

3.3. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Hidrograf adalah suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara tinggi permukaan air atau debit terhadap waktu (Linsley, 1982). Sherman (1932) telah memperkenalkan hidrograf satuan sebagai cara untuk memperkirakan bentuk hidrograf. Hidrograf satuan ialah hidrograf aliran langsung (direct runoff) yang dihasilkan dari hujan efektif setinggi rata-rata 1 mm tersebar merata di daerah alirannya dengan suatu laju seragam selama suatu periode atau waktu tertentu.

Menurut Bernard (1932), cara hidrograf satuan beserta cara grafik distribusi adalah cara yang sangat baik dan berguna untuk perhitungan debit banjir rancangan. Analisis terinci tentang hidrograf banjir umumnya penting di dalam usaha mengurangi kerusakan akibat banjir, perkiraan banjir, atau penetapan debit rancangan bagi berbagai bangunan yang harus melayani air banjir.

Untuk membuat hidrograf banjir pada sungai-sungai yang tidak tersedia atau sedikit sekali data observasi hidrograf banjirnya, maka perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengalirannya, misalnya waktu untuk mencapai puncak hidrograf, lebar dasar, luas, panjang alur terpanjang, koefisien limpasan, dan sebagainya.

Hidrograf satuan sintetik dipergunakan apabila tidak tersedia atau sedikit sekali data suatu daerah pengaliran sungai. Data yang dimaksud adalah data pengukuran debit, data hujan jam-jaman, data AWLR, dan sebagainya. Pada penulisan ini hanya akan diuraikan tentang Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu yang dikembangkan di Negara Jepang.

Adapun persamaan yang dipergunakan dalam menentukan hidrograf banjir dengan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah :

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_o}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})}$$

Dimana :

T_p = time to peak (waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir)
(jam)

- Q_p = debit puncak banjir($m^3/detik$)
 R_o = hujan satuan (mm)
 C = koefisien pengaliran
 $T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai 30% dari debit puncak (jam)

Besarnya angka koefisien pengaliran (C) untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6.1. Angka Koefisien Pengaliran untuk DAS

No	Kondisi Daerah Aliran Sungai	Angka (C)
1.	Pegunungan curam	0,75 – 0,90
2.	Pegunungan tersier	0,70 – 0,80
3.	Tanah bergelombang dan hutan	0,50 – 0,75
4.	Dataran pertanian	0,45 – 0,60
5.	Persawahan yang diairi	0,70 – 0,80
6.	Sungai di pegunungan	0,75 – 0,85
7.	Sungai di dataran	0,45 – 0,75
8.	Sungai besar yang sebagian alirannya di dataran rendah	0,50 – 0,75

Adapun cara perhitungan debit banjir rancangan dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu :

1. Menghitung waktu konsentrasi (t_g), berdasarkan panjang sungai (L) :

$$T_g = 0,21 L^{0,7} \quad ; \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 L \quad ; \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

2. Menghitung T_p , dengan persamaan :

$$T_p = t_g + 0,8 t_r$$

Dimana besarnya harga t_r diambil antara 0,5 t_g sampai 1 t_g

3. Menghitung $T_{0,3}$:

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

Dimana :

$\alpha = 2$, untuk daerah pengaliran biasa.

$\alpha = 1,5$ untuk bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat.

$\alpha = 3$ untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat.

4. Menentukan debit puncak banjir

5. Menghitung bagian lengkung naik hidrograf, dengan persamaan :

$$Q_a = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

6. Menghitung bagian lengkung turun hidrograf, dengan persamaan :

$$Q_d > 0,3 Q_p \quad Q_d = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}} \right)}$$

$$0,3 Q_p > Q_d > 0,3^2 Q_p \quad Q_d = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right)}$$

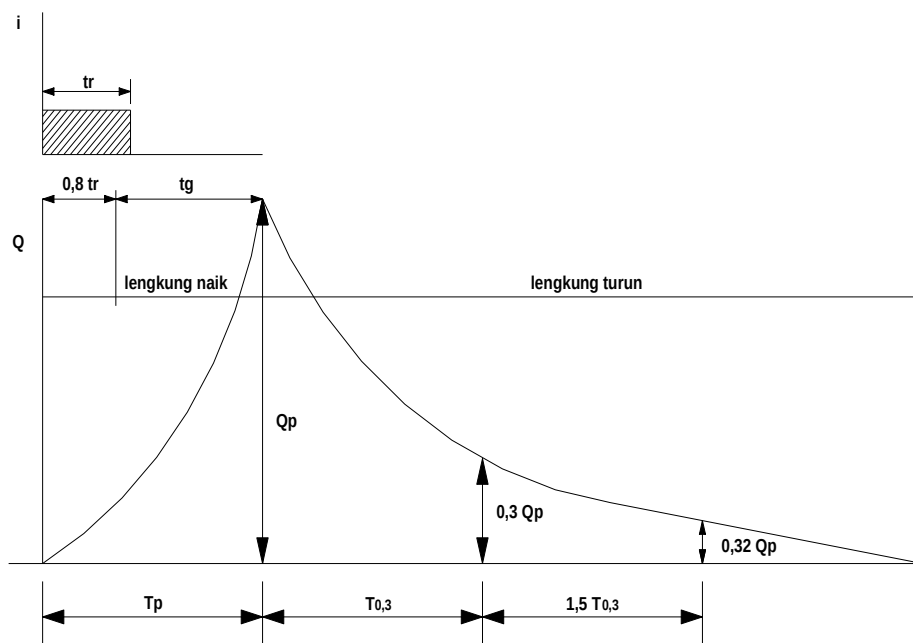
$$0,3^2 Q_p > Q_d \quad Q_d = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}} \right)}$$

dengan memberikan nilai t (1, 2, 3,...,n) yang merupakan fungsi dari waktu, maka dapat dihitung Q_{d1} , Q_{d2} , dan Q_{d3} .

7. Menghitung intensitas hujan (i) berdasarkan kala ulang yang direncanakan, dengan persamaan:

$$i = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, dapat ditentukan ordinat hidrograf satuan sesuai dengan kala ulangnya, untuk kemudian digambar hidrograf satuannya.



Gambar 6.2. Bentuk Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu