



Hidrograf Satuan Sintetik adalah salah satu cara dalam menentukan hidrograf satuan yang didasarkan pada ketersediaan data hujan harian dan parameter DAS.

Beberapa HSS

- HSS Snyder
- HSS Nakayasu
- HSS Gama I
- HS Gama II

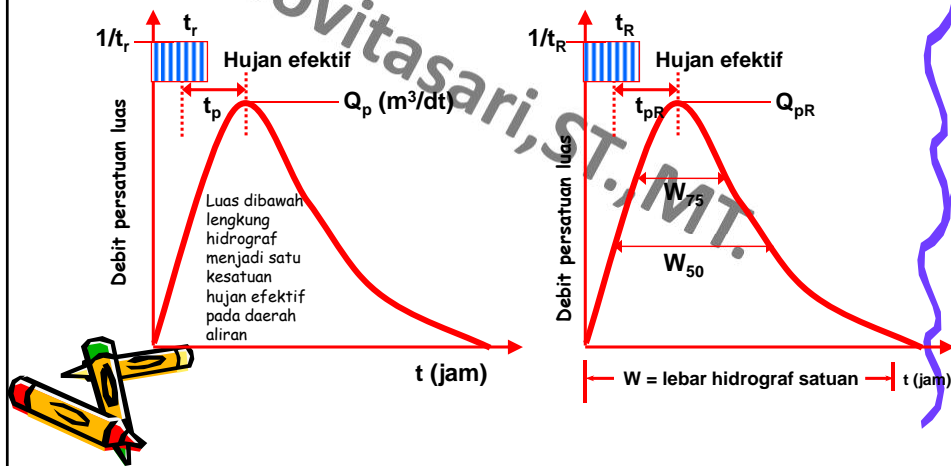


Snyder beranggapan bahwa karakteristik DAS yang mempunyai pengaruh terhadap hidrograf satuan sintetik adalah Luas DAS, bentuk DAS, Topografi, Kemiringan Saluran, Kerapatan sungai dan daya tampung saluran



# H S S \* S N Y D E R

HSS Standar  $t_p = 5,5 t_r$  (kiri), hidrograf satuan yang diperlukan  
 $t_{pR} = 5,5 t_R$



# H S S \* S N Y D E R

$$t_r = t_p / 5,5$$

Keterlambatan DAS (*Basin Lag*)

$$t_p = C_2 C_p (L \cdot L_c)^{0,3}$$

dimana

- $t_r$  : lama hujan efektif
- $t_p$  : keterlambatan DAS (jam)
- $L$  : Panjang sungai utama dari outlet ke batas hulu (km)
- $L_c$  : jarak antara outlet ke titik pada sungai yang terdekat dengan titik pusat (*centroid*) DAS
- $C_2$  : 0,75 (  $C_1 = 1$  untuk SI)
- $C_p$  : koefisien yang diturunkan dari DAS yang memiliki data pada daerah yang sama

# H S S \* S N Y D E R

Debit puncak per satuan luas dari hidrograf satuan standar

$$q_p = \frac{C_2 C_p}{t_p} \quad q_p = \frac{640 C_p}{t_p}$$

dimana

$C_2$  : 2,75 (640 untuk SI)

$C_p$  : koefisien yang diturunkan dari DAS yang memiliki data pada daerah yang sama

Jika  $t_{pR}$  jauh dari  $5,5 t_R$  maka keterlambatan DAS standar adalah :

$$t_p = t_{pR} + \frac{t_r - t_R}{4}$$



## Hidrograf Satuan Snyder

$$W_{75} = \frac{440}{q_{pR}^{1,08}} \quad W_{50} = \frac{770}{q_{pR}^{1,08}}$$

$$t_b = 3 + \frac{t_p}{8}$$

dimana

$W_{75}$  : lebar hidrograf satuan bila debit sama dengan 75% debit puncak

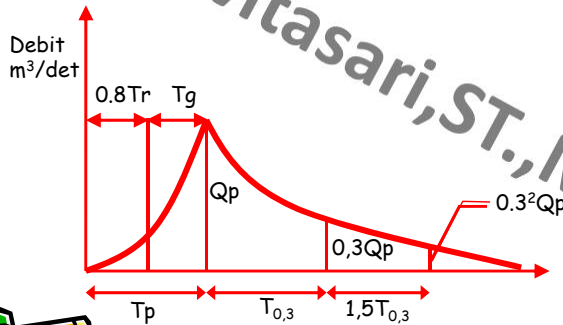
$W_{50}$  : lebar hidrograf satuan bila debit sama dengan 50% debit puncak

