



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

Analisis Hidrologi dan Drainase

Hidrologi dan Perencanaan Saluran

12.03.2020

Dr. Eng. Wakhidatik Nurfaida

Website: <http://wakhidatik.staff.ugm.ac.id/>



Lanjutan analisis hidrologi

Koefisien Pengaliran

PermenPU 12-2014

Tabel 13. Nilai Koefisien Limpasan

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Perdagangan	0,70 – 0,95	Jalan	0,70 – 0,95
Daerah kota		Aspalt	
Daerah dekat kota	0,50 - 0,70	Beton	0,80 – 0,95
Pemukiman		Batu bata	
Rumah tinggal	0,30 – 0,50	Batu kerikil	0,15 – 0,35
terpencar	0,40 – 0,60	Jalan raya dan trotoar	0,70 – 0,85
Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Kompleks perumahan	0,25 – 0,40	Atap	0,75 – 0,95
Pemukiman(suburban)	0,50 – 0,70	Lapangan rumput, tanah berpasir	
Apartemen	0,50 – 0,80	Kemiringan 2 persen	0,05 – 0,10
Industri		Rata-rata 2 – 7 persen	0,10 – 0,15
Industri ringan		Curam (7 persen)	0,15 – 0,20
Industri berat	0,60 – 0,90	Lapangan rumput, tanah keras.	0,13 – 0,17
Taman, kuburan	0,10 – 0,25	Kemiringan 2 persen	0,18 – 0,22
Lapangan bermain	0,10 – 0,25	Rata-rata 2 – 7 persen	0,25 – 0,35
Daerah halaman KA	0,20 – 0,40	Curam (7 persen)	
Daerah tidak terawat	0,10 – 0,30		

Sumber : "Urban Drainage Guidelines and Technical Design Standards ", Dep.PU, Jakarta, November, 1994

$$Q_T = 0.278 c i_T A$$

http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/hyd/rational_method.htm

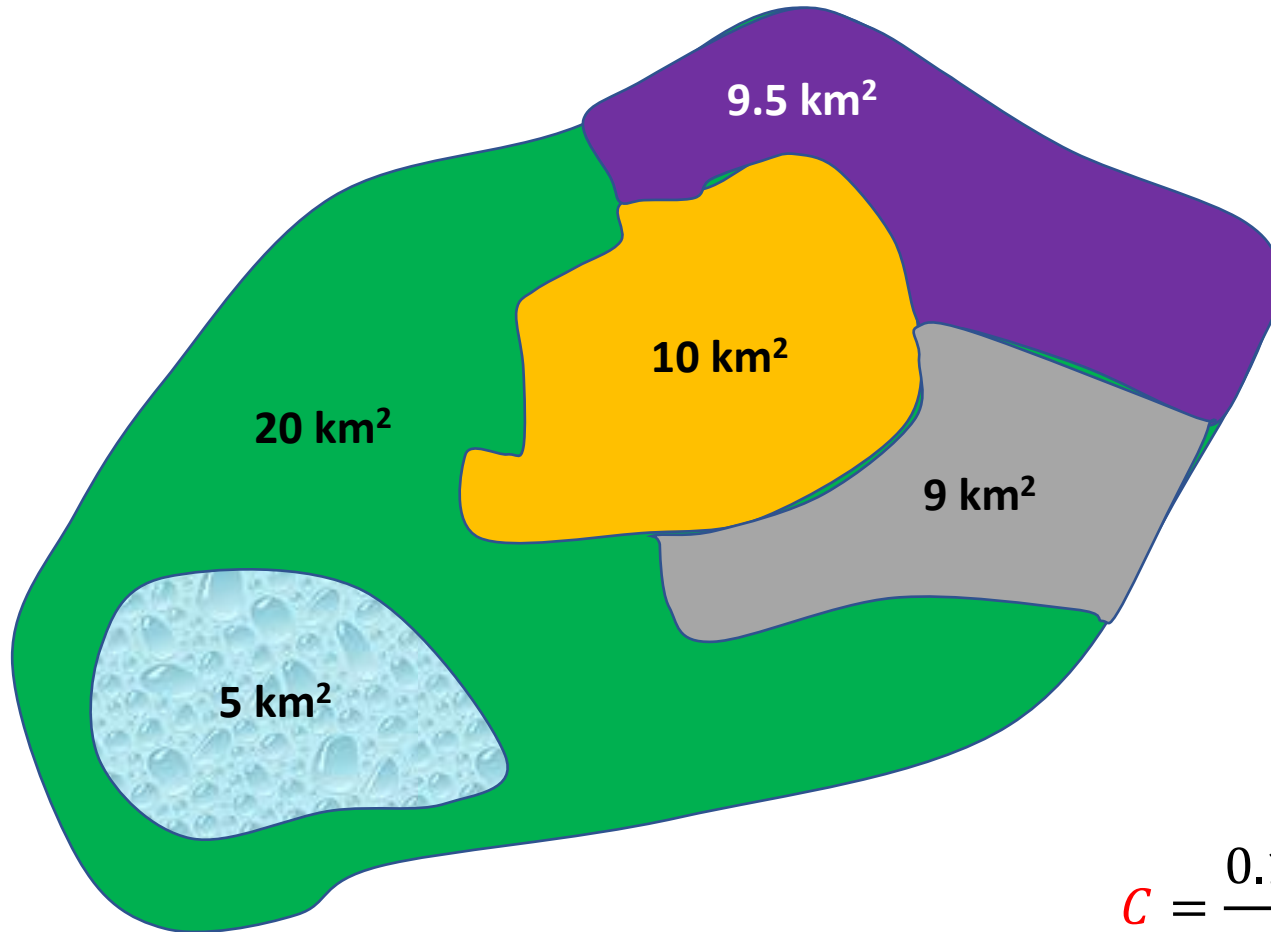
Urban Watersheds






Table 4-10 suggests ranges of C values for urban watersheds for various combinations of land use and soil/surface type. This table is typical of design guides found in civil engineering texts dealing with hydrology.

Table 4-10: Runoff Coefficients for Urban Watersheds

Type of drainage area	Runoff coefficient
Business:	
Downtown areas	0.70-0.95
Neighborhood areas	0.30-0.70
Residential:	
Single-family areas	0.30-0.50
Multi-units, detached	0.40-0.60
Multi-units, attached	0.60-0.75
Suburban	0.35-0.40
Apartment dwelling areas	0.30-0.70
Industrial:	

Koefisien Pengaliran Komposit



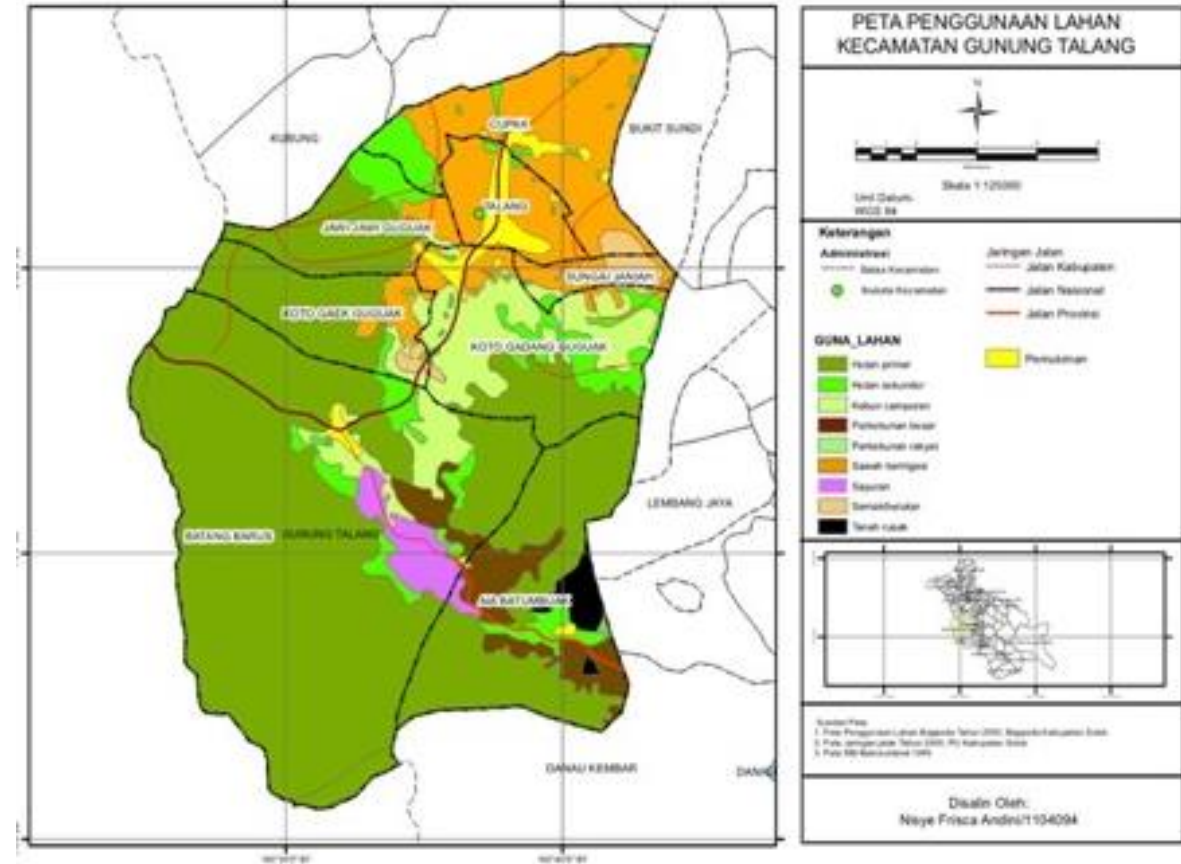
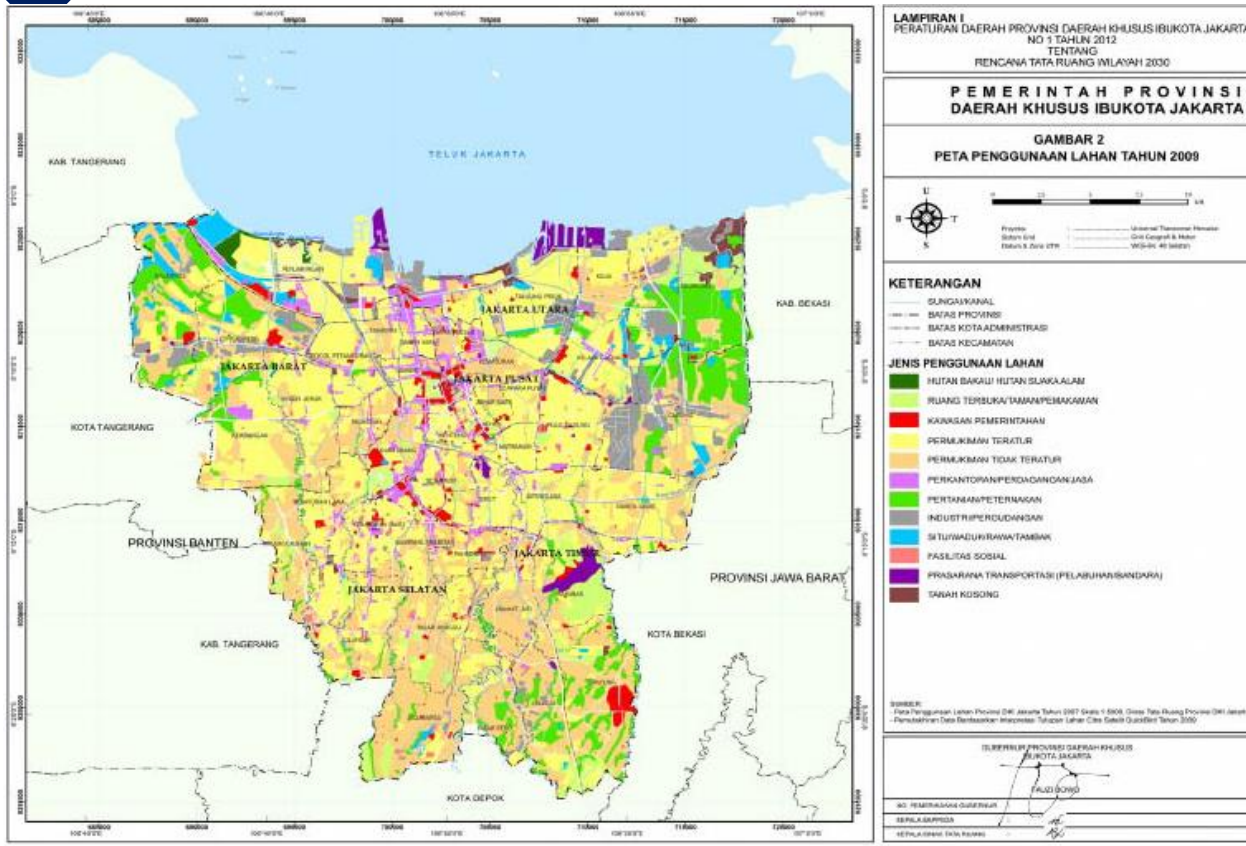
	Taman dan pepohonan	0.15
	Pedesaan	0.5
	Perumahan / kota	0.7
	Kawasan Industri (padat)	0.9
	Embung	0.1

