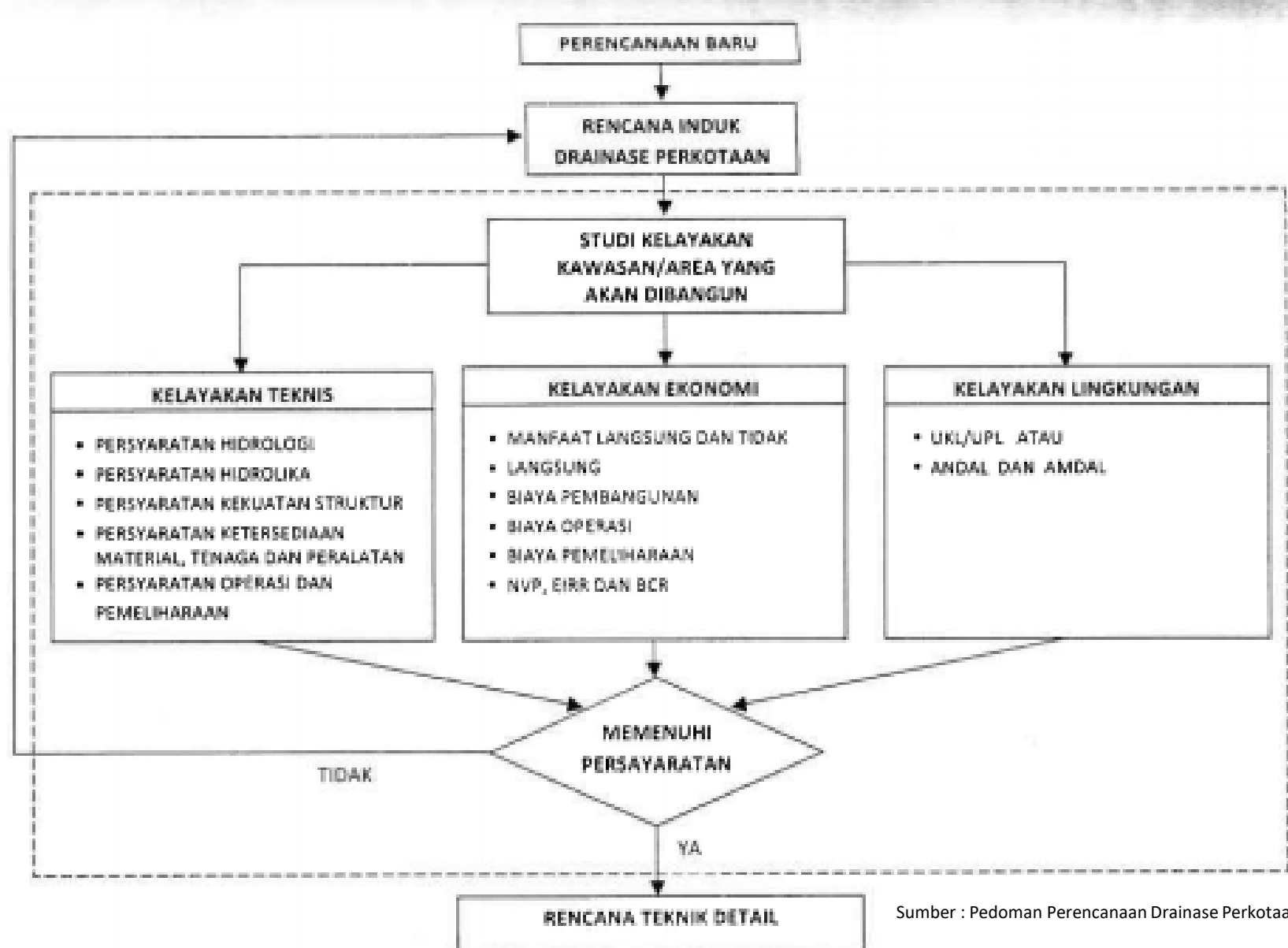
TATA CARA PENYUSUNAN RENCANA DRAINASE PERKOTAAN





PERENCANAAN DRAINASE

BAGAN ALIR PERENCANAAN SISTEM DRAINASE



Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)





TERIMA KASIH





Materi Ke -3

DRAINASE DAN SANITASI LINGKUNGAN

Disampaikan Oleh :

Dr. Ir. Johannes Hendra Padangalam, Msi

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

JURUSAN TEKNIK SIPIL

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL





ASPEK HIDROLOGI

Aspek hidrologi dalam ilmu drainase meliputi :

1. Siklus hidrologi
2. Karakteristik hujan
3. Data hujan
4. Pengolahan data
5. Debit rencana dengan metode rasional.





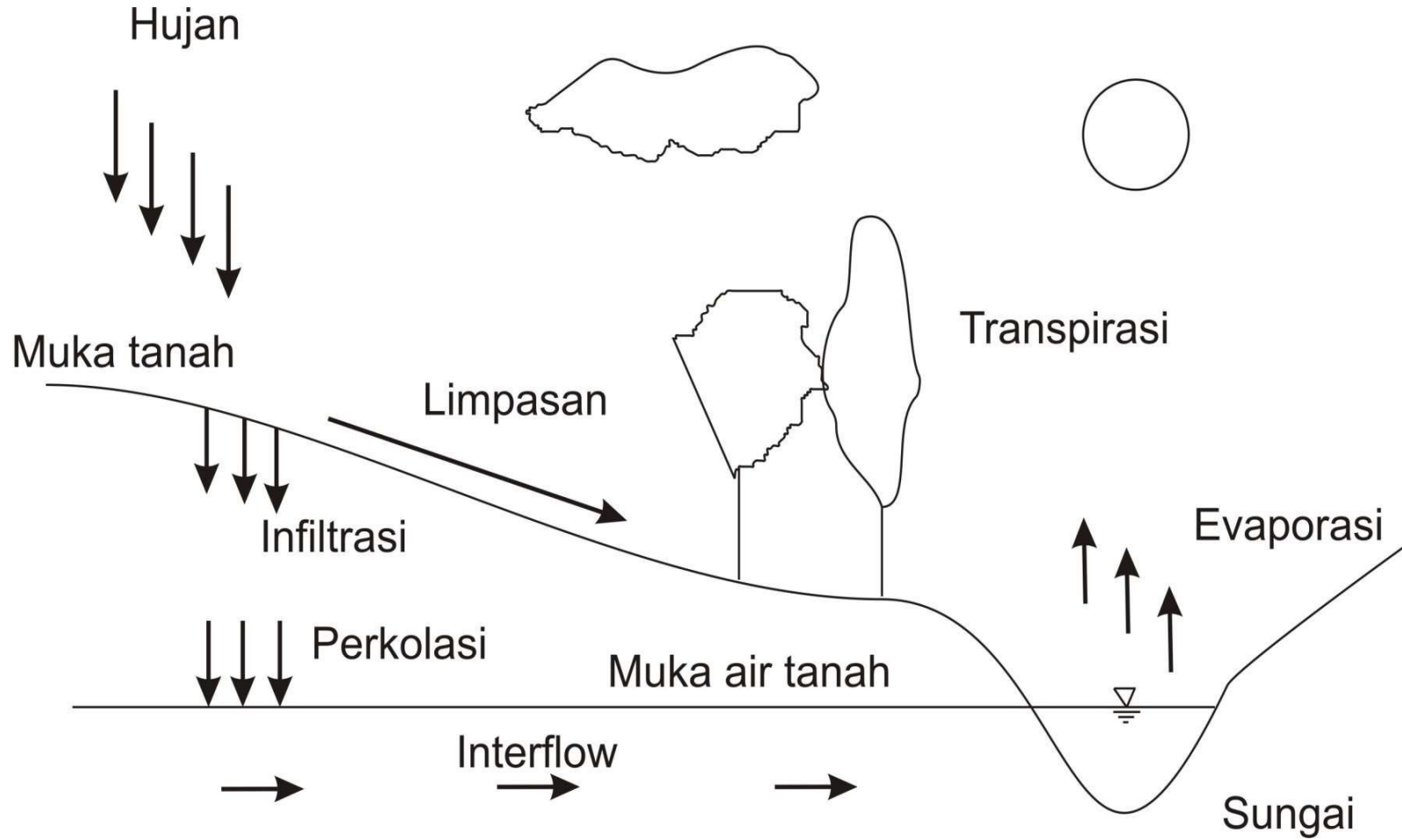
PENDAHULUAN

- Banjir yang menyebabkan genangan sebagai akibat dari curah hujan dan intensitas yang tinggi
- Hampir setiap negara telah melakukan usaha penanggulangan banjir, tetapi karena banjir tidak hanya terjadi akibat hujan juga diakibatkan oleh naiknya permukaan air laut yang menjadi puncaknya saat bulan purnama dan tinggi gelombang laut sehingga air laut merambat daratan karena cuaca ekstrem
- Banjir juga diakibatkan aliran air akibat hujan di dataran tinggi





SIKLUS HIDROLOGI



Gambar 1. Siklus Hidrologi





SIKLUS HIDROLOGI

- Sosrodarsono, dkk (2006) menjelaskan Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari sirkulasi air (water cycle).

- Jadi, dapat dikatakan bahwa Hidrologi adalah ilmu untuk mempelajari:
 1. Presipitasi (precipitation)
 2. Evaporasi dan transpirasi (evaporation)
 3. Aliran permukaan (surface stream flow)
 4. Air tanah (ground water)





KETERANGAN

Infiltrasi : Aliran air kedalam tanah melalui permukaan tanah

Perkolasi : Proses mengalirnya air kebawah secara gravitasi dari suatu lapisan tanah ke lapisan di bawahnya, sehingga mencapai permukaan air tanah pada lapisan jenuh air

Evaporasi / transpirasi : Air yang ada di laut, daratan, sungai, tanaman, dan sebagainya menguap ke angkasa (atmosfer) dan menjadi awan. Pada keadaan jenuh, uap air (awan) itu akan menjadi bintik- bintik air yang selanjutnya akan turun (presipitasi) dalam bentuk hujan, salju, hujan es.





SIKLUS HIDROLOGI

1. Presipitasi

Adalah curah hujan atau turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda, misalnya di daerah tropis berbentuk hujan dan di daerah beriklim sedang berbentuk salju.



Storm near Elko, Nevada. NOAA





SIKLUS HIDROLOGI

2. Evaporasi

- Proses penguapan air, yaitu proses perubahan molekul air menjadi gas.
- Penelitian menunjukkan bahwa samudera, lautan, danau, dan sungai memberikan hampir 90% kelembaban di atmosfer melalui evaporasi dan 10% sisanya berasal dari transpirasi tanaman





SIKLUS HIDROLOGI

3. Aliran Permukaan

Limpasan permukaan (surface runoff)

merupakan hujan yang turun di atas permukaan bumi dan membentuk aliran permukaan menuju saluran aliran air terdekat seperti sungai.

Infiltrasi

Merupakan aliran air ke dalam tanah melalui tanah itu sendiri. Sebagian dapat mengalir arah vertikal dan sebagian lainnya mengalami perkolasi ke lapisan kenyang air/akifer yang akan mengalir sebagai aliran air tanah atau sungai

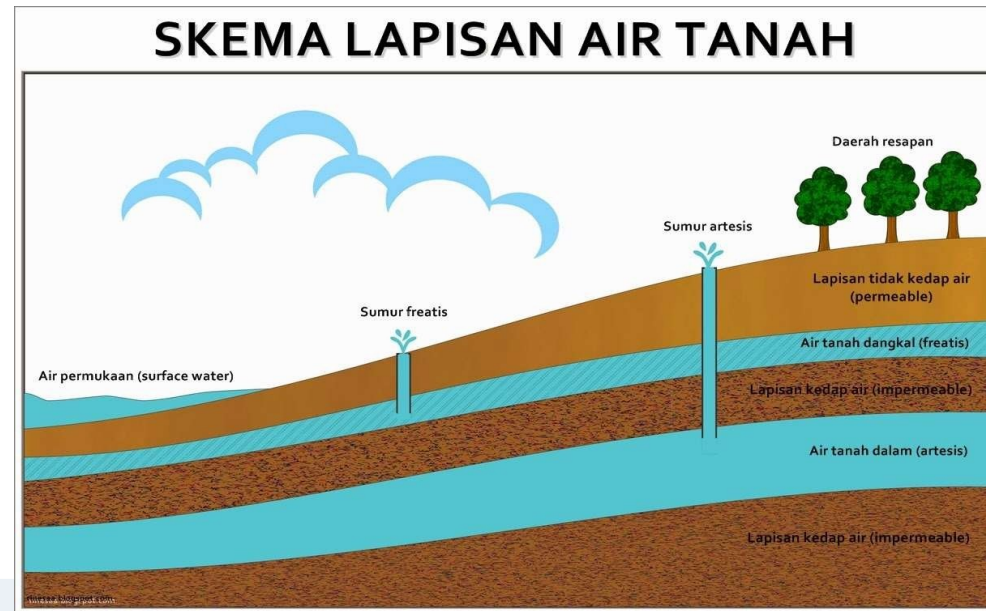




SIKLUS HIDROLOGI

4. Air Tanah

- Merupakan air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah
- Salah satu sumber daya air selain air sungai dan air hujan
- Berperan sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air.





KARAKTERISTIK HUJAN

1. Durasi

Lama kejadian hujan (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh terutama dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis.

Dalam perencanaan drainase, durasi hujan sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi (t_c) khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi yang relatif pendek, mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan.

Intensitas Hujan (I)

- Intensitas adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu
- Besarnya intensitas hujan tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadian
- Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris.

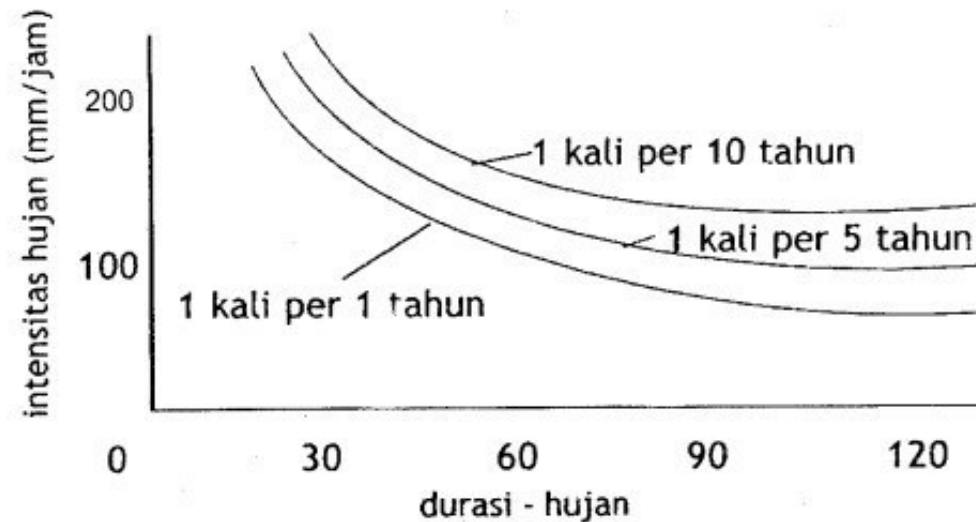




KARAKTERISTIK HUJAN

3. Lengkung intensitas

Grafik yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkung intensitas hujan dengan kala ulang hujan tertentu.





KARAKTERISTIK HUJAN

Waktu konsentrasi

- Waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran.
- Pada prinsipnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi:
 - a. **Inlet time (t_o)**, yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainase.
 - b. **Conduit time (t_d)**, yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir.

Waktu konsentrasi (t_c) dapat dihitung dengan rumus:

$$t_c = t_o + t_d$$





KARAKTERISTIK HUJAN

Lama waktu mengalir di dalam saluran (t_d) ditentukan dengan rumus sesuai dengan kondisi salurannya. Untuk saluran alami, sifat-sifat hidraulikanya sulit ditentukan. Oleh karena itu, t_d dapat ditentukan dengan menggunakan perkiraan kecepatan air seperti pada Tabel 1.

Pada saluran buatan, nilai kecepatan aliran dapat dimodifikasi berdasarkan nilai kekasaran dinding saluran menurut Manning, Chezy, atau yang lain.





KARAKTERISTIK HUJAN

Kemiringan rata-rata dasar saluran (%)	Kecepatan rata-rata (m/dt)
Kurang dari 1	0,40
1 - 2	0,60
2 - 4	0,90
4 - 6	1,20
6 - 10	1,50
10 - 15	2,40

Tabel 1. Kecepatan untuk saluran alami





Materi Ke -3

DRAINASE DAN SANITASI LINGKUNGAN

Disampaikan Oleh :

Dr. Ir. Johannes Hendra Padangalam, Msi

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

JURUSAN TEKNIK SIPIL

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL





ASPEK HIDROLOGI

Aspek hidrologi dalam ilmu drainase meliputi :

1. Siklus hidrologi
2. Karakteristik hujan
3. Data hujan
4. Pengolahan data
5. Debit rencana dengan metode rasional.





KARAKTERISTIK HUJAN

- Waktu konsentrasi besarnya bervariasi dan dipengaruhi oleh :
 - a. Luas daerah pengaliran
 - b. Panjang saluran drainase
 - c. Kemiringan dasar saluran
 - d. Debit dan kecepatan aliran.

- Dalam perencanaan drainase waktu konsentrasi sering disebut durasi hujan karena air yang melimpas mengalir di permukaan tanah dan saluran drainase sebagai akibat adanya hujan selama waktu konsentrasi





DATA HUJAN

Pengukuran

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi pada perancangan debit untuk menentukan dimensi saluran drainase.

Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari.

Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam-jaman atau menitan. Hal ini akan membawa konsekuensi pemilihan data. Dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis.

Alat ukur

Dalam praktik pengukuran hujan terdapat dua jenis alat ukur hujan, yaitu:

- a. Alat ukur hujan biasa/manual
- b. Alat ukur hujan otomatis





DATA HUJAN

Alat ukur hujan biasa (manual rain gauge)

Data yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan alat ini adalah berupa hasil pencatatan oleh petugas pada setiap periode tertentu dalam 1 hari (24 jam). Alat pengukur hujan ini berupa suatu corong dan sebuah gelas ukur, yang masing-masing berfungsi untuk menampung jumlah air hujan dalam satu hari (hujan harian).





DATA HUJAN

- b. Alat ukur hujan otomatis (automatic raingauge)
- Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan alat ini, berupa data pencatatan secara menerus pada kertas pencatat yang dipasang pada alat ukur. Berdasarkan data ini dapat dilakukan analisis untuk memperoleh besaran intensitas hujan.

Tipe alat ukur hujan otomatis ada tiga yaitu :

- Weighted bucket raingauge
- Float type raingauge
- Tipping bucket raingauge

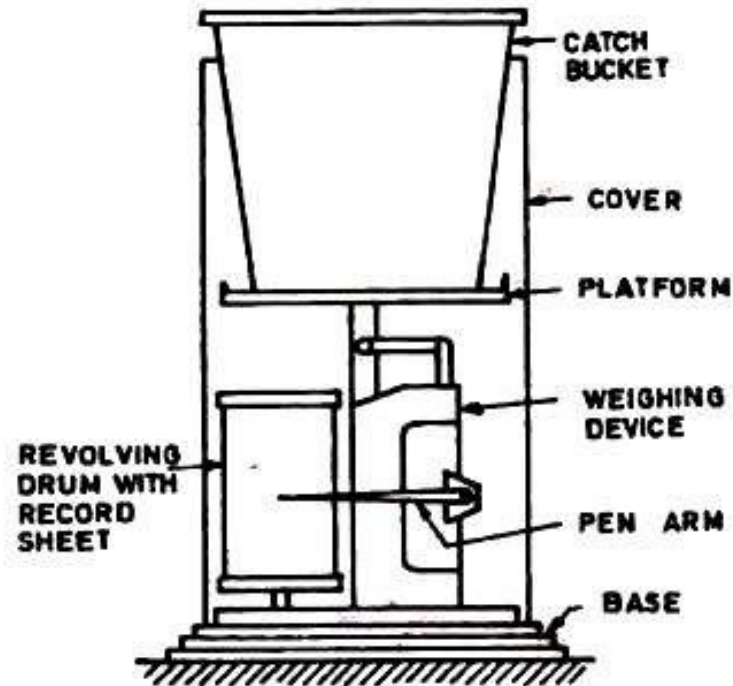




DATA HUJAN

Weighted Bucket Raingauge

Terdiri dari corong penangkap air hujan yang ditempatkan diatas ember penampung air yang terletak di atas timbangan yang dilengkapi dengan alat pencatat otomatis.





Cara Kerja :

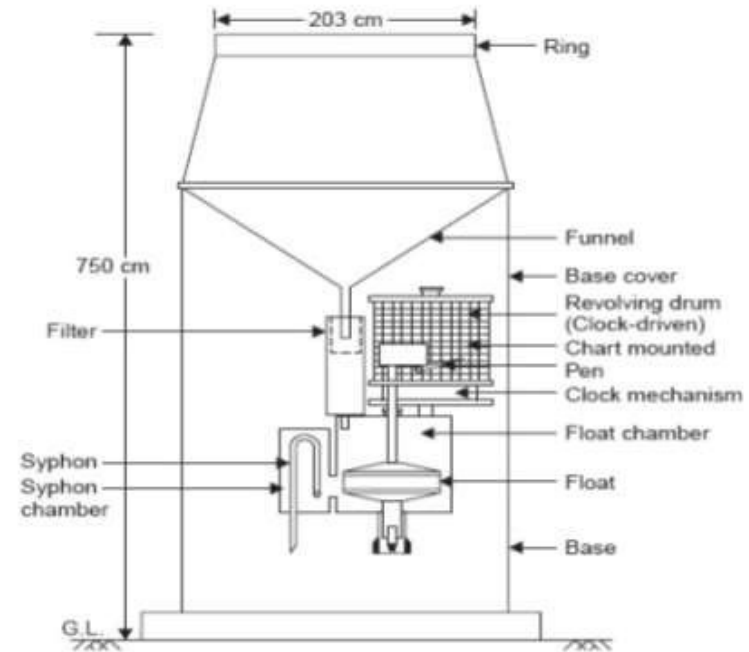
- Alat pencatat otomatis pada timbangan dihubungkan ke permukaan kertas grafik yang tergulung pada sebuah kaleng silinder.
- Dengan demikian setiap terjadi hujan, air hujan tertampung oleh corong akan dialirkan ke dalam ember yang terletak di atas timbangan.
- Setiap ada penambahan air hujan ke dalam ember dapat tercatat pada kertas grafik.
- Setiap periode waktu tertentu gulungan kertas dilepaskan untuk dianalisis.





DATA HUJAN

Float Type Raingauge
Setiap penambahan air pada bejana pengumpul akan diikuti dengan naiknya pelampung yang juga menyebabkan jarum penunjuk ikut naik





Cara Kerja :

- Corong menerima air hujan, yang dikumpulkan wadah
- Dengan memanfaatkan gerakan naik pelampung yang ada dalam bejana akibat tertampungnya hujan.
- Pelampung ini berhubungan dengan sistem pena perekam di atas kertas berskala yang menghasilkan rekaman data hujan.
- Alat ini dilengkapi dengan sistem pengurasan otomatis
- Pada saat air hujan yang tertampung mencapai kapasitas penerimaanya akan dikeluarkan dari bejana dan pena akan kembali pada posisi dasar kertas rekaman data hujan.



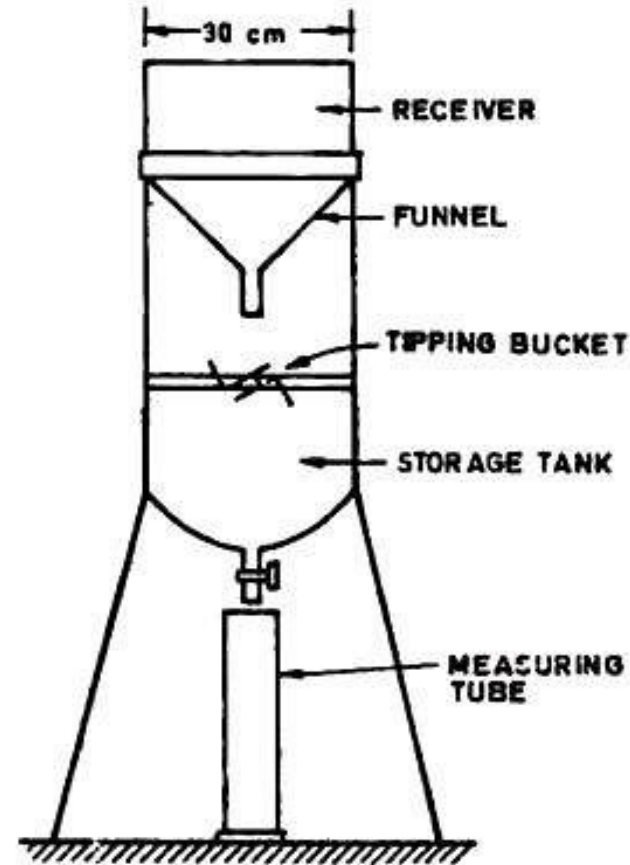


DATA HUJAN

Tipping Bucket Raingauge

pengukuran hujan dilakukan oleh alat melalui pias yang bergerak secara grafik setiap curah hujan yang terukur.

menggunakan prinsip menimbang berat air hujan yang tertampung menggunakan bucket atau ember kemudian disalurkan dengan sebuah skala ukur (pias) yang telah ditetapkan berdasarkan pengujian dan kalibrasi.





Cara Kerja :

- Air hujan akan masuk melalui corong penakar, dan kemudian mengalir untuk mengisi bucket.
- Setiap jumlah air hujan yang masuk sebanyak 0.5 mm atau sejumlah 20 ml maka bucket akan berjungkit dimana bucket yang satunya akan dan siap untuk menerima air hujan yang masuk berikutnya.
- Pada saat bucket berjungkit inilah pena akan menggores pias 0.5 skala (0.5 mm).
- Pena akan menggores pias dengan gerakan naik dan turun.
- Dari goresan pena pada skala pias dapat diketahui jumlah curah hujannya.





KARAKTERISTIK HUJAN

Waktu konsentrasi

- Waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran.
- Pada prinsipnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi:
 - a. **Inlet time (t_o)**, yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainase.
 - b. **Conduit time (t_d)**, yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir.

Waktu konsentrasi (t_c) dapat dihitung dengan rumus:

$$t_c = t_o + t_d$$





KARAKTERISTIK HUJAN

Lama waktu mengalir di dalam saluran (t_d) ditentukan dengan rumus sesuai dengan kondisi salurannya. Untuk saluran alami, sifat-sifat hidraulikanya sulit ditentukan. Oleh karena itu, t_d dapat ditentukan dengan menggunakan perkiraan kecepatan air seperti pada Tabel 1.

Pada saluran buatan, nilai kecepatan aliran dapat dimodifikasi berdasarkan nilai kekasaran dinding saluran menurut Manning, Chezy, atau yang lain.





KARAKTERISTIK HUJAN

Kemiringan rata-rata dasar saluran (%)	Kecepatan rata-rata (m/dt)
Kurang dari 1	0,40
1 - 2	0,60
2 - 4	0,90
4 - 6	1,20
6 - 10	1,50
10 - 15	2,40

Tabel 1. Kecepatan untuk saluran alami





DATA HUJAN

3. Kondisi dan Sifat Data

Data hujan yang baik diperlukan dalam melakukan analisis hidrologi, sedangkan untuk mendapatkan data yang berkualitas biasanya tidak mudah. Data hujan hasil pencatatan yang tersedia biasanya dalam kondisi yang 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.

Kualitas data yang tersedia akan ditentukan oleh alat ukur dan manajemen pengelolaannya.





Soal :

Suatu area dengan lebar area 200 meter kemiringan 1,00 persen. Panjang area atau panjang saluran 500 meter dengan kemiringan saluran 0,80 persen. Hitunglah waktu konsentrasi yang terjadi.





Tabel hubungan kemiringan dan kecepatan rata-rata

Kemiringan Saluran (%)	Kecepatan rata-rata (m/dt)
< 1	0,4
1 - < 2	0,6
2 - < 4	0,9
4 - < 6	1,2
6 - < 10	1,5
10 - < 15	2,4





Penyelesaian :

Lebar area 200 meter kemiringan area 1,00 persen lihat table 3,1 tabel kemiringan area vs kecepatan rata-rata aliran, didapatkan kecepatan aliran $v = 0,60$ meter/detik. Sehingga waktu aliran dari sisi atas area $t_o = L/v = 200 \text{ (m)}/0,60 \text{ (m/detik)} = 333,33$ detik. Panjang saluran 500 meter kemiringan saluran 0,80 persen. Lihat tabel 3.1, kecepatan aliran air pada saluran = 0,40 meter/detik. Waktu aliran dari hulu ke hilir saluran $t_d = L_{sal}/v_{sal} = 500/0,80 = 625$ detik. Jadi waktu konsentrasi $t_c = t_o + t_d = 333,33 + 625$ detik = 958,33 detik = $958.33/3600 = 0,27$ jam. Kesimpulan adalah waktu mengalir air dari sisi atas area dan sampai diujung /hilir saluran adalah 0,27 jam.





PENGOLAHAN DATA

1. Hujan rata-rata daerah aliran

Hujan rata-rata suatu daerah dapat dihitung dengan:

- a. Cara rata-rata aljabar

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan.

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

\bar{R} : curah hujan daerah

n : jumlah titik atau pos pengamatan

R_1, R_2, \dots, R_n : curah hujan di tiap titik pengamatan





PENGOLAHAN DATA

b. Cara Thiessen

Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan.