$t_b$  : waktu dasar (*base time*) dalam hari



# NAKAYASU

## Bentuk Tipikal Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu



## Debit Puncak Banjir HSS Nakayasu

$$Q_p = \left( \frac{1}{36} \right) \cdot \left( \frac{A \cdot Re}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$T_p = T_g + 0,8 T_r$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 L$$

$$= 0,21 L^{0,7}$$

... untuk  $L > 15$  km

... untuk  $L < 15$  km

$$T_{0,3} = a t_g$$

$$a = [0,47 (A \cdot L)^{0,25}] / t_g$$

dengan :

- Qp : debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/det),
- A : luas daerah pengaliran sungai (km<sup>2</sup>),
- Re : curah hujan efektif (mm),
- Tp : waktu dari permulaan banjir sampai puncak banjir (jam),
- T<sub>0,3</sub> : waktu dari puncak banjir sampai 0,3 x debit puncak banjir,
- Tg : lag time, waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam),
- Tr : satuan waktu hujan (jam),
- a : koefisien karakteristik DAS (koefisien antara 1,5 dan 3,5),
- L : panjang sungai utama (km).

# NAKAYASU

## Hidrograf Satuan

1. Pada kurva naik ( $0 < t < T_p$ )  $Q_t = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4}$
2. Pada kurva turun ( $T_p < t < T_{0,3}$ )  $Q_r = Q_p \times 0,3 \left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right)$
3. Pada kurva turun ( $T_{0,3} < t < T_{0,3}^2$ )  $Q_t = Q_p \times 0,3 \left(\frac{(t-T_p) + (0,5 \times T_{0,3})}{1,5 \times T_{0,3}}\right)$
4. Pada kurva turun ( $t \leq T_{0,3}^2$ )  $Q_t = Q_p \times 0,3 \left(\frac{(t-T_p) + (1,5 \times T_{0,3})}{2 \times T_{0,3}}\right)$



# NAKAYASU

## Kesimpulan :

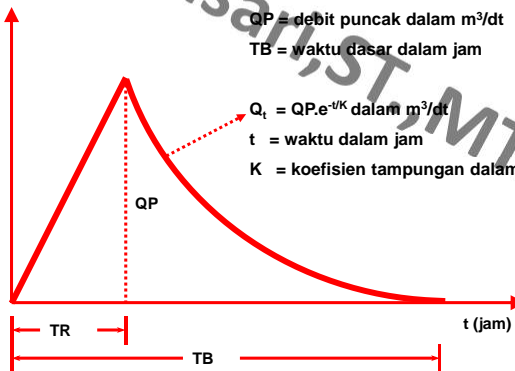
Rumusan tersebut di atas merupakan rumusan empiris sehingga sebelum menerapkan rumus tersebut pada suatu daerah sungai perlu dilakukan Kalibrasi parameter yang sesuai seperti  $T_g$ ,  $a$  dan pola distribusi hujan, agar didapatkan suatu pola hidrograf yang sesuai dengan hidrograf banjir pengamatan (observed hydrograph)



# H S S \* G A M M A I

Bentuk tipikal HSS Gama-I ditandai dengan parameter waktu naik (*time of rise*), waktu dasar (*base time*) dan debit puncak (*peak discharge*)

Q  
(m<sup>3</sup>/dt)



Parameter HSS Gama-I tersebut nilainya sangat dipengaruhi oleh beberapa sifat DAS sbb.:

- Faktor-sumber (SF), yaitu perbandingan jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah panjang sungai semua tingkat.
- Frekuensi-sumber (SN), yaitu perbandingan jumlah pangsa sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah pangsa sungai semua tingkat.
- Faktor-simetri (SIM), sebagai hasil kali para factor lebar (WF) dengan luas relatif DAS sebelah hulu (RUA).