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n c_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C = \frac{0.1(5) + 0.15(20) + 0.7(10) + 0.9(9) + 0.5(9.5)}{5 + 20 + 10 + 9 + 9.5}$$

$$Q_T = 0.278 C i_T A$$

Peta tata guna lahan (contoh)



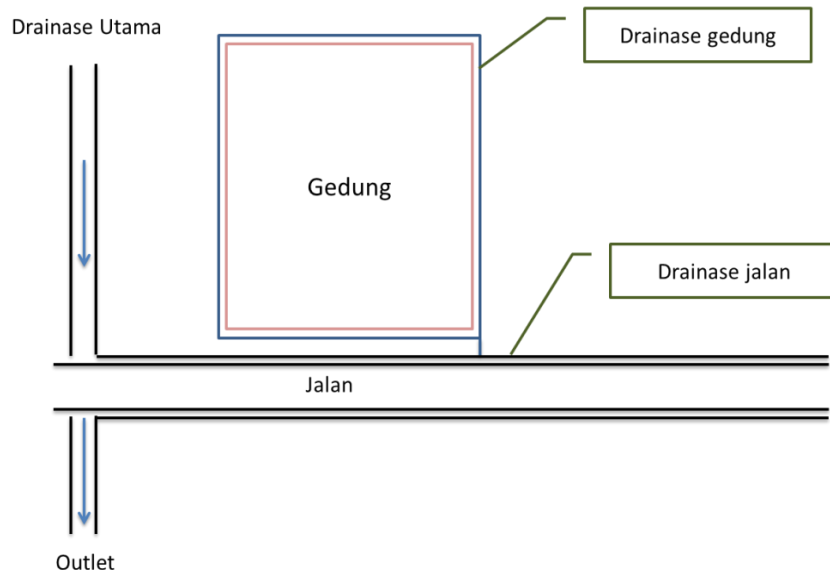
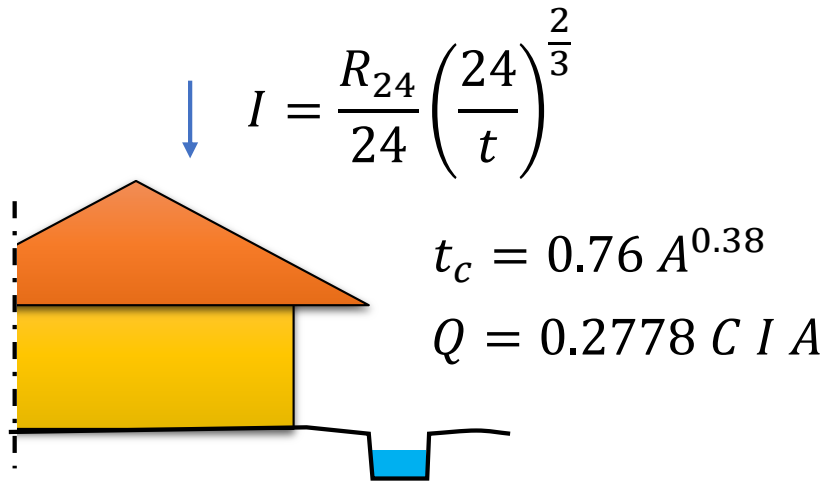
→ GIS, CAD, etc...

Challenges: Land use detection using satellite images

⇒ Opportunity for research

Perencanaan Saluran Sederhana

Perencanaan Saluran Sederhana



Contoh kasus. misal, diketahui:

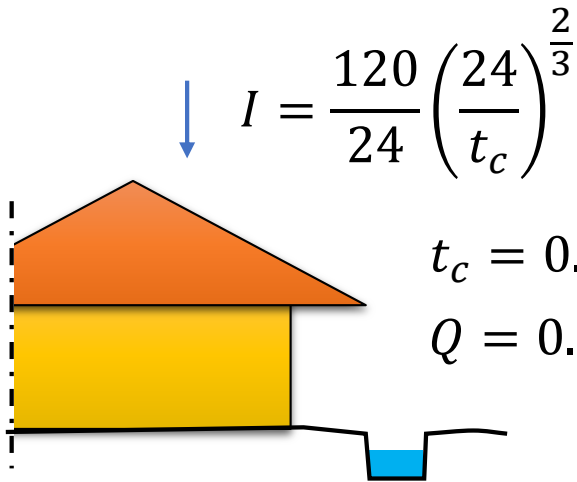
- dari hasil analisis frekuensi, diperoleh hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahunan (R_5) adalah 120 mm.
- Tipe area adalah pemukiman (asumsikan $c = 0.7$)
- Dimensi tapak gabungan beberapa gedung = 50 m x 45 m
- Lahan di luar gedung yang juga dialirkan ke saluran = 40 m x 25 m

Berapakah:

- Luas daerah tangkapan?
- Hitung t_c apabila dihitung dengan rumus ARR (*Australian Rainfall and Runoff*), $t_c = 0.76 A^{0.38}$
- Berapakah intensitas hujannya?
- Berapakah debit rancangannya?

Berapakah dimensi saluran yang diperlukan?

Perencanaan Saluran Sederhana



$$I = \frac{120}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$t_c = 0.76 A^{0.38}$$

$$Q = 0.2778 (0.7) I A$$

$$Q = 0.2778 (0.7) I A$$

Berapakah dimensi saluran yang diperlukan?

$$Q = v \cdot A \quad v = \frac{1}{n} S^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}}$$

$$Q = \frac{1}{n} \sqrt{S} R^{\frac{2}{3}} \cdot A$$

n = manning coefficient

S = kemiringan memanjang saluran

R = jari – jari hidraulis

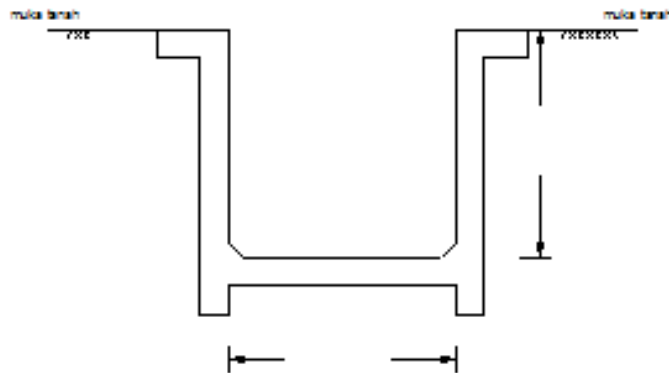
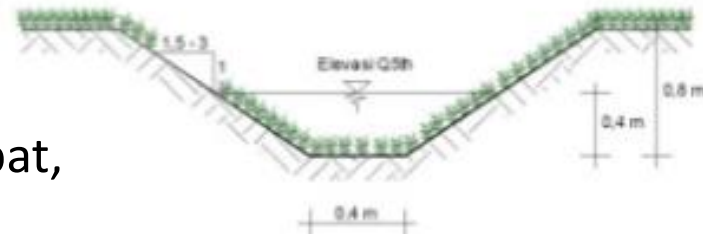
$$R = \frac{A}{P}$$

Bahan	Koefisien Manning, n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Penampang Saluran

Saluran drainase:

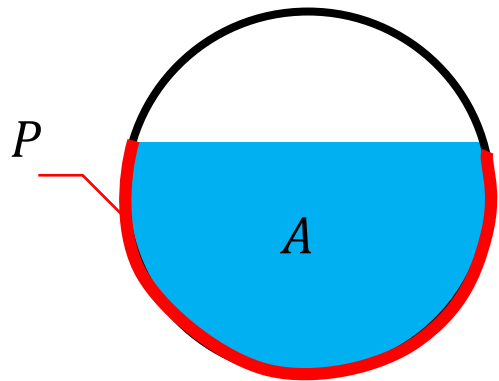
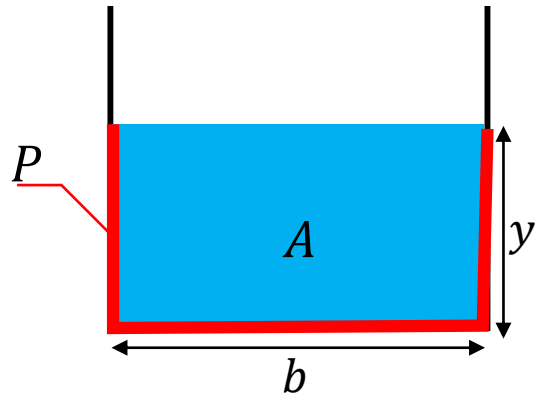
- Saluran terbuka, bentuk umumnya: trapesium, segiempat, lingkaran, dan segitiga, dll
- Saluran tertutup, bentuk umumnya: lingkaran, dan segiempat.
(misal: gorong – gorong)

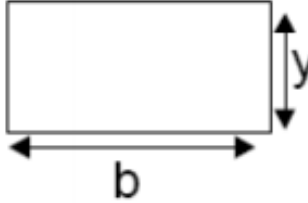
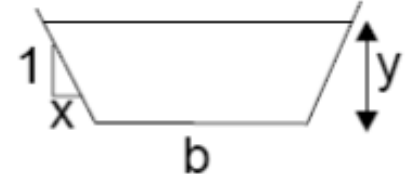
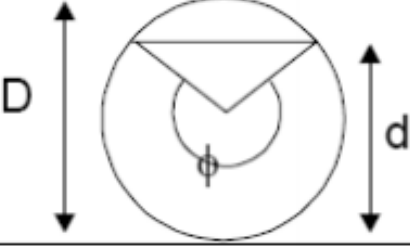


Cth:

	Dimensi
	30 x 30 x 120cm
	30 x 40 x 120cm
	30 x 50 x 120cm
	40 x 40 x 120cm
	40 x 60 x 120cm
	50 x 50 x 120cm
	50 x 60 x 120cm
	50 x 70 x 120cm
	60 x 60 x 120cm
	60 x 70 x 120cm
	60 x 80 x 120cm
	60 x 80 x 120cm
	80 x 80 x 120cm
	80 x 100 x 120cm
100 x 100 x 120cm	
120 x 120 x 120cm	
120 x 140 x 120cm	
140 x 140 x 120cm	

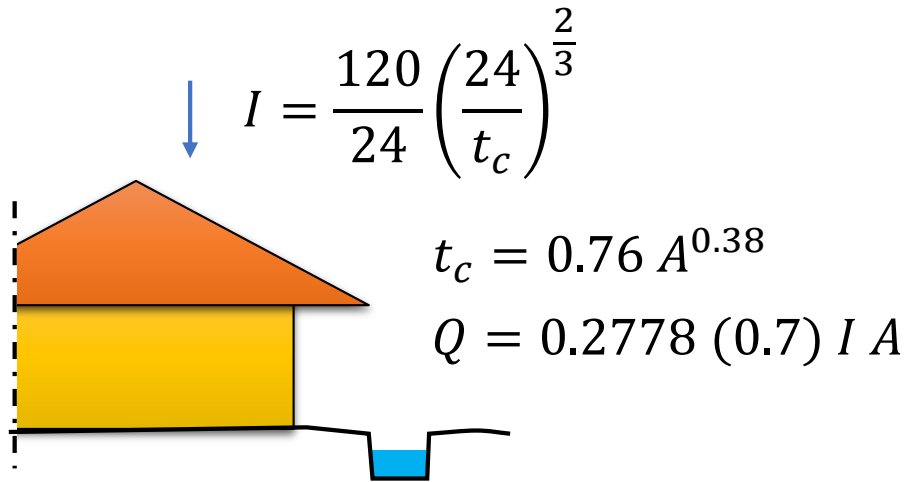
Penampang Saluran



	Rectangle	Trapezoid	Circle
			
Area, A	by	$(b+xy)y$	$\frac{1}{8}(\phi - \sin \phi)D^2$
Wetted perimeter P	$b + 2y$	$b + 2y\sqrt{1+x^2}$	$\frac{1}{2}\phi D$
Top width B	b	$b+2xy$	$(\sin \phi/2)D$
Hydraulic radius R	$by/(b + 2y)$	$\frac{(b + xy)y}{b + 2y\sqrt{1+x^2}}$	$\frac{1}{4}\left(1 - \frac{\sin \phi}{\phi}\right)D$