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

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

$$\bar{R} = W_1 R_1 + W_2 R_2 + \dots + W_n R_n$$

dimana:

\bar{R} : curah hujan daerah

R_1, R_2, \dots, R_n : curah hujan di tiap titik pengamatan

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

$$W_1, W_2, \dots, W_n : \frac{A_1}{A}, \frac{A_2}{A}, \dots, \frac{A_n}{A}$$





PENGOLAHAN DATA

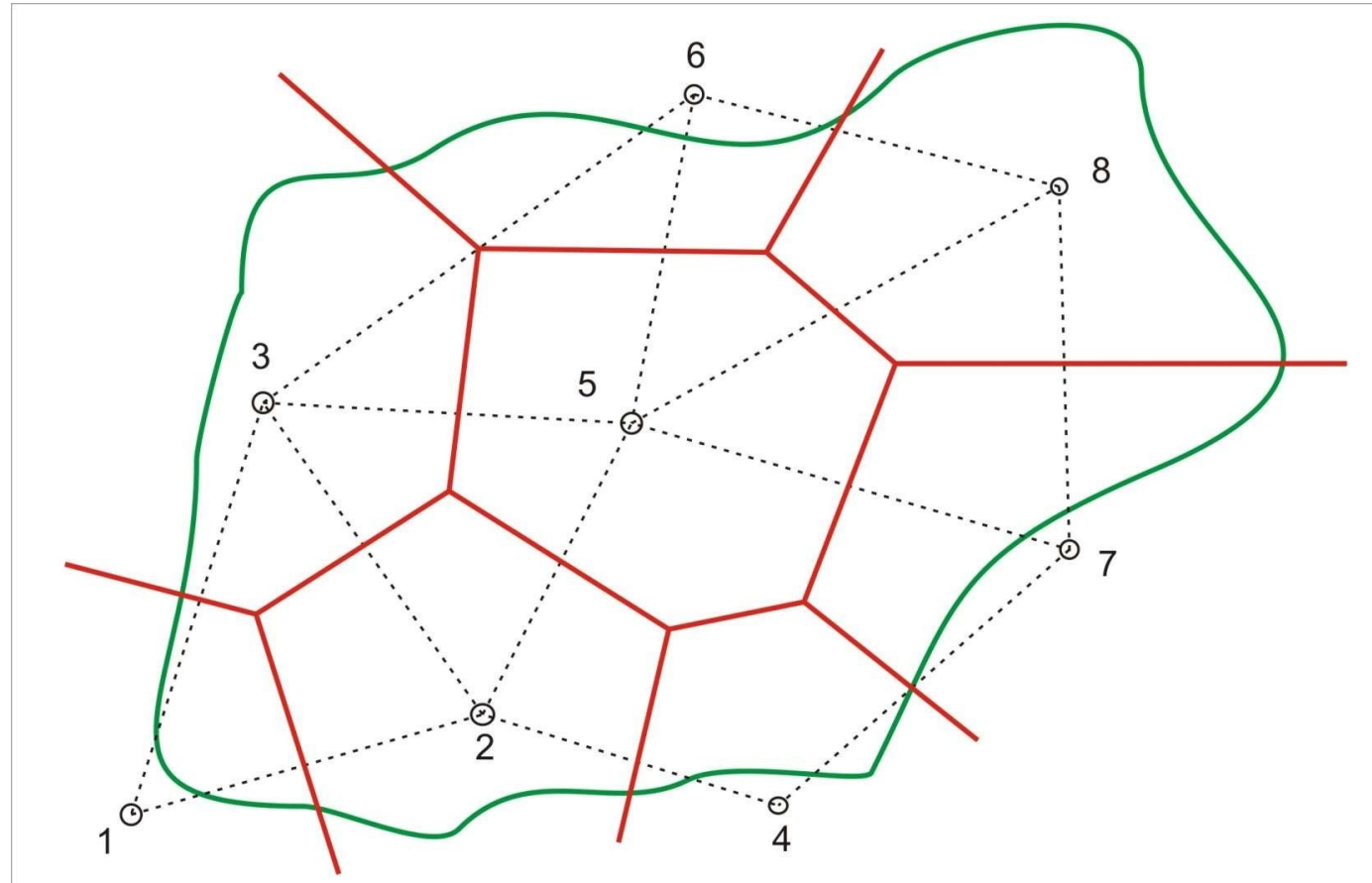
c. Cara Thiessen (lanjutan)

Bagian-bagian daerah A_1, A_2, \dots, A_n ditentukan dengan sebagai berikut:

1. Cantumkan titik-titik pengamatan di dalam dan di daerah itu pada peta topografi, kemudian hubungkan tiap titik yang berdekatan dengan sebuah garis lurus (dengan demikian akan terlukis jaringan segitiga yang menutupi seluruh daerah).
2. Daerah yang bersangkutan itu dibagi dalam poligon-poligon yang didapat dengan menggambar garis bagi tegak lurus pada tiap sisi segitiga tersebut di atas. Curah hujan dalam tiap poligon itu dianggap diwakili oleh curah hujan dari pengamatan dalam tiap poligon itu. Luas itu diukur dengan planimeter atau dengan cara lain.



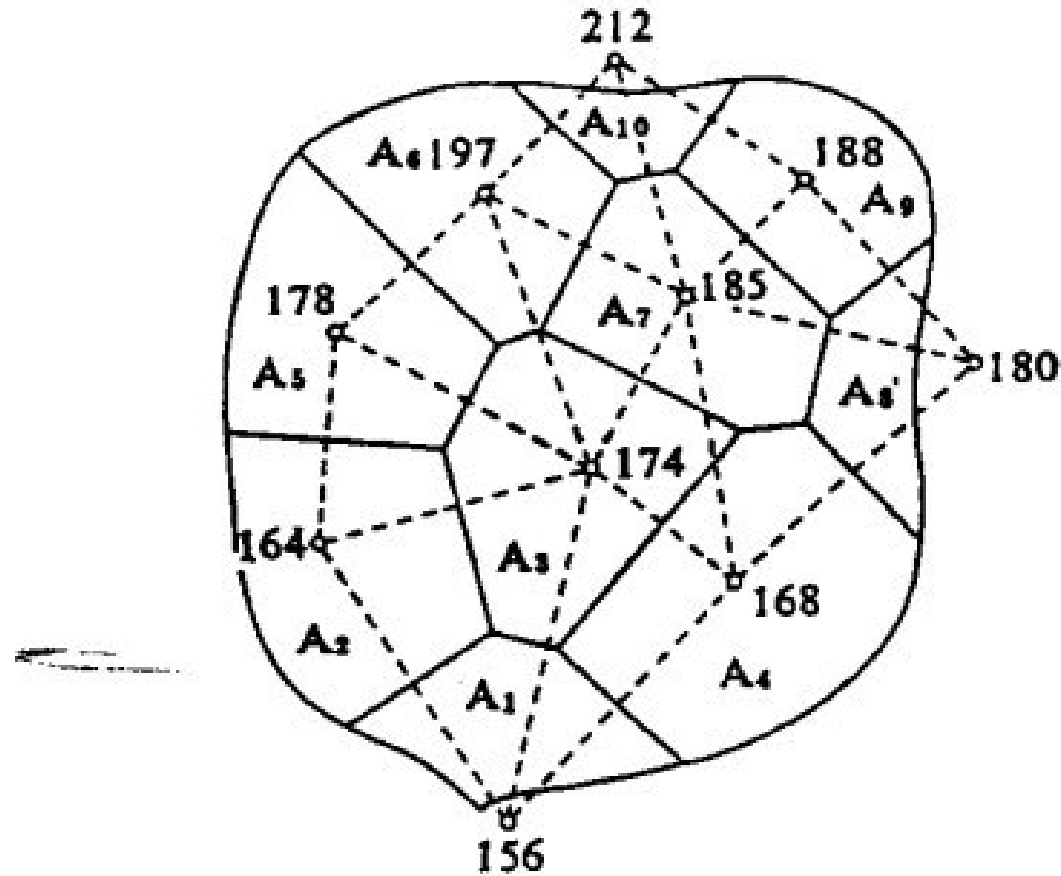
PENGOLAHAN DATA



Gambar 1. Contoh Poligon Thiessen (a)



PENGOLAHAN DATA



Gambar 1. Contoh Poligon Thiessen (b)





PENGOLAHAN DATA

d. Cara isohyet

Peta isohyet digambar pada peta topografi dengan interval 10 sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan di dalam dan di sekitar daerah yang dimaksud. Luas bagian daerah antara dua garis isohyet yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohyet yang berdekatan yang termasuk bagian-bagian itu dapat dihitung.

dimana:

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

\bar{R} : curah hujan daerah

A_1, A_2, \dots, A_n : luas bagian - bagian antara garis - garis isohyet

R_1, R_2, \dots, R_n : curah hujan rata - rata pada bagian - bagian A_1, A_2, \dots, A_n

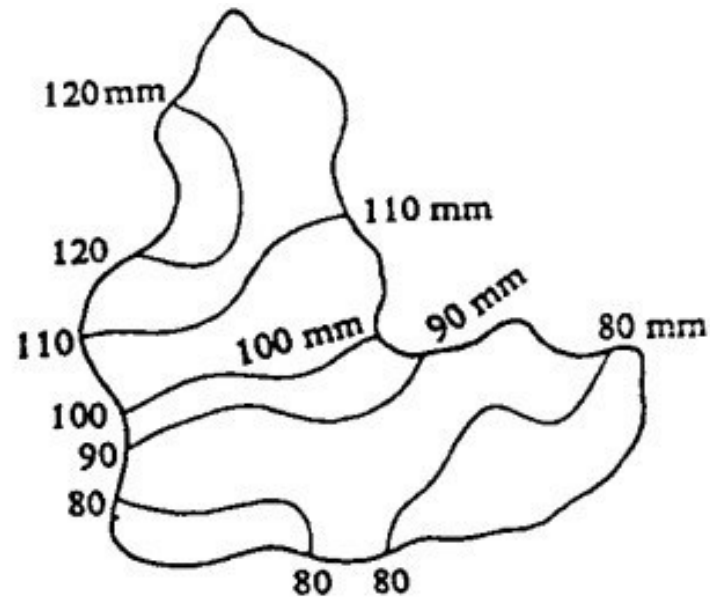




PENGOLAHAN DATA

Cara isohyet (lanjutan)

Cara ini adalah cara rasional yang terbaik jika garis-garis isohyet dapat digambar dengan teliti. Akan tetapi jika titik-titik pengamatan itu banyak dan variasi curah hujan di daerah yang bersangkutan besar, maka pada pembuatan peta isohyet ini akan terdapat kesalahan pribadi si pembuat peta.



Gambar 2. Contoh Isohyet)





PENGOLAHAN DATA

2. Melengkapi Data

- ❑ Hasil pengukuran hujan yang diterima oleh Pusat Meteorologi dan Geofisika dari tempat-tempat pengamatan hujan terkadang tidak lengkap sehingga di dalam daftar hujan ada data yang hilang. Tidak tercatatnya data hujan tersebut mungkin dikarenakan alat penakarnya rusak, kesalahan petugas pencatat hujan, atau sebab lainnya.
- ❑ Untuk melengkapi data yang hilang tersebut dapat dilakukan perkiraan dengan menggunakan data hujan dari tiga tempat di sekitarnya sebagai dasar.





PENGOLAHAN DATA

Apabila selisih antara hujan-hujan tahunan normal dari tempat pengamatan yang datanya tidak lengkap kurang dari 10% maka perkiraan data yang hilang boleh diambil harga rata-rata hitung dari data-data tempat-tempat pengamatan yang mengelilinginya.

Jika selisih melebihi 10% diambil cara menggunakan perbandingan biasa, yaitu :

$$r = 1/3 \left\{ \frac{R}{R_A} r_A + \frac{R}{R_B} r_B + \frac{R}{R_C} r_C \right\}$$

dimana :

R = Curah hujan rata-rata setahun di tempat pengamatan R datanya harus lengkap.

r_A, r_B, r_C = curah hujan ditempat pengamatan R_A, R_B, R_C

R_A, R_B, R_C = curah hujan rata-rata setahun di A,B dan C





PENGOLAHAN DATA

3. Kala ulang hujan

Suatu data hujan adalah (x) akan mencapai suatu harga tertentu/disamai (x_i) atau kurang dari (x_i) atau lebih/dilampaui dalam kurun waktu T tahun, maka T tahun ini dianggap sebagai periode ulang dari (x_i).

Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang perencanaan:

- saluran kwarter : periode ulang 1 tahun
- saluran tersier : periode ulang 2 tahun
- saluran sekunder : periode ulang 5 tahun
- saluran primer : periode ulang 10 tahun





PENGOLAHAN DATA

Penentuan periode ulang juga didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase perkotaan dari hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi mendapatkan besaran hujan dengan kala ulang tertentu dipersiapkan rangkaian data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam-jaman atau menitan.

Analisis frekuensi terhadap data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Gumbell, Log Normal, Log Pearson III, dsb

Tabel 1. pedoman umum penggunaan metode distribusi (Soewawno, 1995)

No.	Jenis Sebaran	Syarat
1	Normal	$C_s = 0 ; C_k = 3$
2	Log Normal	$C_s = 1,104 ; C_k = 5,24$
3	Gumbel	$C_s \approx 1,14 ; C_k \approx 5,4002$
4	Log <i>Pearson</i> Tipe III	$C_s \neq 0 ; C_{v1} = 0,3$





PENGOLAHAN DATA

4. Analisis intensitas hujan

Data curah hujan dalam suatu waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada alat otomatis dapat diubah menjadi intensitas curah hujan per jam.

Misalnya untuk mengubah hujan 5 menit menjadi intensitas hujan per jam, maka curah hujan ini harus dikalikan dengan $60/5$. Demikian pula untuk hujan 10 menit, dikalikan dengan $60/10$.

Dr. Mononobe, intensitas hujan (I) di dalam rasional dapat dihitung dengan rumus:

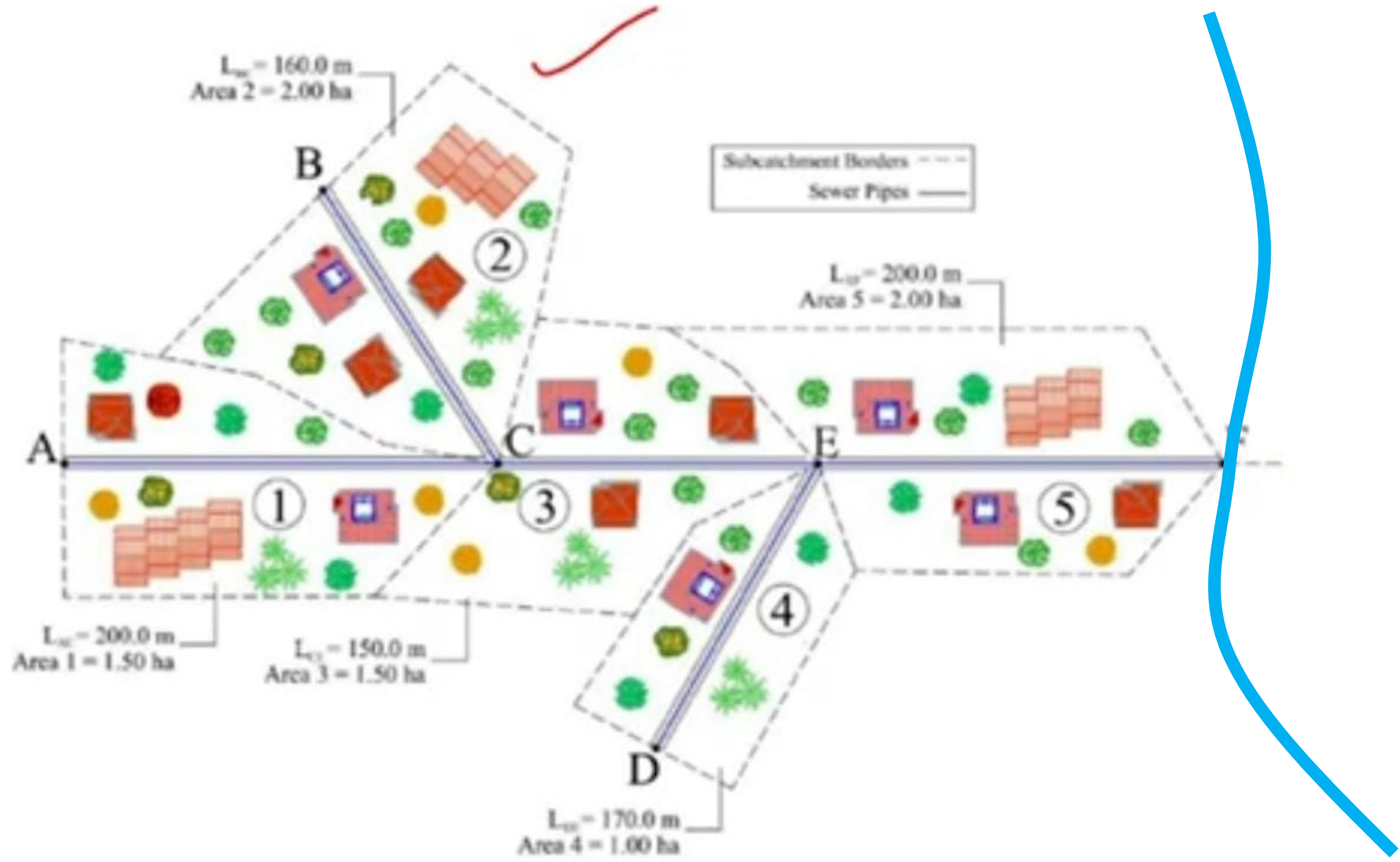
$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \text{ mm/jam}$$

R : curah hujan rancangan setempat dalam mm

t_c : lama waktu konsentras i dalam jam

I : intensitas hujan dalam mm/jam







DEBIT RANCANGAN DENGAN METODE RASIONAL

Asumsi dasar yang ada selama ini adalah bahwa kala ulang debit ekuivalen dengan kala ulang hujan. Debit rencana untuk daerah perkotaan umumnya dikehendaki pembuangan air yang secepatnya, agar jangan ada genangan air yang berarti. Untuk memenuhi tujuan ini saluran-saluran harus dibuat cukup sesuai dengan debit rancangan.

Faktor-faktor yang menentukan sampai berapa tinggi genangan air yang diperbolehkan agar tidak menimbulkan kerugian yang berarti, adalah:

Berapa luas daerah yang akan tergenang (sampai batas tinggi yang diperbolehkan).

Berapa lama waktu penggenangan itu.





DEBIT RANCANGAN DENGAN METODE RASIONAL

Suatu daerah perkotaan umumnya merupakan bagian dari suatu daerah aliran yang lebih luas, dan di daerah aliran ini sudah ada sistem drainase alami.

Perencanaan dan pengembangan sistem bagi suatu daerah perkotaan yang baru harus diselaraskan dengan sistem drainase alami yang sudah ada, agar keadaan aslinya dapat dipertahankan sejauh mungkin.

Besarnya debit rencana dihitung dengan memakai **Metode Rasional** kalau daerah alirannya kurang dari 80 Ha. Untuk daerah aliran yang lebih luas sampai dengan 5000 Ha dapat digunakan metode rasional yang diubah. Untuk luas daerah yang lebih dari 5000 Ha digunakan hidrograf satuan atau metode rasional yang diubah.

Rumus Metode Rasional :

$$Q = C \times \beta \times I \times A$$

Q : debit rencana dengan kala ulang T tahun dalam m^3 / det

C : koefisien pengaliran (limpasan)

β : koefisien penyebaran hujan

I : intensitas selama waktu konsentras i dalam mm/jam

A : Luas daerah aliran dalam Ha





DEBIT RANCANGAN DENGAN METODE RASIONAL

Koefisien pengaliran (C)

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah.

Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan di kemudian hari.

Besarnya koefisien pengaliran dapat diambil seperti pada Tabel 2.





DEBIT RANCANGAN DENGAN METODE RASIONAL

Jenis tata guna lahan	Koefisien pengaliran (C)
Perumahan tidak begitu rapat (20rmh/Ha)	0,25 – 0,40
Perumahan kerapatan sedang (20-60rmh/Ha)	0,40 – 0,70
Perumahan rapat	0,7 – 0,8
Taman dan daerah rekreasi	0,2 – 0,3
Daerah industri	0,8 – 0,9
Daerah Perniagaan	0,9 – 0,95

Tabel 2. Koefisien Pengaliran





DEBIT RANCANGAN DENGAN METODE RASIONAL

Koefisien penyebaran hujan (β)

Koefisien penyebaran hujan merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang merata pada suatu daerah pengaliran.

Nilai besaran ini tergantung dari kondisi dan luas pengaliran. Untuk daerah yang relatif kecil biasanya kejadian hujan diasumsikan merata, sehingga nilai penyebaran hujannya adalah 1.

Koefisien β ditunjukkan pada Tabel 3.





DEBIT RANCANGAN DENGAN METODE RASIONAL

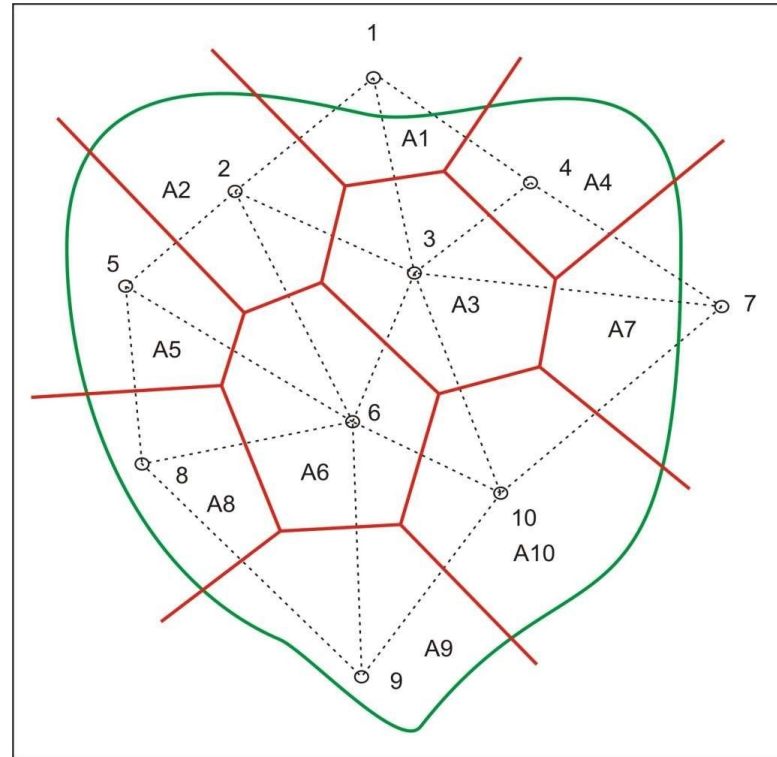
Luas daerah pengaliran (km ²)	Koefisien penyebaran hujan (β)
0 – 4	1,000
5	0,995
10	0,980
15	0,955
20	0,920
25	0,875
30	0,820
50	0,5000

Tabel 3. Koefisien Penyebaran Hujan



SOAL

1. Hitung besarnya curah hujan daerah (rata-rata) dari suatu daerah pengaliran seperti terlihat pada Gambar. Terdapat beberapa titik pengamatan dengan besaran curah hujan masing-masing.





SOAL

Data Curah Hujan dan Luas Wilayah Terwakili

No. Titik Pengamatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A (km ²)	5,4	19,6	18,0	15,0	20,8	24,6	8,5	22,5	13,4
R (mm/hari)	212	197	185	188	178	174	180	164	156





SOAL

2. Tentukan **besarnya intensitas hujan pada** suatu daerah aliran apabila diketahui data hujan harian dengan kala ulang tahun (R_2) adalah **42 mm**. Waktu konsentrasi pada daerah aliran tersebut $t_c = 1,2$ **jam**.

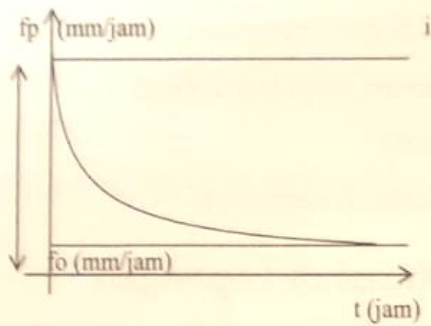
Gunakan rumus Mononobe.

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \text{ mm/jam}$$



3.3 Gambaran Daya Infiltrasi

Untuk $i \geq f_p$:

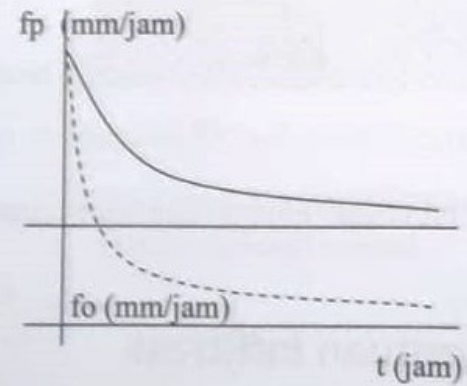


Gambar 3.1 Grafik $i \geq f_p$
Sumber: Dokumen Pribadi

Keterangan:

- i = intensitas hujan (mm/jam)
- f_o = daya infiltrasi awal (mm/jam)
- t = waktu (jam)
- f_p = daya infiltrasi (mm/jam)

Untuk $i < f_p$:



Gambar 3.2 Grafik $i < f_p$
Sumber: Dokumen Pribadi





JAWAB

Diketahui :

$$R_{24} = 42 \text{ mm}$$

$$T_c = 1,2 \text{ Jam}$$

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{42}{24} \left(\frac{24^2}{1,2} \right)^{1/3}$$

$$I = 12,8 \text{ mm/jam}$$





TERIMAKASIH





DRAINASE DAN SANITASI LINGKUNGAN

Disampaikan Oleh :

Dr. Ir. Johannes Hendra Padangalam, Msi

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si

JURUSAN TEKNIK SIPIL

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL



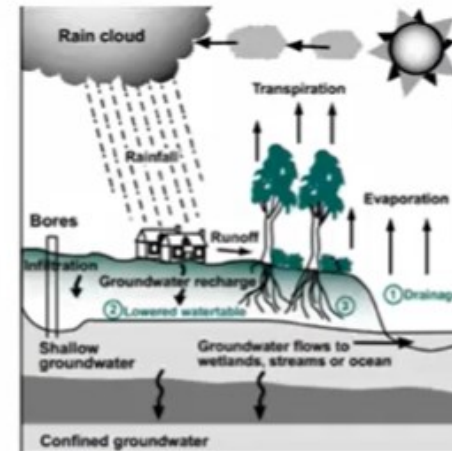
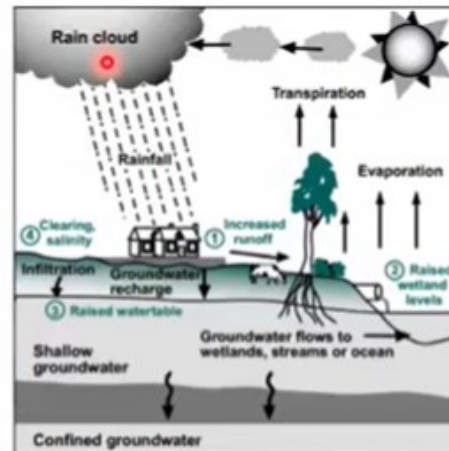
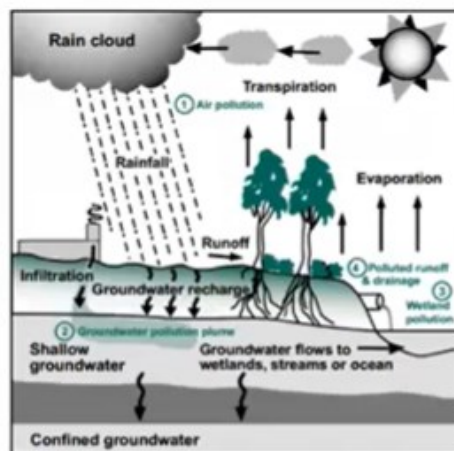
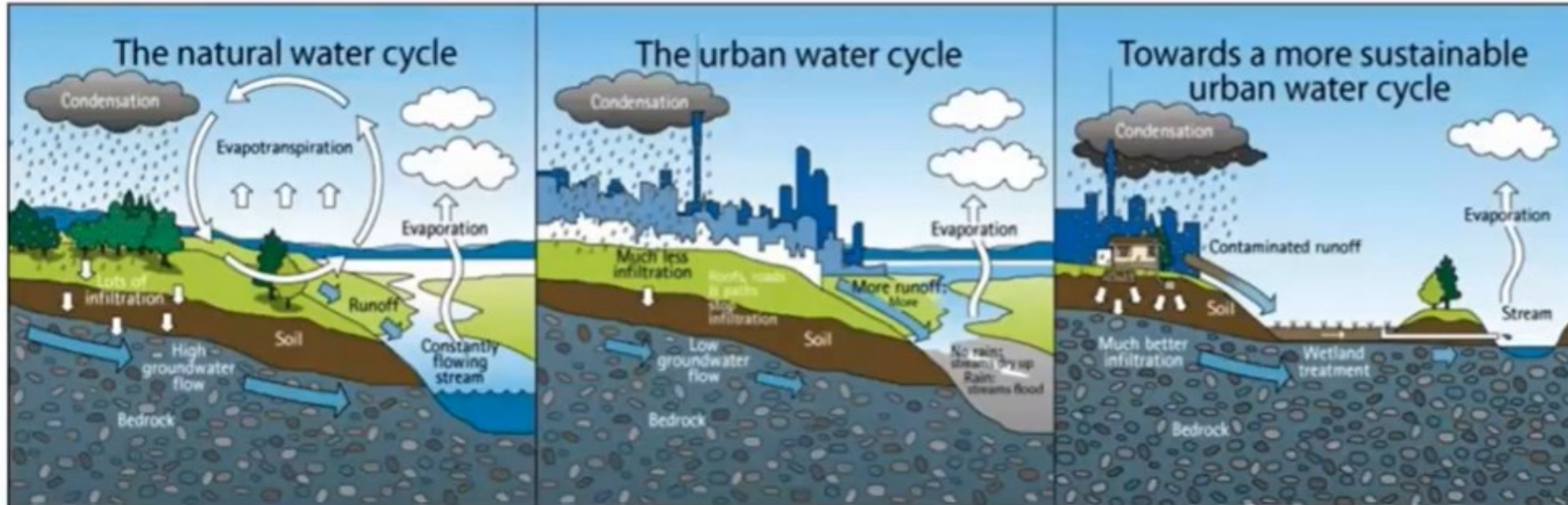


PEDOMAN TERKAIT PERENCANAAN DAN PENGELOLAAN SANITASI DI INDONESIA





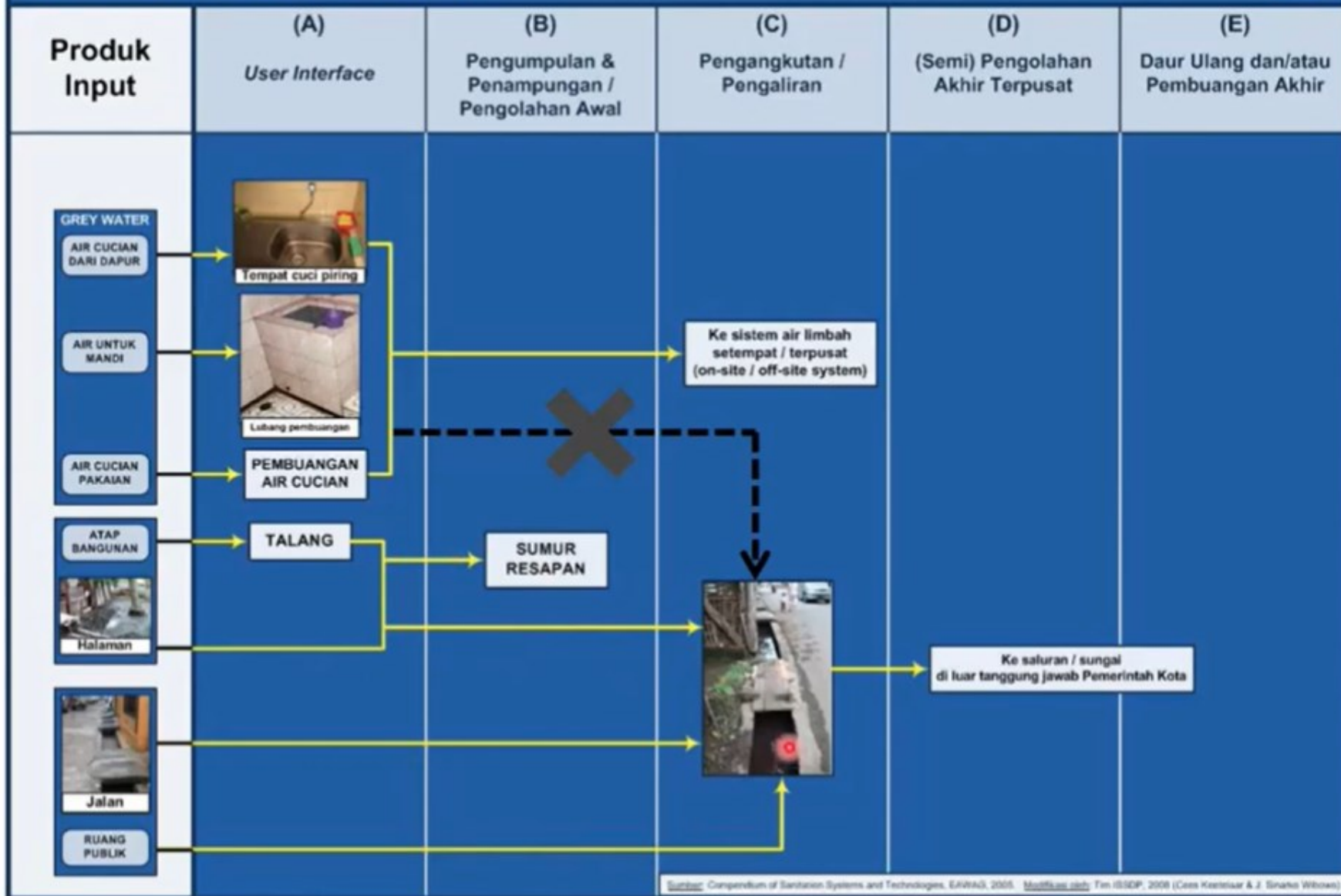
PELAKSANAAN DRAINASE SEBAGAI INTERVENSI DALAM PROSES HIDROLOGI





Peta Sistem Sanitasi: Drainase Lingkungan

Rev-01



Sumber: Compendium of Sanitation Systems and Technologies, EAWAG, 2005. [Modifikasi oleh: Tim IISDP, 2008 \(Cons Koentjaraningrat & J. Sintha Wilowa\)](#)





KONSEP PENGELOLAAN DRAINASE

(Ditjen Cipta Karya Kemen PUPR)



DRAINASE LINGKUNGAN





a). Sistem drainase lokal

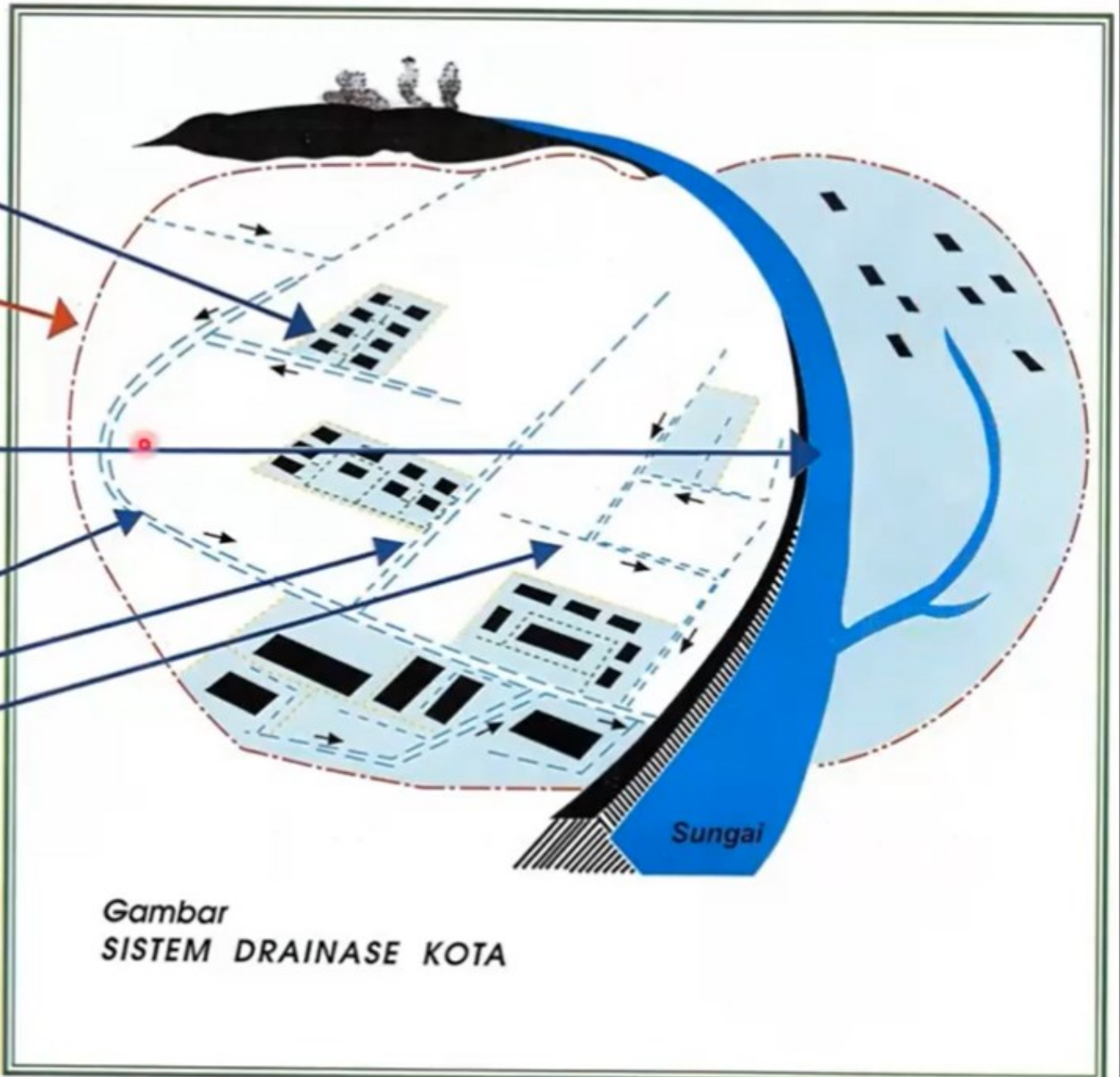
b). Sistem drainase utama

c). Pengendalian banjir
(Flood Control)

d). Sistem saluran primer

e). Sistem saluran sekunder

f). Sistem saluran tersier



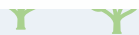
Gambar
SISTEM DRAINASE KOTA





DEFINISI SPALD

- SPALD Terpusat yang selanjutnya disebut SPALD-T adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif ke Sub-sistem Pengolahan Terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air permukaan.
- Cakupan pelayanan SPALD-T terdiri atas:
 - a. skala perkotaan;
 - b. skala permukiman; dan
 - c. skala kawasan tertentu.





JENIS DRAINASE

- **Menurut Sejarah Terbentuknya:**

1. **Drainase alamiah (*natural drainage*)**

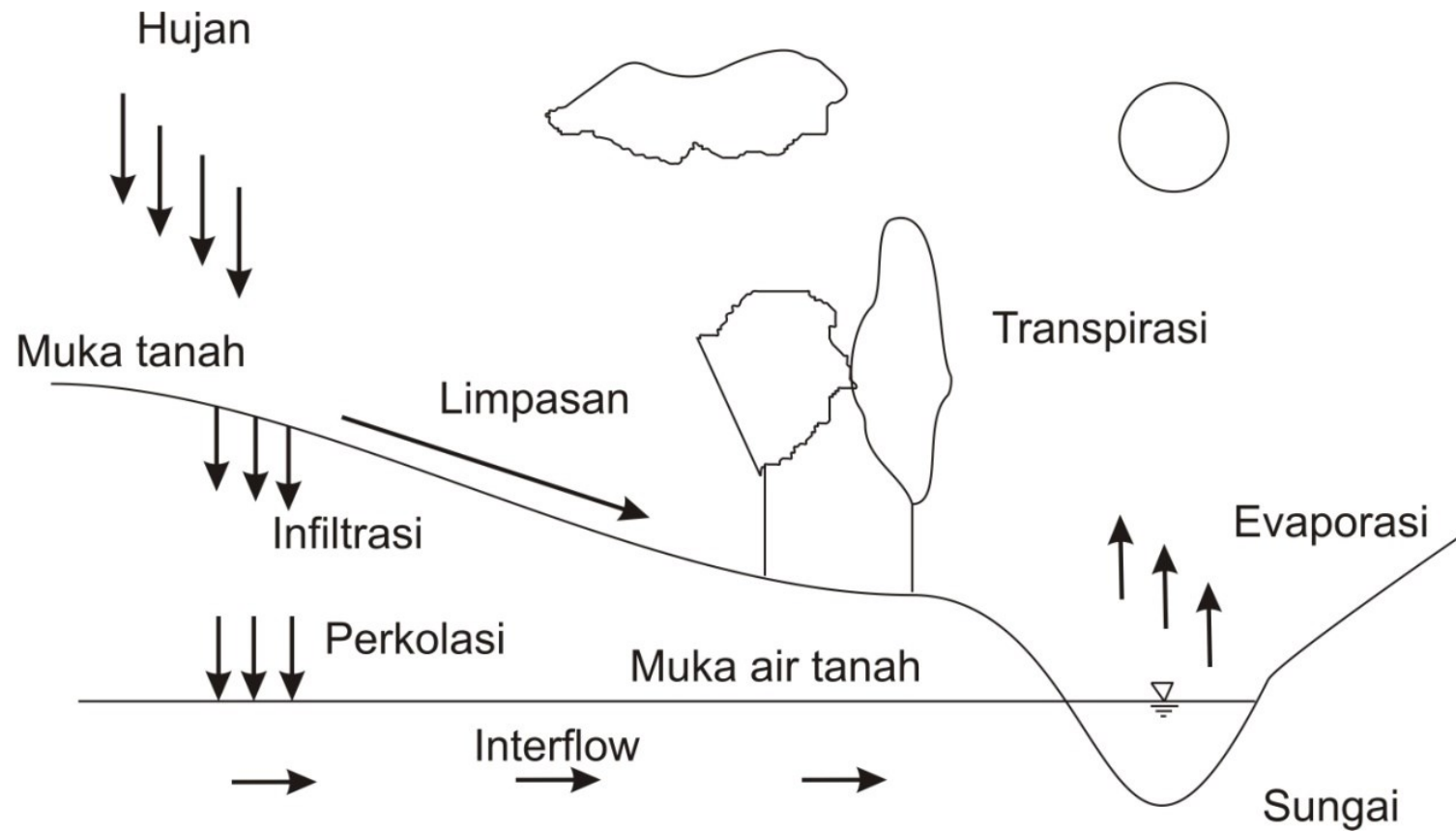
Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dll.

Terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.





JENIS DRAINASE





JENIS DRAINASE



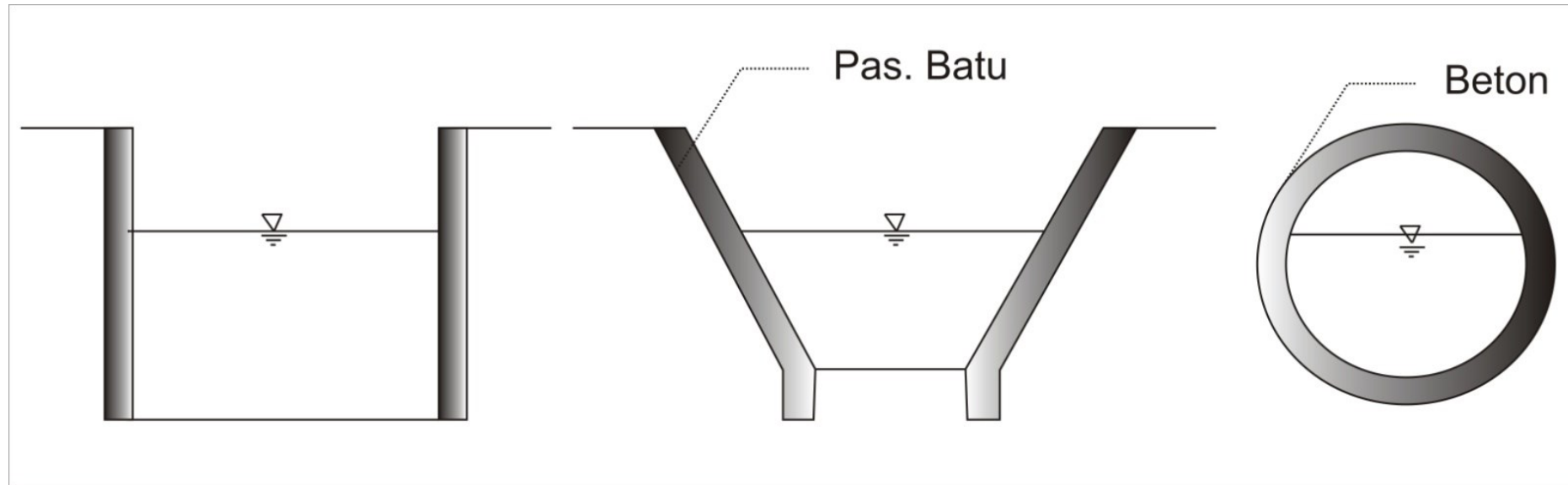
2. Drainase buatan (*artificial drainage*)

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa, dsb.





JENIS DRAINASE





JENIS DRAINASE

- **Menurut Letak Bangunan**

1. **Drainase permukaan tanah (*surface drainage*)**

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis alirannya merupakan analisis *open channel flow* (aliran saluran terbuka).

2. **Drainase bawah permukaan tanah (*subsurface drainage*)**

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah tanah (pipa-pipa) karena alasan : tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dll.





JENIS DRAINASE

- **Menurut Fungsi:**

1. *Single purpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri, (Sewerage) dll.

2. *Multi purpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.





JENIS DRAINASE

- **Menurut konstruksi**

1. **Saluran terbuka**

Saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

2. **Saluran tertutup**

Saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.





Pertemuan ke 9
PERENCANAAN SISTEM DRAINASE

Kuliah Drainase dan Sanitasi

Dosen :

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si



SELAMAT DATANG DI KULIAH DARING

- Peserta adalah Mahasiswa D3, S-1 dan P2K FTSP ISTN yang mengambil mata Kuliah Drainase dan Sanitasi Lingkungan di Semester Genap 2022
- Pelaksanaan Perkuliahan dilaksanakan secara Daring dengan menggunakan e-Learning ISTN dan Zoom
- Peserta login sesuai dengan Nama dalam Absensi Kehadiran
- Selama pelaksanaan perkuliahan dengan Zoom, pada sesi penyampaian materi peserta agar mengaktifkan fitur mute agar tidak mengganggu jalannya pemaparan materi kuliah
- Pada Sesi diskusi peserta dapat langsung menyampaikan pertanyaan dengan Fitur Raise hand atau fitur Q&A, untuk pertanyaan yang sama cukup dengan klik like



PERENCANAAN DRAINASE

Lingkup Materi

Rumusan Masalah :

- Aspek-aspek apa saja yang perlu dipahami dalam Tata cara perencanaan drainase?

