



Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

# Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Lab. Bio-Environmental Management and Control Engineering

Agricultural Engineering Department - Jenderal Soedirman University

Mata Kuliah : Hidrologi





# Pokok Bahasan

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing  
dengan  
Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

- 1 Definisi Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)
- 2 Konsep *Hydrologic Routing*
- 3 *Flood Routing* dengan *Muskingum Method*
- 4 Contoh Perhitungan *Muskingum Method*



# Siklus Hidrologi

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

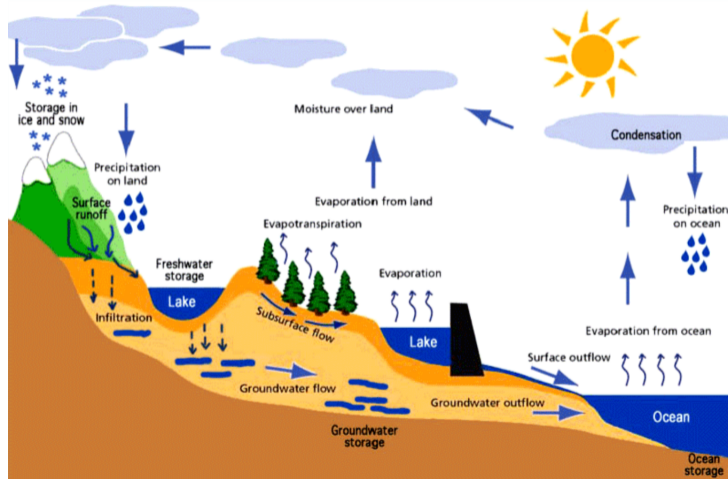
Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*





# Apa Itu *Flood Routing*?

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

- *Flood routing* adalah metode untuk menentukan hidrograf debit sungai pada titik tertentu di sungai (misal : titik B), dengan menggunakan data titik lainnya yang lebih hulu (misal : titik A)



# Apa Itu *Flood Routing*?

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

- *Flood routing* adalah metode untuk menentukan hidrograf debit sungai pada titik tertentu di sungai (misal : titik B), dengan menggunakan data titik lainnya yang lebih hulu (misal : titik A)
- *Flood* adalah istilah untuk kenaikan muka air sungai (atau debit sungai), bukan “banjir” meluapnya air ke darat.



# Apa Itu *Flood Routing*?

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

- *Flood routing* adalah metode untuk menentukan hidrograf debit sungai pada titik tertentu di sungai (misal : titik B), dengan menggunakan data titik lainnya yang lebih hulu (misal : titik A)
- *Flood* adalah istilah untuk kenaikan muka air sungai (atau debit sungai), bukan “banjir” meluapnya air ke darat.
- Prosedur matematis untuk memprediksi perubahan bentuk hidrograf debit (*shape of flood wave*) pada satu atau beberapa titik sepanjang sungai



# Apa Itu *Flood Routing*?

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

- *Flood routing* adalah metode untuk menentukan hidrograf debit sungai pada titik tertentu di sungai (misal : titik B), dengan menggunakan data titik lainnya yang lebih hulu (misal : titik A)
- *Flood* adalah istilah untuk kenaikan muka air sungai (atau debit sungai), bukan “banjir” meluapnya air ke darat.
- Prosedur matematis untuk memprediksi perubahan bentuk hidrograf debit (*shape of flood wave*) pada satu atau beberapa titik sepanjang sungai
- Berdasarkan objek analisis, *flood routing* : a. *Reservoir Routing* (pada reservoir/DAS), b. *Channel Routing* (pada saluran/sungai)



# Apa Itu *Flood Routing*?

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

- *Flood routing* adalah metode untuk menentukan hidrograf debit sungai pada titik tertentu di sungai (misal : titik B), dengan menggunakan data titik lainnya yang lebih hulu (misal : titik A)
- *Flood* adalah istilah untuk kenaikan muka air sungai (atau debit sungai), bukan “banjir” meluapnya air ke darat.
- Prosedur matematis untuk memprediksi perubahan bentuk hidrograf debit (*shape of flood wave*) pada satu atau beberapa titik sepanjang sungai
- Berdasarkan objek analisis, *flood routing* : a. *Reservoir Routing* (pada reservoir/DAS), b. *Channel Routing* (pada saluran/sungai)
- Berdasarkan dasar teori, *flood routing* : a. *Hydraulic Routing* (dasar : model fisika aliran, tidak dibahas di kuliah ini), b. *Hydrologic Routing* (dasar : konsep kesetimbangan massa)





# Reservoir Routing dan Channel Routing

Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Ardiansyah et al.,  
Lab. TPPBL

Formulasi masalah : Terdapat hidrograf *Inflow* ( $I(t)$ ), bagaimana hidrograf *Outflow* ( $Q(t)$ )

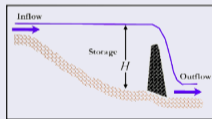
Definisi Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Konsep Hydrologic Routing

*Flood Routing* dengan Muskingum Method

Contoh Perhitungan Muskingum Method

## Reservoir Routing (Pada Reservoir)

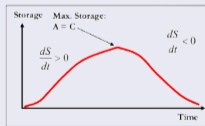
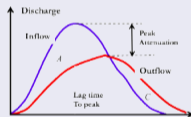


Inflow and outflow hydrographs for a small, level-surface reservoir

A:  $I > O$ , filling  
C:  $I < O$ , emptying

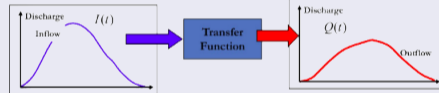
$$\frac{dS}{dt} = I(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = f(H)$$



Reservoir memiliki *storage* (simpanan) kapasitas tertentu

## Channel Routing (Pada Saluran Sungai)



$$I(t) = \text{Inflow}$$

$$Q(t) = f[x, I(t)]$$

$$Q(t) = \text{Outflow}$$

Upstream Hydrograph

Channel: Characteristics:  $x$   
Routing Method:  $f(\dots)$

Downstream Hydrograph

Input, output, storage are related

$$\frac{dS}{dt} = I(t) - Q(t)$$

Storage function is needed

$$S = f(I, Q)$$

*Storage* pada *channel* adalah volume air pada saluran



# Flood Routing Analysis

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

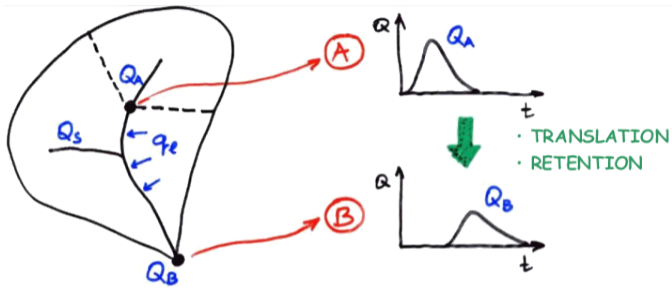
Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*



Pertanyaan yang ingin dijawab oleh analisis *flood routing* dapat dipahami sebagai berikut :

Diketahui sebuah aliran pada titik A, dengan hidrograf  $Q_A$ . Selama perjalanan aliran tersebut ke titik B, terjadi penambahan aliran sebanyak  $q_e$ . Aliran  $Q_B$  terjadi setelah beberapa waktu tertentu karena perjalanan aliran dari  $Q_A$  memerlukan waktu. Bagaimana hidrograf aliran  $Q_B$  ?