Jari – jari hidrolis $R = \frac{A}{P}$

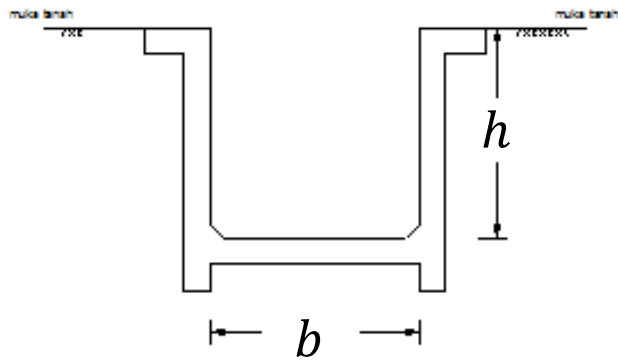
Perencanaan Saluran Sederhana



$Q = 0.122 \text{ m}^3/\text{s}$ → Debit yang perlu dialirkan

Berapakah dimensi saluran yang diperlukan apabila:

- diketahui kemiringan lahan = kemiringan saluran = 1%.
- Jenis penampang persegi dengan menggunakan dimensi pre-cast pada contoh yang disediakan



Dimensi
30 x 30 x 120cm
30 x 40 x 120cm
30 x 50 x 120cm
40 x 40 x 120cm
40 x 60 x 120cm
50 x 50 x 120cm
50 x 60 x 120cm
50 x 70 x 120cm
60 x 60 x 120cm

Perencanaan Saluran Sederhana

Design Rainfall = 120 mm

c = 0.7

A = 3250 m²
0.00325 km²

tc = 0.086165 jam

tc = 0.1 jam

Rainfall Intensity, I = 193.0979 mm/jam

Design Flood, Q = 0.122037 m³/s

Bagian analisis **hidrologi**

Saluran Persegi

b = 0.4

h = 0.4

A = 0.16 m²

P = 1.2 m

R = 0.133333

S = 0.01

n = 0.025

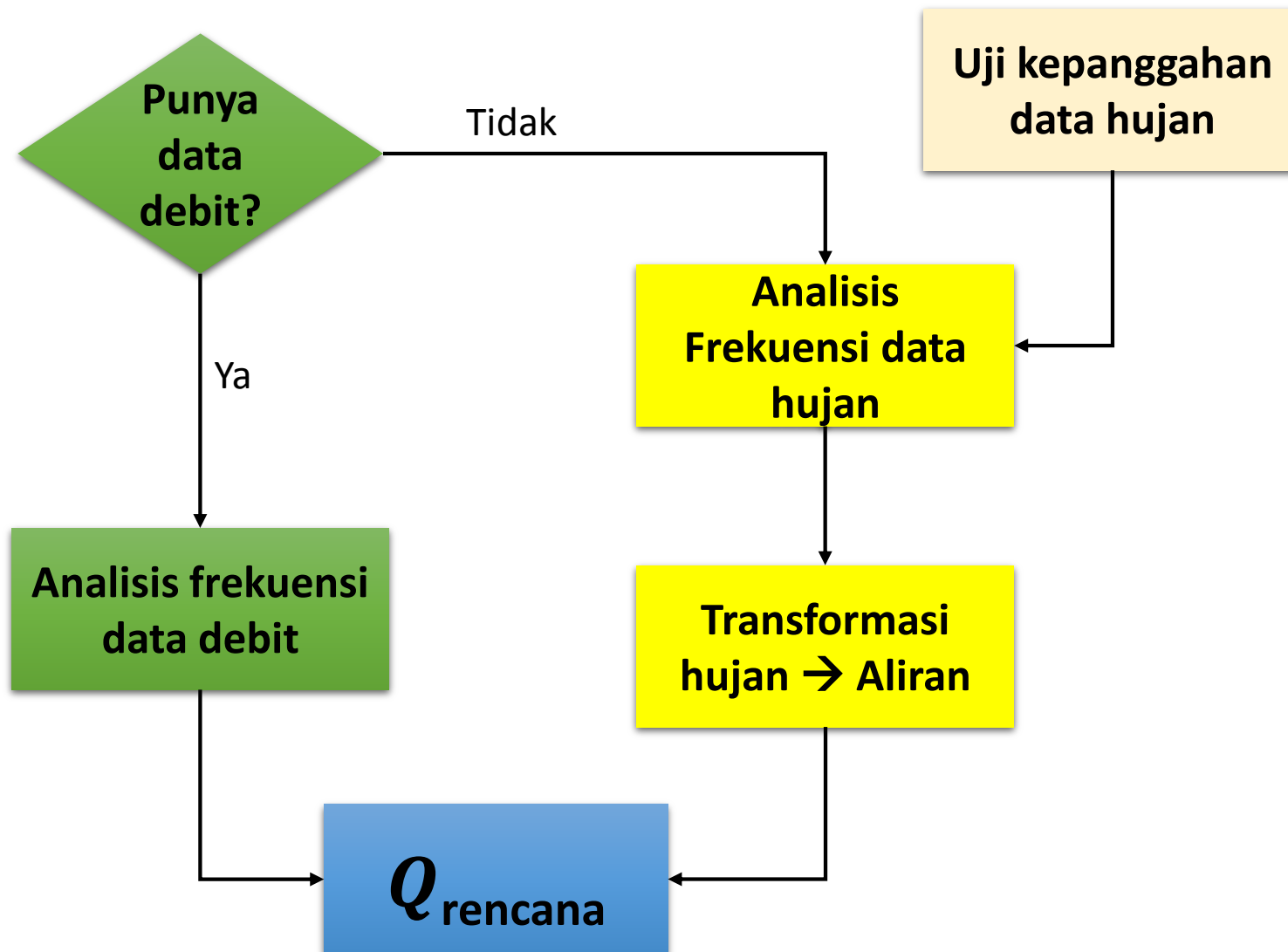
V = 1.043965 m/s

Q_{sal} = 0.167034 m³/s

Bagian analisis **hidrolika**
→ detail akan dibahas di pertemuan² berikutnya

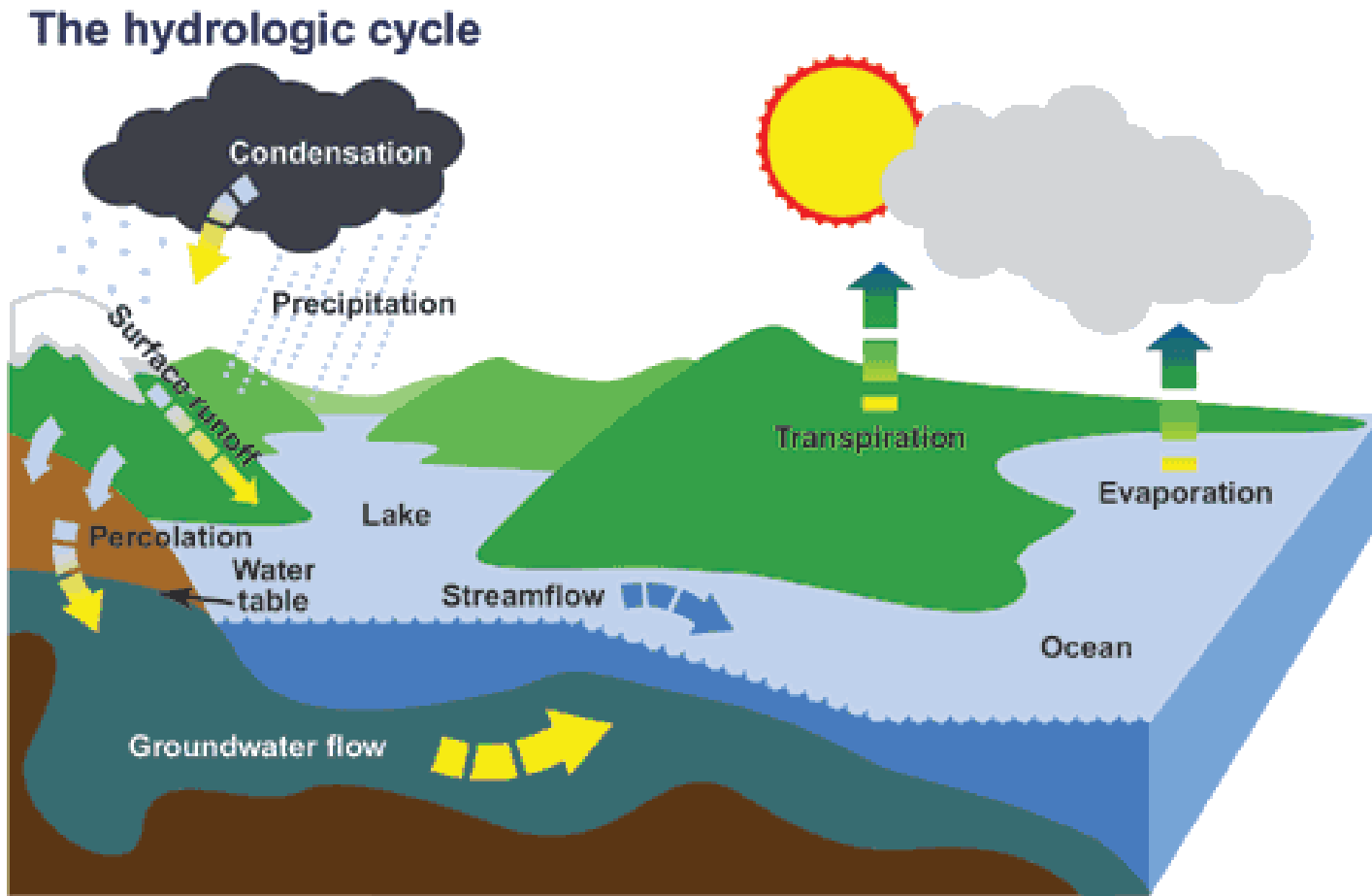
Lanjutan analisis hidrologi

Hidrologi untuk Drainase → $Q_{rencana}$

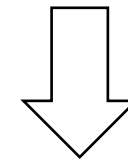


- Langkah – langkah dalam analisis frekuensi data debit dan data hujan adalah sama (hanya data serinya yang berbeda)
- Transformasi hujan aliran bisa menggunakan beberapa metode:
 - Metode rasional (untuk DAS kecil, bisa digunakan dalam perencanaan drainase)
 - **Hidrograf Satuan**

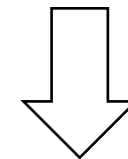
Model Hidrologi



HUJAN



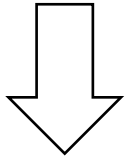
PROSES



ALIRAN..?