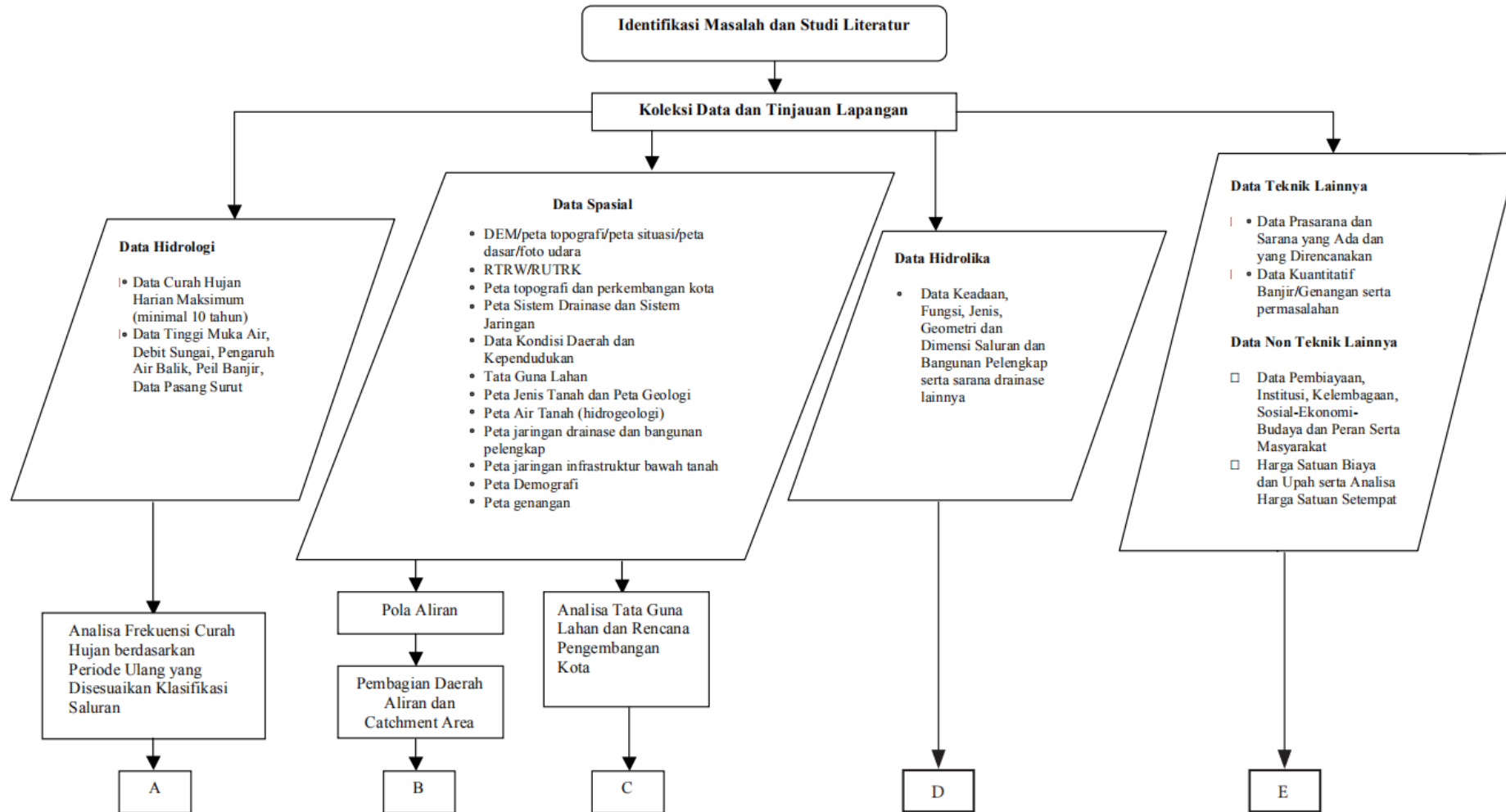
Maksud dan Tujuan

Mahasiswa/wi dapat memahami aspek-aspek yang perlu di pahami sebagai pegangan bagi perencanaan dan pelaksana yang bergerak dalam bidang studi kelayakan drainase perkotaan



PERENCANAAN DRAINASE

TATA CARA PENYUSUNAN RENCANA DRAINASE PERKOTAAN

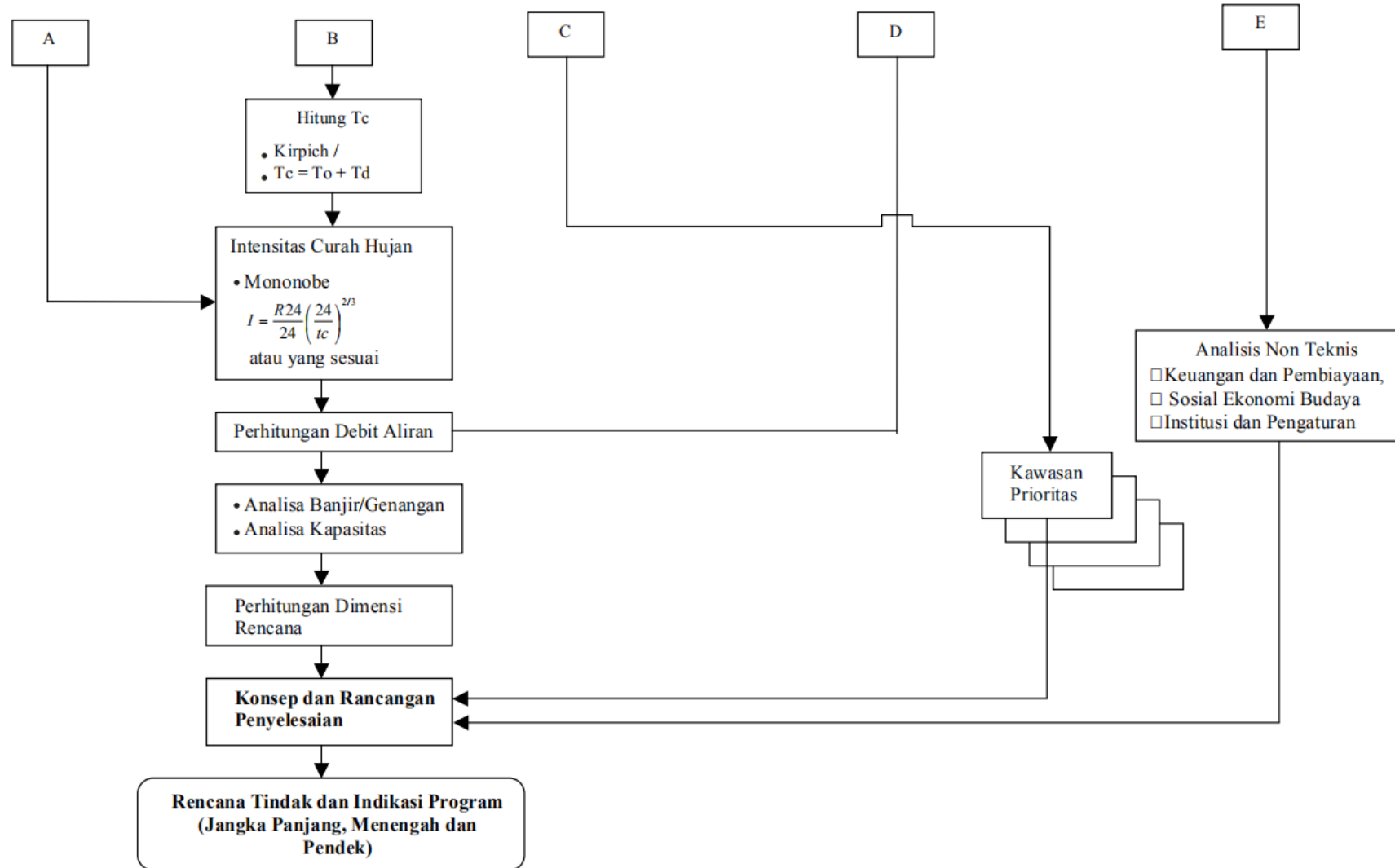


Sumber : Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Drainase Perkotaan



PERENCANAAN DRAINASE

TATA CARA PENYUSUNAN RENCANA DRAINASE PERKOTAAN





PERENCANAAN DRAINASE

Batasan Pengertian

- **Drainase** : prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima
- **Drainase perkotaan** : drainase di wilayah kota yang berfungsi mengelola/mengendalikan air permukaan, sehingga tidak mengganggu dan/atau merugikan masyarakat
- **Rencana induk system drainase perkotaan berwawasan lingkungan** : perencanaan dasar drainase yang menyeluruh dan terarah pada suatu daerah perkotaan yang mencakup perencanaan jangka Panjang, jangka menengah, dan jangka pendek sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang Kota
- **Badan penerima** : wadah-wadah air alamiah atau buatan berupa laut, sungai, danau, kolam retensi, kolam detensi, kolam tandon, sumur resapan dan sarana resapan lainnya yang ramah lingkungan
- **Bangunan pelengkap** : bangunan air yang melengkapi system drainase berupa, gorong-gorong, bangunan pertemuan, bangunan terjunan, siphon, talang, tali air/ *street inlet*, pompa dan pintu air

Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



PERENCANAAN DRAINASE

Batasan Pengertian

- **Daerah genangan** : kawasan yang tergenang air akibat tidak berfungsinya sistem drainase yang mengganggu dan/atau merugikan aktivitas masyarakat
- **Daerah Pengaliran Saluran (DPSal)** : daerah yang mengalirkan air hujan ke dalam saluran dan/atau badan air penerima lainnya
- **Kala ulang** : waktu hipotetik dimana probabilitas kejadian debit atau hujan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut
- **Saluran primer** : saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkan ke badan air penerima
- **Saluran sekunder** : saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkan ke saluran primer
- **Saluran tersier** : saluran drainase yang menerima air dari saluran penangkap dan menyalurkan ke saluran sekunder
- **Studi terkait** : studi lain yang terkait dengan kegiatan studi drainase perkotaan, antara lain RUTRK, studi persampahan, studi limbah, dan studi transportasi



PERENCANAAN DRAINASE

Batasan Pengertian

- **Tinggi jagaan** : ruang pengaman berupa ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai permukaan tanggul saluran dan/atau muka tanah (pada saluran tanpa tanggul)
- **Waktu konsentrasi (tc)** : waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat (t_o) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau (t_d)
- **Sistem drainase lokal** : saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti kompleks, areal pasar, perkantoran, areal industri, dan komersial. Pengelolaan sistem drainase lokal menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang atau instansi lainnya
- **Sistem drainase utama** : jaringan saluran drainase primer, sekunder, tersier beserta bangunan pelengkap yang melayani kepentingan sebagian besar masyarakat. Pengelolaan/pengendalian banjir merupakan tugas dan tanggung jawab pemerintah kota



PERENCANAAN DRAINASE

Batasan Pengertian

- Zona : daerah pelayanan satu aliran saluran drainase
- Analisis keuangan atau perhitungan sendiri bila yang berkepentingan langsung dalam *benefit* dan biaya-biaya proyek adalah individu atau pengusaha. Dalam hal ini yang dihitung sebagai *benefit* adalah apa yang diperoleh orang-orang atau badan-badan swasta yang menanamkan modalnya dalam proyek itu saja
- Analisis ekonomi atau perhitungan sosial bila yang berkepentingan langsung dalam *benefit* dan biaya proyek adalah pemerintah atau masyarakat secara keseluruhan. Dalam hal ini kita menghitung seluruh benefit yang terjadi dalam masyarakat sebagai hasil dari proyek dan semua biaya yang terpakai untuk itu lepas dari siapa dalam masyarakat yang menikmati benefit dan siapa yang mengorbankan sumber-sumber tersebut.



PERENCANAAN DRAINASE

Kelayakan Teknis

1. Perhitungan hidrologi dilakukan untuk memperoleh debit rencana dan perhitungan hidrolika untuk mendapatkan dimensi saluran dengan mempertimbangkan:
 - a. Tinggi jagaan : ketinggian yang diukur dari permukaan air maks sampai permukaan tanggul saluran atau muka tanah
 - b. Debit maks bangunan perlintasan dihitung sebesar 1,1 – 1,5 kali debit maks saluran
 - c. Kecepatan maks ditentukan kekasaran dinding, dasar saluran, dan kemiringan talud saluran.
 - Saluran tanah $v = 0,7$ m/detik
 - Pasangan batu kali $v = 2$ m/detik
 - Pasangan beton $v = 3$ m/detik
 - d. Kecepatan minimum yang diizinkan : kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman air
 - e. Bentuk saluran drainasi : trapezium, segiempat, bulat, setengah lingkaran, segitiga, dan kombinasi

Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



PERENCANAAN DRAINASE

Kelayakan Teknis

- f. Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan rumus Manning atau Steckler atau Chezy
 - g. Jika dalam saluran eksisting terdapat nilai kekasaran dinding atau koef Manning yang berbeda, maka dicari nilai kekasaran dinding ekuivalen (n_{eq})
 - h. Debit rencana drainase perkotaan dihitung dengan metode rasional yang telah dimodifikasi dan/atau *typical hydrogram for urban areas*
 - i. Koef limpasan (*runoff*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan
2. Perencanaan drainase harus dibuat minimal 2 alternatif:
- a. Minimalkan pembebasan lahan dengan cara:
 - Saluran baru menggunakan profil ekonomis
 - Saluran normalisasi sebaiknya menggunakan saluran profil ekonomis (jika kondisi lapangan memungkinkan) atau profil tegak lurus
 - Saluran rehabilitasi menggunakan profil saluran rencana semula
 - b. Semaksimal mungkin memakai sistem drainase aliran gravitasi sebagai berikut:
 - Dataran rendah atau daerah kota/pantai – sebagian gravitasi sebagian lagi sistem polder (tergantung elevasi muka air muara saluran). *Jika elevasi muka air muara saluran lebih tinggi, diperlukan system polder. Jika sebaliknya system gravitasi lebih baik*
 - Dataran tinggi harus system gravitasi

Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



PERENCANAAN DRAINASE

Tata Cara Pengerjaan Pengumpulan Data dan Informasi

a. Umum

Kumpulkan : (a) rencana induk yang ada kaitannya dengan studi kelayakan sistem drainase perkotaan, (b) studi Yang terkait, (c) data penduduk, perkembangan penduduk, (d) data sosial ekonomi

b. Teknis

- Lakukan inventarisasi sistem drainase yang ada, dilengkapi dengan peta jaringan dan keterangan mengenai arah aliran dimensi eksisting saluran.
- Kumpulkan data hidrologi, antara lain: curah hujan, data iklim-cuaca, temperatur, data pasang surut (apabila diperlukan)
- Kumpulkan data hidrolika, seperti data genangan, luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan baik secara kuantitatif maupun kualitatif dan data dimensi dan kondisi saluran.
- Kumpulkan data kapasitas dan struktur bangunan pelengkap'



PERENCANAAN DRAINASE

Tata Cara Pengerjaan Pengumpulan Data dan Informasi

c. Ekonomi

Kumpulkan :

- data aspek sosial ekonomi yang terpengaruh oleh prasarana drainase
- data kerugian langsung yang diakibatkan oleh genangan (kerusakan prasarana, biaya pemeliharaan)
- data kerugian tidak langsung yang ditimbulkan karena adanya genangan, gangguan kesehatan dan terganggunya aktivitas ekonomi
- data partisipasi masyarakat dalam proses pembangunan prasarana drainase, baik pra konstruksi, konstruksi maupun pasca konstruksi
- data harga tanah yang berlaku di lokasi perencanaan

d. Lingkungan

Kumpulkan data lingkungan di : (a) lokasi rencana kegiatan proyek, (b) lokasi pembebasan tanah, (c) tempat penampungan penduduk yang terkena proyek

Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



PERENCANAAN DRAINASE

Analisis Permasalahan dan Kebutuhan Perencanaan

a. Analisis Permasalahan

- Evaluasi terhadap kapasitas sistem saluran berdasarkan data primer dan sekunder yang tersedia
- Evaluasi masalah : (i) Frekuensi genangan (ii) Tinggi, lamanya genangan serta luasnya genangan (iii) Kapasitas saluran yang tidak memadai (iv) Sedimentasi, (v) Bangunan pelengkap yang tidak berfungsi, (vi) Pemeliharaan yang tidak memadai.

b. Analisis Kebutuhan

- Tentukan lokasi prioritas yang akan ditangani, berdasarkan arah perkembangan kota dan permasalahan yang ada.
- Buat rencana perbaikan dan pemeliharaan yang disesuaikan dengan kondisi setempat.
- Buat rencana pembangunan baru sistem drainase yang dibutuhkan
- Hitung debit rencana untuk masing-masing sistem saluran dan bangunan pelengkapnya
- Hitung besaran penampang saluran dan besaran fasilitas bangunan pelengkapnya



PERENCANAAN DRAINASE

Analisis Permasalahan dan Kebutuhan Perencanaan

- Buat kebutuhan pembebasan lahan yang diperlukan.
- Lakukan kajian teknis terhadap rencana kegiatan dan tentukan kelayakannya berdasarkan kriteria kelayakan teknis.
- Tentukan rencana teknik untuk masing-masing saruran dan
- bangunan pelengkapya dengan prioritas produksi dalam negeri
- Buat rencana kerja pembangunan masing_masing usulan.

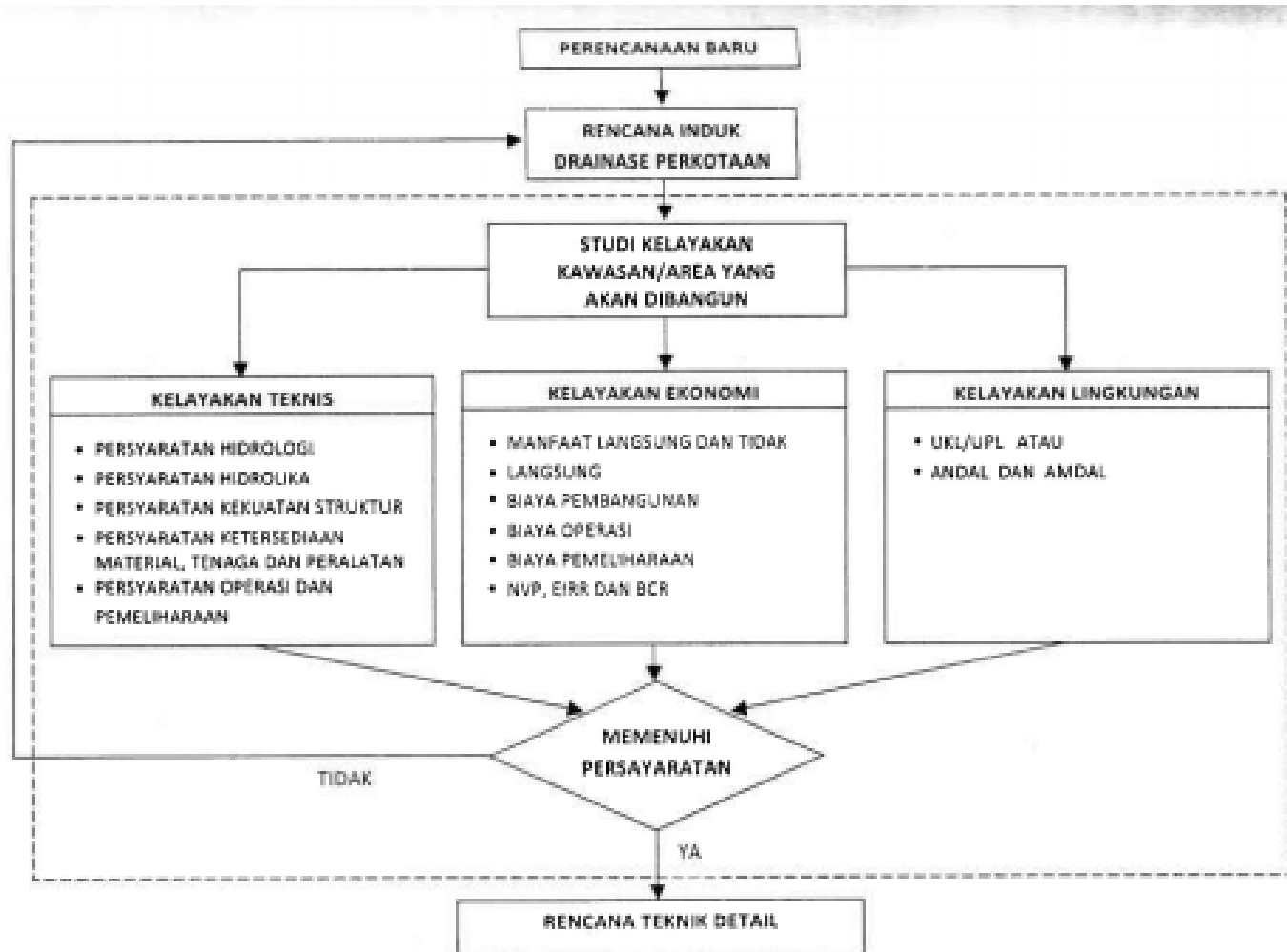
c. Analisis Solusi

“Dari peta genangan, kemudian dibuat beberapa alternatif pemecahan atau solusi dan dipilih satu alternatif yang paling efisien dan efektif. Alternatif itu yang dijadikan dasar perencanaan detil dan penyusunan program tahunan.



PERENCANAAN DRAINASE

BAGAN ALIR PERENCANAAN SISTEM DRAINASE



Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



SELESAI



Pertemuan ke 9
PERENCANAAN SISTEM DRAINASE

Kuliah Drainase dan Sanitasi

Dosen :

Muhamad Komarudin S.Si., M.Si



SELAMAT DATANG DI KULIAH DARING

- Peserta adalah Mahasiswa D3, S-1 dan P2K FTSP ISTN yang mengambil mata Kuliah Drainase dan Sanitasi Lingkungan di Semester Genap 2022
- Pelaksanaan Perkuliahan dilaksanakan secara Daring dengan menggunakan e-Learning ISTN dan Zoom
- Peserta login sesuai dengan Nama dalam Absensi Kehadiran
- Selama pelaksanaan perkuliahan dengan Zoom, pada sesi penyampaian materi peserta agar mengaktifkan fitur mute agar tidak mengganggu jalannya pemaparan materi kuliah
- Pada Sesi diskusi peserta dapat langsung menyampaikan pertanyaan dengan Fitur Raise hand atau fitur Q&A, untuk pertanyaan yang sama cukup dengan klik like



PERENCANAAN DRAINASE

Lingkup Materi

Rumusan Masalah :

- Aspek-aspek apa saja yang perlu dipahami dalam Tata cara perencanaan drainase?

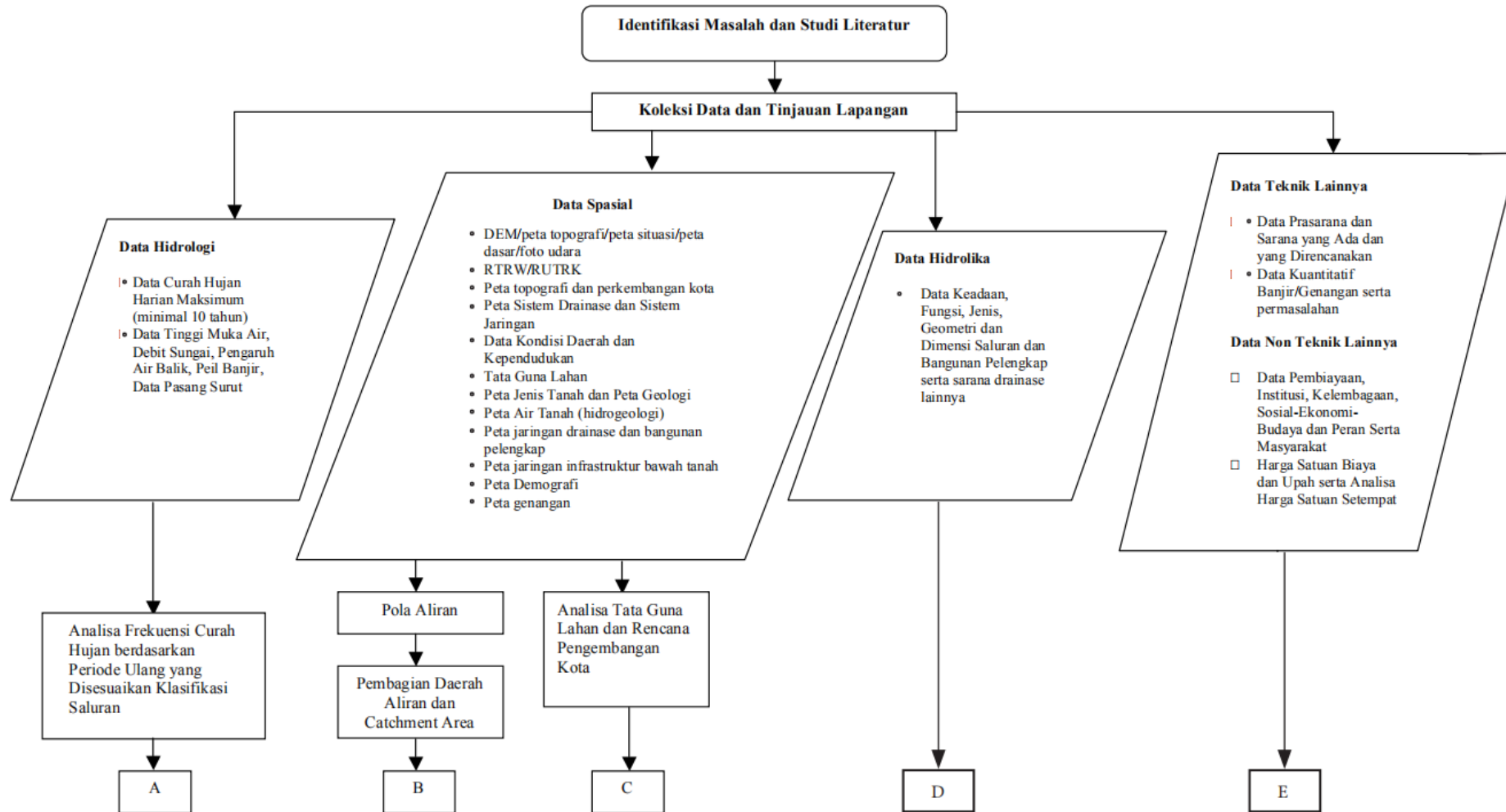
Maksud dan Tujuan

Mahasiswa/wi dapat memahami aspek-aspek yang perlu di pahami sebagai pegangan bagi perencanaan dan pelaksana yang bergerak dalam bidang studi kelayakan drainase perkotaan



PERENCANAAN DRAINASE

TATA CARA PENYUSUNAN RENCANA DRAINASE PERKOTAAN

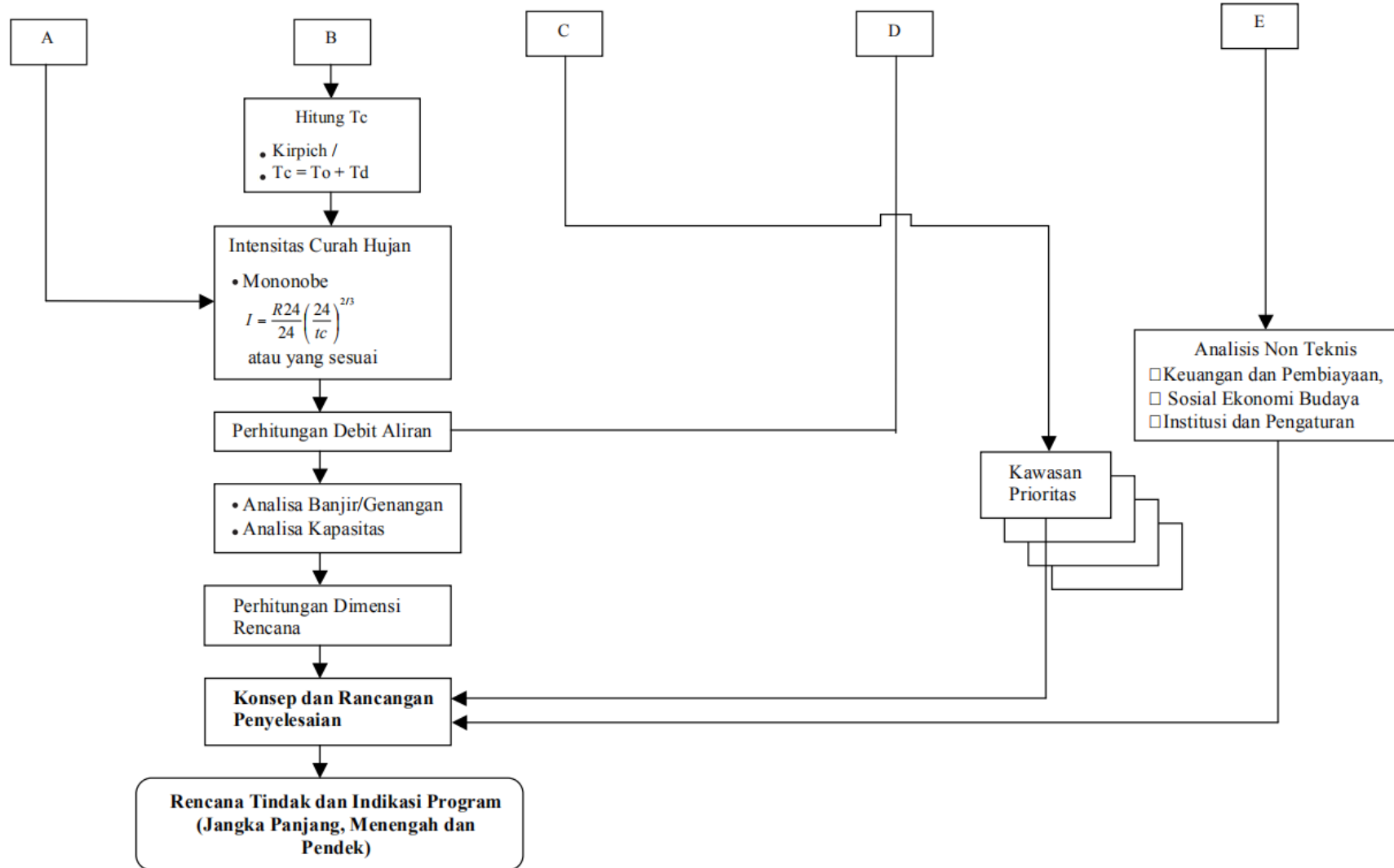


Sumber : Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Drainase Perkotaan



PERENCANAAN DRAINASE

TATA CARA PENYUSUNAN RENCANA DRAINASE PERKOTAAN





PERENCANAAN DRAINASE

Batasan Pengertian

- **Drainase** : prasarana yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima
- **Drainase perkotaan** : drainase di wilayah kota yang berfungsi mengelola/mengendalikan air permukaan, sehingga tidak mengganggu dan/atau merugikan masyarakat
- **Rencana induk system drainase perkotaan berwawasan lingkungan** : perencanaan dasar drainase yang menyeluruh dan terarah pada suatu daerah perkotaan yang mencakup perencanaan jangka Panjang, jangka menengah, dan jangka pendek sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang Kota
- **Badan penerima** : wadah-wadah air alamiah atau buatan berupa laut, sungai, danau, kolam retensi, kolam detensi, kolam tandon, sumur resapan dan sarana resapan lainnya yang ramah lingkungan
- **Bangunan pelengkap** : bangunan air yang melengkapi system drainase berupa, gorong-gorong, bangunan pertemuan, bangunan terjunan, siphon, talang, tali air/ *street inlet*, pompa dan pintu air

Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



PERENCANAAN DRAINASE

Batasan Pengertian

- **Daerah genangan** : kawasan yang tergenang air akibat tidak berfungsinya sistem drainase yang mengganggu dan/atau merugikan aktivitas masyarakat
- **Daerah Pengaliran Saluran (DPSal)** : daerah yang mengalirkan air hujan ke dalam saluran dan/atau badan air penerima lainnya
- **Kala ulang** : waktu hipotetik dimana probabilitas kejadian debit atau hujan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut
- **Saluran primer** : saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkan ke badan air penerima
- **Saluran sekunder** : saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkan ke saluran primer
- **Saluran tersier** : saluran drainase yang menerima air dari saluran penangkap dan menyalurkan ke saluran sekunder
- **Studi terkait** : studi lain yang terkait dengan kegiatan studi drainase perkotaan, antara lain RUTRK, studi persampahan, studi limbah, dan studi transportasi



PERENCANAAN DRAINASE

Batasan Pengertian

- **Tinggi jagaan** : ruang pengaman berupa ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai permukaan tanggul saluran dan/atau muka tanah (pada saluran tanpa tanggul)
- **Waktu konsentrasi (tc)** : waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat (t_o) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau (t_d)
- **Sistem drainase lokal** : saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti kompleks, areal pasar, perkantoran, areal industri, dan komersial. Pengelolaan sistem drainase lokal menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang atau instansi lainnya
- **Sistem drainase utama** : jaringan saluran drainase primer, sekunder, tersier beserta bangunan pelengkap yang melayani kepentingan sebagian besar masyarakat. Pengelolaan/pengendalian banjir merupakan tugas dan tanggung jawab pemerintah kota



PERENCANAAN DRAINASE

Batasan Pengertian

- Zona : daerah pelayanan satu aliran saluran drainase
- Analisis keuangan atau perhitungan sendiri bila yang berkepentingan langsung dalam *benefit* dan biaya-biaya proyek adalah individu atau pengusaha. Dalam hal ini yang dihitung sebagai *benefit* adalah apa yang diperoleh orang-orang atau badan-badan swasta yang menanamkan modalnya dalam proyek itu saja
- Analisis ekonomi atau perhitungan sosial bila yang berkepentingan langsung dalam *benefit* dan biaya proyek adalah pemerintah atau masyarakat secara keseluruhan. Dalam hal ini kita menghitung seluruh benefit yang terjadi dalam masyarakat sebagai hasil dari proyek dan semua biaya yang terpakai untuk itu lepas dari siapa dalam masyarakat yang menikmati benefit dan siapa yang mengorbankan sumber-sumber tersebut.