# Konsep *Hydrologic Routing*

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

## Theorem

Air dalam suatu kesatuan sistem hidrologis (DAS) adalah berupa air yang masuk ke DAS (*Inflow,  $I(t)$* ), air tersimpan dalam DAS (*Storage,  $S(t)$* ), dan air yang keluar dari DAS (*Outflow,  $Q(t)$* ) . Konsep tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



- Kontinuitas massa : “Perubahan *Storage* dalam DAS terjadi karena perubahan *Inflow* dan *Outflow*”. Persamaannya :  $\frac{dS(t)}{dt} = I(t) - O(t)$
- Simpanan air dalam DAS ( $S$ ) dapat dipengaruhi oleh  $I$ ,  $Q$ ,  $\frac{dI}{dt}$ ,  $\frac{dQ}{dt}$ , dan lain-lain, atau  $S = f(I, Q, \frac{dI}{dt}, \frac{dQ}{dt}, ..)$ 
  - *Storage Function Reservoir* Linear :  $S = K \cdot Q$  atau  $S = f(Q)$
  - *Storage Function* metode Muskingum :  $S = K \cdot [xI + (1-x)Q]$  atau  $S = f(I, Q)$



# Ingat Analogi DAS dengan Tangki ??

## Analogi DAS dengan Tangki Bersusun (Model Tangki)

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

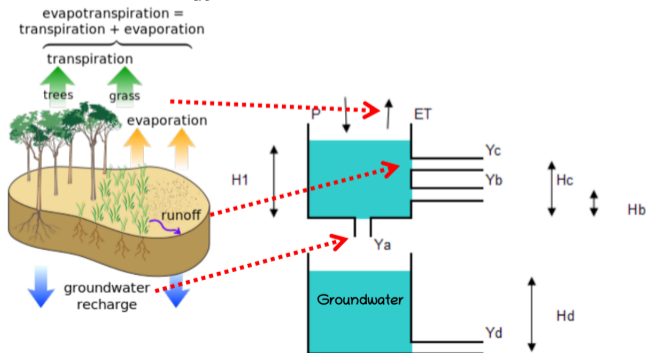
Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing  
dengan  
Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

Analogi DAS sebagai tangki bersusun digunakan untuk penyederhanaan perhitungan (permodelan). Input pada tangki adalah presipitasi (hujan), output adalah evapotranspirasi, runoff, dan perkolasi. Konsep DAS sebagai model tangki sedikit lebih kompleks (banyak parameter dan persamaan) dibandingkan konsep DAS di atas ( $\frac{dS(t)}{dt} = I(t) - O(t)$ ).





# Storage Function pada Reservoir

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

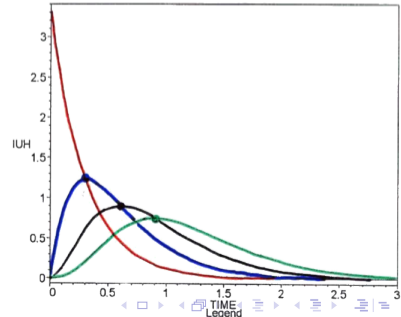
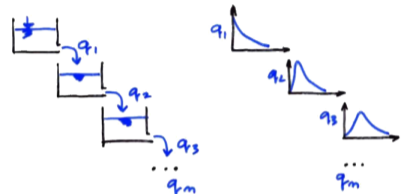
Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

- *Linear Reservoir* :  $S = K \cdot Q$ ,  $K =$  konstanta *storage*,  $Q =$  *debit outflow*  
Simpanan (*storage*) sebanding dengan debit outflow
- *Outflow dari Cascade Linear Storage*  
DAS dianggap sebagai susunan bertingkat (*cascade*) dari beberapa *linear reservoir*  
 $Q_n(t) = \frac{1}{K\Gamma(n)} \left(\frac{t}{K}\right)^{n-1} e^{-\frac{t}{K}}$ , dimana  $n =$  jumlah reservoir,  $k =$  konstanta *storage*





# Storage Function pada Channel (Saluran)

## Dasar Muskingum Method

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing  
dengan  
Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

Dikembangkan tahun 1938 di Sungai Muskingum, paling sering digunakan sekarang

Dasar :

- 1 Kesetimbangan massa (air) :

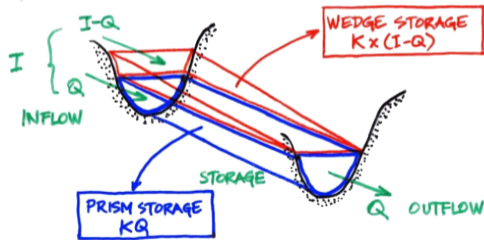
$$\frac{dS}{dt} = I - Q$$

- 2 *Storage Function* :  $S = f(I, Q)$

Dari gambar, diketahui total *storage* pada sungai = *Prism Storage* + *Wedge Storage*

- $S = KQ + Kx(I - Q)$ ,  
penyederhanaan diperoleh :

- $K$  (dimensi waktu),  $x$  (faktor pembobot),  $I$  dan  $Q$  (volume/waktu),  $S$  (volume)



*Storage Function* Metode Muskingum

$$S = K [xI + (1 - x)Q]$$



# Muskingum Method

## Persamaan Routing Muskingum Method

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing  
dengan  
Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

- Jika pada satu waktu ditandai  $j$ , dan waktu setelahnya ditandai  $j+1$ , perubahan *storage* dapat ditulis :

$$\frac{dS}{dt} = I - Q$$

$$\frac{S_{j+1} - S_j}{\Delta t} = \bar{I}_{j,j+1} - \bar{Q}_{j,j+1} = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2}$$

dimana  $S_j = K[xI_j + (1-x)Q_j]$ , dan  $S_{j+1} = K[xI_{j+1} + (1-x)Q_{j+1}]$

- diperoleh :

$$K [xI_{j+1} + (1-x)Q_{j+1}] - K [xI_j + (1-x)Q_j] = \frac{\Delta t}{2} [I_j + I_{j+1} - Q_j - Q_{j+1}]$$

- penyusunan kembali persamaan akan menghasilkan :

### Persamaan *Routing* (Penelusuran) Muskingum

$Q_{j+1} = c_1 I_{j+1} + c_2 I_j + c_3 Q_j$ , dengan

$$c_1 = \frac{\Delta t - 2Kx}{2K(1-x) + \Delta t}, \quad c_2 = \frac{\Delta t + 2Kx}{2K(1-x) + \Delta t}, \quad \text{dan} \quad c_3 = \frac{2K(1-x) - \Delta t}{2K(1-x) + \Delta t}, \quad \text{dimana} \quad c_1 + c_2 + c_3 = 1$$



# Muskingum Method

## Arti Parameter Muskingum Method

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

Apa arti  $x$  dan  $K$  pada persamaan *storage* Muskingum ?

$$S = K [xI + (1 - x)Q]$$

- $x$ 
  - Bentuk dari wedge : tipe *storage* yang memecah gelombang
  - Kisaran nilai :  $0 \leq x \leq 0.5$
  - $x = 0$ , berarti permukaan air datar (tidak ada air balik) , jika dimasukkan ke persamaan *storage* Muskingum, diperoleh  $S = KQ$  (*linear reservoir*)
  - Umumnya bernilai  $0 \leq x \leq 0.3$ , rata-rata  $x = 0.2$
  - $x = 0.5 \implies S = K [0.5I + 0.5Q]$ , bobot untuk  $I$  dan  $Q$  sama
- $K$ 
  - Waktu tempuh dari puncak hidrograf inflow ( $I$ ) ke puncak hidrograf outflow ( $Q$ )





# Muskingum Method

## Arti Parameter Muskingum Method

Penelusuran Banjir (Flood Routing)

Ardiansyah et al.,  
Lab. TPPBL

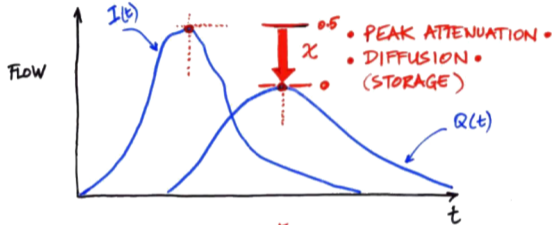
Definisi Penelusuran Banjir (Flood Routing)

Konsep Hydrologic Routing

Flood Routing dengan Muskingum Method

Contoh Perhitungan Muskingum Method

### UMUM



Arti parameter K dan x

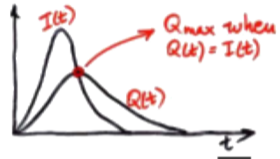
K : waktu antara dua puncak

x : faktor pengali debit puncak  $I(t)$  menjadi  $Q(t)$

(  $x = 0.5$  --> debit puncak sama)

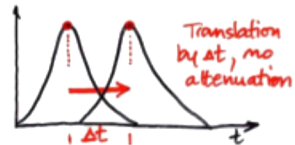
### KHUSUS

(1)  $x = 0$  (Linear reservoir)



$x = 0$  --> Linear Reservoir  
 $Q_{max}$  ketika  $Q(t) = I(t)$

(2)  $K = \Delta t$   $x = 0.5$



$x = 0.5$  --> Debit puncak tetap



# Muskingum Method

## Kalibrasi Parameter K dan x pada Muskingum Method

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

Diketahui persamaan *storage* Muskingum,

- $S$ , dimana  $S_j = K [xI_j + (1-x)Q_j]$   
sedangkan *storage* dari pengukuran

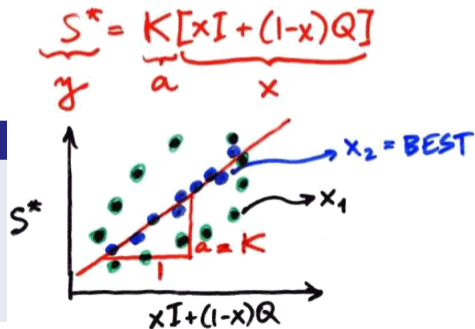
- $S^*$ , dimana  
$$S_{j+1}^* = S_j + \Delta t (\bar{I}_{j,j+1} - \bar{Q}_{j,j+1})$$
  
 $I_j$  (*inflow*) dan  $Q_j$  (*outflow*) dapat diukur

### Theorem

Harus ada nilai  $x$  tertentu, dimana *storage* teoritis ( $S$ ) sama dengan *storage* terukur ( $S^*$ ) ( $S^* = S$ ). Sehingga :

$$S^* = K [xI + (1-x)Q].$$

Gradien (kemiringan) plot kedua *storage* adalah nilai K





# Contoh Perhitungan *Routing Muskingum Method* I

Diketahui *Inflow* dan *Outflow* , Tentukan  $K$  dan  $x$

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

## SOAL 1

Diketahui pengukuran terhadap dua titik di sebuah bagian sungai (*Inflow*) dan di hilir sungai (*Outflow*) menghasilkan data hidrograf sebagai berikut. Tentukan nilai  $K$  dan  $x$  untuk persamaan simpanan Muskingum

t	jam	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
<i>Inflow (I)</i>	( $m^3/det$ )	5	20	50	50	32	22	15	10	7	5	5	5
<i>Outflow (Q)</i>	( $m^3/det$ )	5	6	12	29	38	35	29	23	17	13	9	7

## Jawab

Untuk menyelesaikan soal ini, terlebih dahulu harus dihitung simpanan saluran pada tiap waktu pengukuran (simpanan terukur) ( $S^*$ ).

(dalam tanda kurung “()” adalah nomor kolom, subscript  $j$  berarti waktu sebelumnya,  $j + 1$  berarti waktu saat ini)



# Contoh Perhitungan *Routing Muskingum Method*

Diketahui *Inflow* dan *Outflow* , Tentukan *K* dan *x*

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing  
dengan  
Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

1 Kolom (4) ( $\frac{\Delta S}{dt}$ ) dihitung sebagai :  $\frac{S_{j+1}-S_j}{\Delta t} = \frac{I_j+I_{j+1}}{2} - \frac{Q_j+Q_{j+1}}{2}$ , atau

$$\frac{(2)_{j+1}+(2)_{j+1}}{2} - \frac{(3)_{j+1}+(3)_{j+1}}{2}$$

2 Kolom (5) ( $\Delta S$ ) dihitung sebagai :  $\frac{\Delta S}{dt} dt$ , dimana  $dt = 6 \text{ jam}$ , atau (4)  $6 \text{ jam}$

3 Kolom (6) ( $S$ ) dihitung sebagai :  $S_{j+1}^* = S_j^* + \Delta t(\bar{I}_{j,j+1} - \bar{Q}_{j,j+1})$ , atau

$$(6)_{j+1} = (6)_j + (5)_{j+1}$$



# Contoh Perhitungan *Routing Muskingum Method*

Diketahui *Inflow* dan *Outflow* , Tentukan  $K$  dan  $x$

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

(1) <b>t</b> jam	(2) <b>I</b> m <sup>3</sup> /det	(3) <b>Q</b> m <sup>3</sup> /det	(4) <b><math>\Delta S/dt</math></b>	(5) <b><math>\Delta S</math></b>	(6) <b><math>S^*</math></b> m <sup>3</sup> /det . jam
0	5	5			0
6	20	6	7	42	42
12	50	12	26	156	198
18	50	29	29,5	177	375
24	32	38	7,5	45	420
30	22	35	-9,5	-57	363
36	15	29	-13,5	-81	282
42	10	23	-13,5	-81	201
48	7	17	-11,5	-69	132
54	5	13	-9	-54	78
60	5	9	-6	-36	42
66	5	7	-3	-18	24



# Contoh Perhitungan *Routing Muskingum Method*

Diketahui *Inflow* dan *Outflow* , Tentukan *K* dan *x*

Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Ardiansyah et al.,  
Lab.TPPBL

Definisi Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Konsep *Hydrologic Routing*

*Flood Routing* dengan *Muskingum Method*

Contoh Perhitungan *Muskingum Method*

Nilai simpanan saluran terukur ( $S^*$ ) harus sama dengan nilai simpanan teoritis ( $S$ ), dimana :  $S = K [xI + (1 - x)Q]$ . Untuk mengetahui pada  $x$  berapa akan terjadi  $S^* = S$ , maka dicoba 3 nilai  $x$ , yaitu  $x = 0.10$ ,  $x = 0.15$ ,  $x = 0.20$ . Plot grafik  $[xI + (1 - x)Q]$  terhadap  $S^*$  memberikan hasil bahwa  $x$  yang berupa garis lurus adalah  $x = 0.2$ .

(1) t jam	(2) I m <sup>3</sup> /det	(3) Q m <sup>3</sup> /det	(6) S* m <sup>3</sup> /det . jam	(7) x = 0.10	(8) xI + (1-x)Q x = 0.15	(9) x = 0.20
0	5	5		5	5	5
6	20	6	42	7,4	8,1	8,8
12	50	12	198	15,8	17,7	19,6
18	50	29	375	31,1	32,15	33,2
24	32	38	420	37,4	37,1	36,8
30	22	35	363	33,7	33,05	32,4
36	15	29	282	27,6	26,9	26,2
42	10	23	201	21,7	21,05	20,4
48	7	17	132	16	15,5	15
54	5	13	78	12,2	11,8	11,4
60	5	9	42	8,6	8,4	8,2
66	5	7	24	6,8	6,7	6,6

Nilai *K* adalah kemiringan garis pada grafik dimana  $x = 0.2$ , yaitu gradien persamaan garis regresi = 13.35



# Contoh Perhitungan *Routing Muskingum Method*

Diketahui *Inflow* dan *Outflow* , Tentukan *K* dan *x*

Penelusuran  
Banjir (*Flood Routing*)

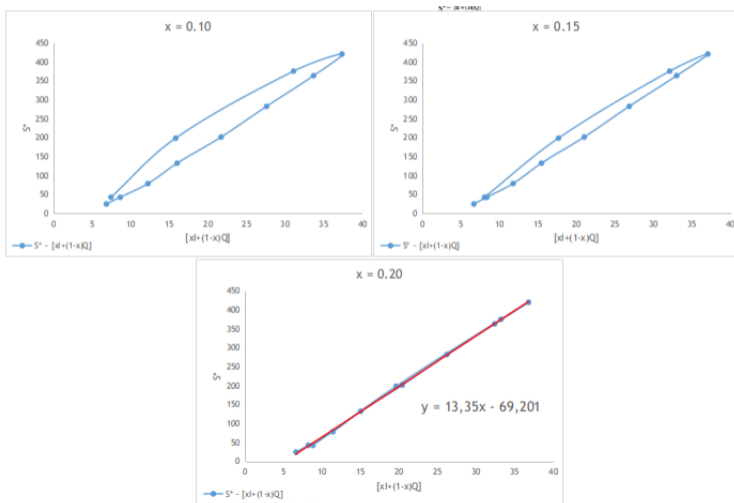
Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood Routing*)

Konsep  
*Hydrologic Routing*

*Flood Routing*  
dengan  
*Muskingum Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum Method*





# Contoh Perhitungan *Routing Muskingum Method*

Diketahui *Inflow*, *K* dan *x*, Tentukan *Outflow*

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

## SOAL 2

Diketahui debit *Inflow* di hulu. Tentukan prediksi debit *outflow* di hilir, jika parameter storage muskingum  $K = 13.35$ , dan  $x = 0.2$

t	jam	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
<b>Inflow (I)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/det)</b>	5	15	45	45	28	17	10	8	7	5	5	5
<b>Outflow (Q)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/det)</b>	5	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

## Jawab

Pada waktu  $t = 0$  (sebelum kejadian hujan), nilai *Inflow* sama dengan *Outflow*. Begitu terjadi hujan, nilai *inflow* meningkat. Nilai *Outflow* dihitung dengan persamaan :

$$Q_{j+1} = c_1 I_{j+1} + c_2 I_j + c_3 Q_j, \text{ dimana } c_1 = \frac{\Delta t - 2Kx}{2K(1-x) + \Delta t}, c_2 = \frac{\Delta t + 2Kx}{2K(1-x) + \Delta t}, \text{ dan } c_3 = \frac{2K(1-x) - \Delta t}{2K(1-x) + \Delta t}, \text{ sedangkan } c_1 + c_2 + c_3 = 1$$





# Contoh Perhitungan *Routing Muskingum Method*

Diketahui *Inflow*, *K* dan *x*, Tentukan *Outflow*

Diketahui  $K = 13.35$  dan  $x = 0.2$

$$c_1 = \frac{6-2 \cdot 13.35 \cdot 0.2}{2 \cdot 13.35 \cdot (1-0.2)+6} = 0.024, \quad c_2 = \frac{6+2 \cdot 13.35 \cdot 0.2}{2 \cdot 13.35 \cdot (1-0.2)+6} = 0.414,$$

$$c_3 = \frac{2 \cdot 13.35 \cdot (1-0.2)-6}{2 \cdot 13.35 \cdot (1-0.2)+6} = 0.561, \quad c_1 + c_2 + c_3 = 1(\text{terbukti})$$

$Q_{j+1} = c_1 I_{j+1} + c_2 I_j + c_3 Q_j$ , subscript  $j$  berarti waktu sebelumnya,  $j + 1$  berarti waktu saat ini (yang ingin dicari)

$$t = 6 \implies Q = 0.024 \cdot 15 + 0.414 \cdot 5 + 0.561 \cdot 5 = 5.23$$

$$t = 12 \implies Q = 0.024 \cdot 45 + 0.414 \cdot 15 + 0.561 \cdot 5.23 = 10.23$$

$$t = 18 \implies Q = 0.024 \cdot 45 + 0.414 \cdot 45 + 0.561 \cdot 10.21 = 25.45$$