- Faktor-lebar (WF) adalah perbandingan lebar DAS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak  $0,75 L$  dan lebar DAS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak  $0,25 L$  dari tempat pengukuran.
- Luas relatif DAS sebelah hulu (RUA) adalah perbandingan luas DAS sebelah hulu garis yang ditarik melalui titik di sungai terdekat dengan titik berat DAS dan tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan titik tersebut dengan tempat pengukuran, dengan luas DAS total ( $A$ ).
- Jumlah pertemuan sungai (JN) yang besarnya sama dengan jumlah pangsa sungai tingkat satu dikurangi satu.

• Kepadatan jaringan kurus ( $D$ ), yaitu panjang sungai persatuan luas DAS ( $\text{km}/\text{km}^2$ ).

Rumus-rumus empiris untuk menentukan parameter HSS Gama-I adalah sbb:

Waktu Puncak HSS Gama I ( $Tr$ )

$$TR = 0,43 \left( \frac{L}{100 SF} \right)^3 + 1,0665 SIM + 1,2775$$

Debit Puncak Banjir ( $QP$ )

$$QP = 0,1836 A^{0,5884} JN^{0,2381} TR^{-0,4008}$$

Waktu Dasar ( $TB$ )

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} S^{-0,0986} SN^{0,7344} RUA^{0,2574}$$

Koefisien Resesi ( $k$ )

$$K = 0,5617 A^{0,1798} S^{-0,1446} SF^{-1,0897} D^{0,0452}$$

Indeks Phi

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

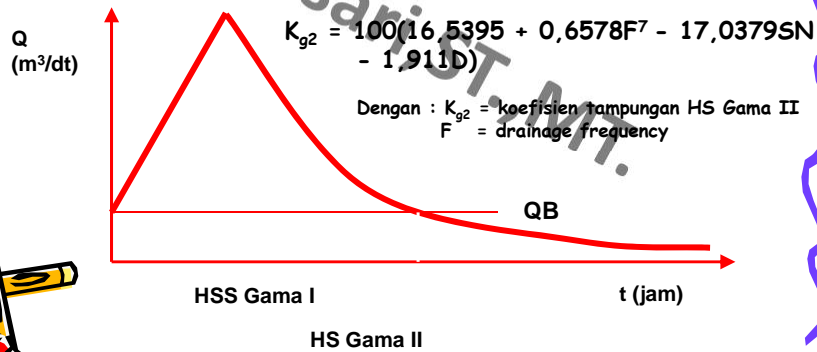
Aliran Dasar ( $QB$ )

$$QB = 0,4751 A^{0,6444} D^{0,9430}$$



## H S \* G A M A I I

Bila debit yang dihasilkan merupakan debit limpasan langsung ditambah dengan aliran dasar, dimana dalam konsep HSS Gama I aliran dasar merupakan besaran yang tetap.  
Bila debit menjadi lebih kecil dari aliran dasar (QB), maka konsep HSS Gama I tidak dapat digunakan.



## K E S I M P U L A N

- Memperhatikan rumus empirik HSS Gama I maka pemakaian di luar pulau Jawa hendaklah hati-hati dan perlu memperhatikan perilaku hidrologis daerah bersangkutan di sungai-sungai terdekat.
- Umumnya untuk TR tidak lebih dari 3 jam, apabila perlu dilakukan koreksi.
- Model Nakayasu cukup baik digunakan dengan koreksi waktu capai puncak (*time to peak*) dikali dengan 0,75 dan debit puncak dikali dengan 1,25.

### Contoh Soal

Dari peta suatu DAS dapat diperoleh data-data panjang sungai utama 50 km, jarak antara outlet ke titik di saluran terdekat centroid 25 km, luas DAS 2000km<sup>2</sup>. Dari hidrograf yang diturunkan untuk DAS tersebut diperoleh tR 7,5 jam dan tpR 24 jam dengan debit puncak 80 m<sup>3</sup>/dt