Model Hidrologi: Metode rasional

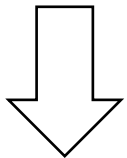
HUJAN



PROSES

$$Q = 0.2778 ciA$$

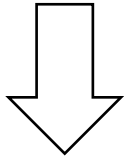
(Hanya menggambarkan proses infiltrasi dengan sederhana)



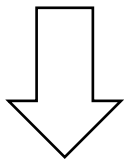
ALIRAN..?

Model Hidrologi: Hidrograf Satuan

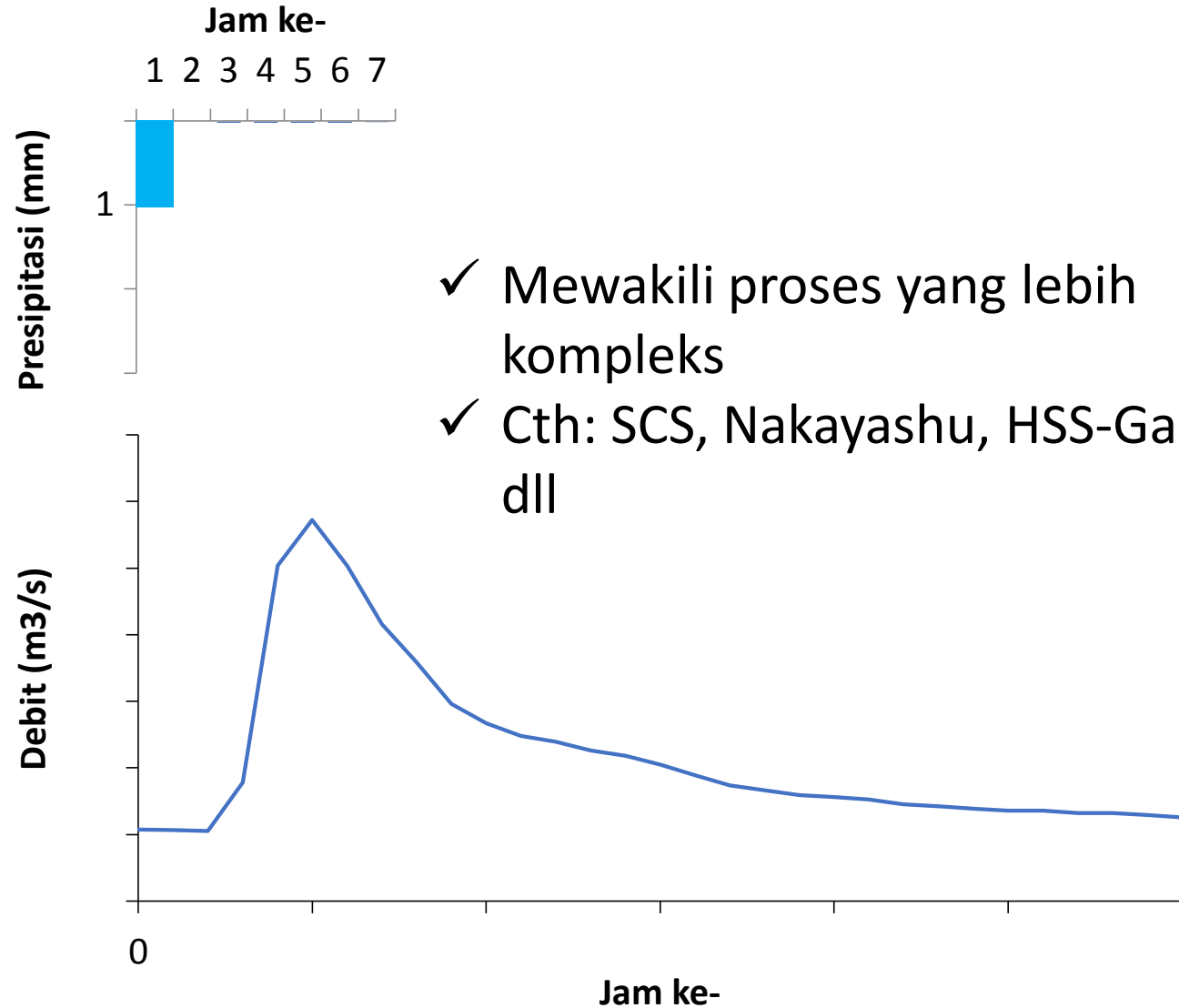
HUJAN



PROSES



ALIRAN..?



Software² Hidrologi

- WMS (Watershed Modelling System)
 - <https://www.aquaveo.com/software/wms-watershed-modeling-system-introduction>
- HEC-HMS
 - <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>
- SWAT
 - <https://swat.tamu.edu/software/>
- dll

Question?

Ujian Tengah Semester

- Closed book, **boleh bawa catatan tulis tangan satu lembar A4 bolak balik**
- Apabila diperlukan tabel – tabel, akan dilampirkan di soal