... dst

$$t = 66 \implies Q = 0.024 \cdot 5 + 0.414 \cdot 5 + 0.561 \cdot 8.18 = 6.78, \text{ sehingga diperoleh :}$$

t	jam	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
<b>Inflow (I)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/det)</b>	5	15	45	45	28	17	10	8	7	5	5	5
<b>Outflow (Q)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/det)</b>	5	5,24	10,23	25,45	33,58	30,84	24,58	18,12	13,65	10,67	8,18	6,78

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing*  
dengan  
*Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*



# Contoh Perhitungan *Routing Muskingum Method*

Diketahui *Inflow*, *K* dan *x*, Tentukan *Outflow*

Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

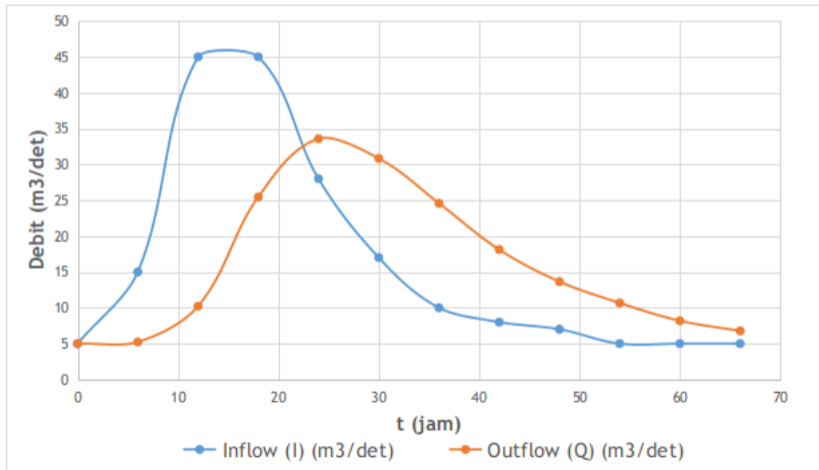
Definisi  
Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Konsep  
*Hydrologic  
Routing*

*Flood  
Routing  
dengan  
Muskingum  
Method*

Contoh  
Perhitungan  
*Muskingum  
Method*

Grafik *Outflow* yang dihitung adalah sebagai berikut :





# Ringkasan

## Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

## Definisi Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

## Konsep *Hydrologic Routing*

## *Flood Routing* dengan *Muskingum Method*

## Contoh Perhitungan *Muskingum Method*

- *Flood Routing* adalah prosedur untuk mendapatkan hidrograf *outflow* dari hidrograf *inflow*



# Ringkasan

## Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

## Definisi Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

## Konsep *Hydrologic Routing*

## *Flood Routing* dengan *Muskingum Method*

## Contoh Perhitungan *Muskingum Method*

- *Flood Routing* adalah prosedur untuk mendapatkan hidrograf *outflow* dari hidrograf *inflow*
- Diperlukan pengukuran *inflow* dan *outflow* pada awalnya untuk menentukan  $K$  dan  $x$



# Ringkasan

## Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

## Definisi Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

## Konsep *Hydrologic Routing*

## *Flood Routing* dengan *Muskingum Method*

## Contoh Perhitungan *Muskingum Method*

- *Flood Routing* adalah prosedur untuk mendapatkan hidrograf *outflow* dari hidrograf *inflow*
- Diperlukan pengukuran *inflow* dan *outflow* pada awalnya untuk menentukan  $K$  dan  $x$
- Setelah diperoleh  $K$  dan  $x$  pada sebuah sungai, hidrograf *outflow* dapat diketahui dari bentuk hidrograf *inflow* apapun



Penelusuran  
Banjir (*Flood  
Routing*)

Ardiansyah et  
al.,  
Lab.TPPBL

Appendix

- E. M. Wilson. 1990. Engineering Hydrology. Red Globe Press, London