PERENCANAAN DRAINASE

Kelayakan Teknis

1. Perhitungan hidrologi dilakukan untuk memperoleh debit rencana dan perhitungan hidrolika untuk mendapatkan dimensi saluran dengan mempertimbangkan:
 - a. Tinggi jagaan : ketinggian yang diukur dari permukaan air maks sampai permukaan tanggul saluran atau muka tanah
 - b. Debit maks bangunan perlintasan dihitung sebesar 1,1 – 1,5 kali debit maks saluran
 - c. Kecepatan maks ditentukan kekasaran dinding, dasar saluran, dan kemiringan talud saluran.
 - Saluran tanah $v = 0,7$ m/detik
 - Pasangan batu kali $v = 2$ m/detik
 - Pasangan beton $v = 3$ m/detik
 - d. Kecepatan minimum yang diizinkan : kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman air
 - e. Bentuk saluran drainasi : trapezium, segiempat, bulat, setengah lingkaran, segitiga, dan kombinasi

Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



PERENCANAAN DRAINASE

Kelayakan Teknis

- f. Kecepatan saluran rata-rata dihitung dengan rumus Manning atau Steckler atau Chezy
 - g. Jika dalam saluran eksisting terdapat nilai kekasaran dinding atau koef Manning yang berbeda, maka dicari nilai kekasaran dinding ekuivalen (n_{eq})
 - h. Debit rencana drainase perkotaan dihitung dengan metode rasional yang telah dimodifikasi dan/atau *typical hydrogram for urban areas*
 - i. Koef limpasan (*runoff*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan
2. Perencanaan drainase harus dibuat minimal 2 alternatif:
- a. Minimalkan pembebasan lahan dengan cara:
 - Saluran baru menggunakan profil ekonomis
 - Saluran normalisasi sebaiknya menggunakan saluran profil ekonomis (jika kondisi lapangan memungkinkan) atau profil tegak lurus
 - Saluran rehabilitasi menggunakan profil saluran rencana semula
 - b. Semaksimal mungkin memakai sistem drainase aliran gravitasi sebagai berikut:
 - Dataran rendah atau daerah kota/pantai – sebagian gravitasi sebagian lagi sistem polder (tergantung elevasi muka air muara saluran). *Jika elevasi muka air muara saluran lebih tinggi, diperlukan system polder. Jika sebaliknya system gravitasi lebih baik*
 - Dataran tinggi harus system gravitasi

Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



PERENCANAAN DRAINASE

Tata Cara Pengerjaan Pengumpulan Data dan Informasi

a. Umum

Kumpulkan : (a) rencana induk yang ada kaitannya dengan studi kelayakan sistem drainase perkotaan, (b) studi Yang terkait, (c) data penduduk, perkembangan penduduk, (d) data sosial ekonomi

b. Teknis

- Lakukan inventarisasi sistem drainase yang ada, dilengkapi dengan peta jaringan dan keterangan mengenai arah aliran dimensi eksisting saluran.
- Kumpulkan data hidrologi, antara lain: curah hujan, data iklim-cuaca, temperatur, data pasang surut (apabila diperlukan)
- Kumpulkan data hidrolika, seperti data genangan, luas genangan, tinggi genangan, lama genangan dan frekuensi genangan baik secara kuantitatif maupun kualitatif dan data dimensi dan kondisi saluran.
- Kumpulkan data kapasitas dan struktur bangunan pelengkap'



PERENCANAAN DRAINASE

Tata Cara Pengerjaan Pengumpulan Data dan Informasi

c. Ekonomi

Kumpulkan :

- data aspek sosial ekonomi yang terpengaruh oleh prasarana drainase
- data kerugian langsung yang diakibatkan oleh genangan (kerusakan prasarana, biaya pemeliharaan)
- data kerugian tidak langsung yang ditimbulkan karena adanya genangan, gangguan kesehatan dan terganggunya aktivitas ekonomi
- data partisipasi masyarakat dalam proses pembangunan prasarana drainase, baik pra konstruksi, konstruksi maupun pasca konstruksi
- data harga tanah yang berlaku di lokasi perencanaan

d. Lingkungan

Kumpulkan data lingkungan di : (a) lokasi rencana kegiatan proyek, (b) lokasi pembebasan tanah, (c) tempat penampungan penduduk yang terkena proyek

Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



PERENCANAAN DRAINASE

Analisis Permasalahan dan Kebutuhan Perencanaan

a. Analisis Permasalahan

- Evaluasi terhadap kapasitas sistem saluran berdasarkan data primer dan sekunder yang tersedia
- Evaluasi masalah : (i) Frekuensi genangan (ii) Tinggi, lamanya genangan serta luasnya genangan (iii) Kapasitas saluran yang tidak memadai (iv) Sedimentasi, (v) Bangunan pelengkap yang tidak berfungsi, (vi) Pemeliharaan yang tidak memadai.

b. Analisis Kebutuhan

- Tentukan lokasi prioritas yang akan ditangani, berdasarkan arah perkembangan kota dan permasalahan yang ada.
- Buat rencana perbaikan dan pemeliharaan yang disesuaikan dengan kondisi setempat.
- Buat rencana pembangunan baru sistem drainase yang dibutuhkan
- Hitung debit rencana untuk masing-masing sistem saluran dan bangunan pelengkapnya
- Hitung besaran penampang saluran dan besaran fasilitas bangunan pelengkapnya



PERENCANAAN DRAINASE

Analisis Permasalahan dan Kebutuhan Perencanaan

- Buat kebutuhan pembebasan lahan yang diperlukan.
- Lakukan kajian teknis terhadap rencana kegiatan dan tentukan kelayakannya berdasarkan kriteria kelayakan teknis.
- Tentukan rencana teknik untuk masing-masing saruran dan
- bangunan pelengkapya dengan prioritas produksi dalam negeri
- Buat rencana kerja pembangunan masing_masing usulan.

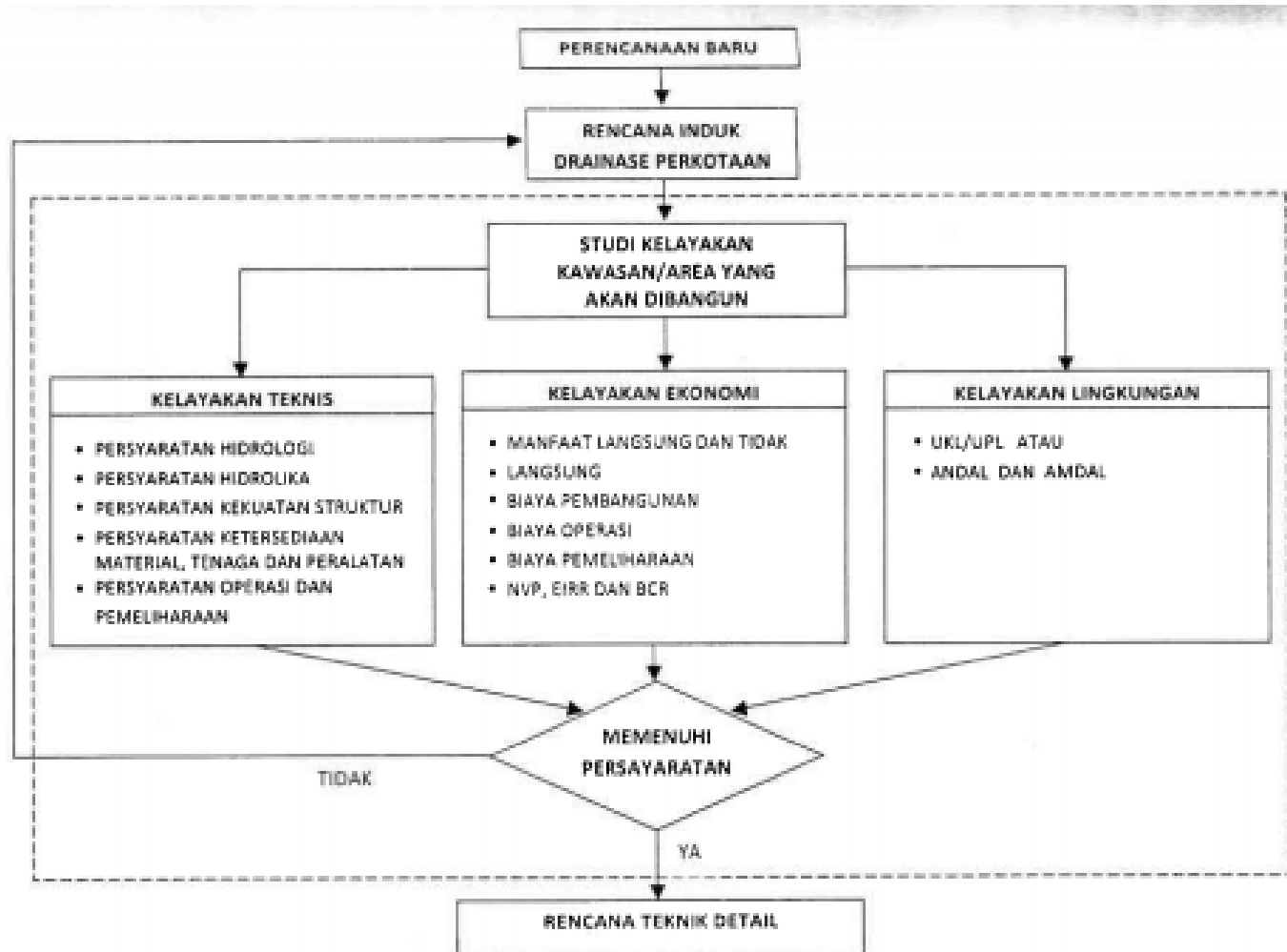
c. Analisis Solusi

“Dari peta genangan, kemudian dibuat beberapa alternatif pemecahan atau solusi dan dipilih satu alternatif yang paling efisien dan efektif. Alternatif itu yang dijadikan dasar perencanaan detil dan penyusunan program tahunan.



PERENCANAAN DRAINASE

BAGAN ALIR PERENCANAAN SISTEM DRAINASE



Sumber : Pedoman Perencanaan Drainase Perkotaan, PUPR)



SELESAI

DAFTAR NILAI

SEMESTER GENAP REGULER TAHUN 2022/2023

Program Studi : Teknik Sipil S1
Matakuliah : Drainase & Sanitasi Lingkungan
Kelas / Peserta : A
Perkuliahan : Kampus ISTN Bumi Srengseng Indah
Dosen : Muhamad Komarudin, S.Si., M.Si

Hal. 1/1

No	NIM	N A M A	ABSEN	TUGAS	UTS	UAS	MODEL	PRESENTASI	NA	HURUF
			10%	0%	30%	40%	10%	10%		
1	21110003	Rivaldi Harahap	100	0	90	100	80	80	93	A
2	21110004	Farel Ramadhani	100	0	90	80	80	75	84.5	A

Rekapitulasi Nilai							
A	2	B+	0	C+	0	D+	0
A-	0	B	0	C	0	D	0
		B-	0	C-	0	E	0

Jakarta, 29 August 2023

Dosen Pengajar

Muhamad Komarudin, S.Si., M.Si



FAK / JURUSAN
MATAKULIAH
KELAS / PESERTA
KURIKULUM
DOSEN

**DAFTAR HADIR PESERTA KULIAH MAHASISWA
GENAP - REGULER - TAHUN 2022/2023**

Teknik Sipil S1 HARI / TANGGAL Kamis
Drainase & Sanitasi Lingkungan / 114038 / 4
A / 2 JAM KULIAH 08:00-09:40
2018
1. Muhamad Komarudin, S.Si., M.Si RUANG
2. Johannes Hendra Padangalam, Dr. Ir. MSI

Hal : 1 / 1

No	N I M	NAMA MAHASISWA	TANGGAL PERTEMUAN						JUMLAH		
			8/6	15/6	22/6	29/6	6/7	13/7			
1	21110003	RIVALDI HARAHAP	<i>Part.</i>	<i>Part.</i>	<i>Part.</i>	<i>Part.</i>	<i>Part.</i>	<i>Part.</i>	X	X	
2	21110004	FAREL RAMADHANI	<i>Part.</i>	<i>i</i>	<i>Part.</i>	<i>Part.</i>	<i>Part.</i>	<i>Part.</i>	X	X	

CATATAN :

Perubahan peserta hanya diperkenankan bila ada persetujuan tertulis dari Pelaksana Jurusan.

Jakarta,

Dosen Pengajar,

(Muhamad Komarudin, S.Si., M.Si)

17/03/2023



**DAFTAR HADIR PESERTA KULIAH MAHASISWA
GENAP - REGULER - TAHUN 2022/2023**

FAK / JURUSAN
MATAKULIAH
KELAS / PESERTA
KURIKULUM
DOSEN

Teknik Sipil S1
Drainase & Sanitasi Lingkungan / 114038 / 4
A / 2
2018
1. Muhamad Komarudin, S.Si., M.Si
2. Johannes Hendra Padangalam, Dr. Ir. MSi

HARI / TANGGAL
Kamis
JAM KULIAH
08:00-09:40
RUANG

Hal : 1 / 1

No	N I M	NAMA MAHASISWA	TANGGAL PERTEMUAN					JUMLAH
			30/03	04/04	11/04	17/04	25/04	
1	21110003	RIVALDI HARAHAP	✓	✓	✓	✓	4	
2	21110004	FAREL RAMADHANI	✓	✓	✓	✓	4	

CATATAN :

Perubahan peserta hanya diperkenankan bila ada persetujuan tertulis dari Pelaksana Jurusan.

Jakarta,

Dosen Pengajar,

(Muhamad Komarudin, S.Si., M.Si)

17/03/2023



BERITA ACARA PERKULIAHAN
(PRESENTASI KEHADIRAN DOSEN)
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2022-2023
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1 -FTSP-ISTN

Mata Kuliah : Drainase & Sanitasi Lingkungan
Dosen : Moh. Komarudin., S.Si, M.Si
: Dr. Ir. Johannes Hendra P., M.Si
Hari : Kamis
Jam : 08:00 - 09:40

Semester : 4
SKS : 2
Kelas : A
Ruang : B.2

NO	TANGGAL	MATERI KULIAH	JML MHS HADIR	TANDA TANGAN DOSEN
1	8/6	Pengantar Perencanaan Drainase	2	
2	15/6	Perhitungan Dimensi Saluran & penyaluran metode Rasional Gr: C.I.A.	1	
3	22/6	Ap Contoh Aplikasi Perencanaan Drainase Perkotaan	2	
4	29/6	Tugas Review Jurnal	2	
5	6/7	Perencanaan Drainase - Penyaluran Saluran Elemenris .	-	
6	13/7	Perencanaan Drainase - Penyaluran Saluran Majemuk .	-	
7				
8		UJIAN TENGAH SEMESTER (UTS)		

Dosen Mengajar

(.....)



BERITA ACARA PERKULIAHAN
(PRESENTASI KEHADIRAN DOSEN)
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2022-2023
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1 -FTSP-ISTN

Mata Kuliah : Drainase & Sanitasi Lingkungan
Dosen : Moh. Komarudin., S.Si, M.Si
: Dr. Ir. Johannes Hendra P., M.Si
Hari : Kamis
Jam : 08:00 - 09:40

Semester : 4
SKS : 2
Kelas : A
Ruang : B.2

NO	TANGGAL	MATERI KULIAH	JML MHS HADIR	TANDA TANGAN DOSEN
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16		UJIAN AKHIR SEMESTER (UAS)		

Dosen Mengajar

(.....)