

MENGHITUNG DEBIT BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK SNYDER DAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK NAKAYASU

(Studi Kasus: Krueng Kabupaten Aceh Utara)

M.Ahsan Jass¹, Yulia² Zia Ulfa Syadida³

^{1,2}Dosen Tetap Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh

²Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh

Email : yulia@unmuha.ac.id

ABSTRAK

Banjir adalah debit aliran sungai dalam jumlah yang tinggi atau debit aliran air di sungai secara relatif lebih besar dari kondisi normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu terjadi secara terus menerus sehingga air tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada. Banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia. Banjir yang sering terjadi di Provinsi Aceh salah satunya terjadi di Krueng Pase Kabupaten Aceh Utara. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui debit banjir rencana periode ulang 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder dan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu pada Krueng Pase. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai referensi bagi pihak yang membutuhkan data debit untuk keperluan perencanaan bangunan pengendali banjir pada Krueng Pase. Metode penelitian ini menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Pengumpulan data berupa data sekunder yaitu data curah hujan bulanan. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung curah hujan rencana serta debit banjir rencana. Hasil perhitungan pada Bab IV diperoleh perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan distribusi probabilitas Gumbel, Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dengan titik berat hujan ke debit puncak (t_p) = 4,860 jam, dengan waktu naik (t_r) = 0,883 jam dengan tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (T_p) = 5,306 jam, dengan waktu untuk mencapai puncak (q_p) = 0,466 m³/detik/km², dengan debit puncak (Q_p) = 236,300 m³/det, waktu dasar (T_b) = 86,58 Jam. Sedangkan Hasil perhitungan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu diperoleh nilai debit puncak (Q_p) yaitu 10,05 m³/det dengan durasi waktu (t) = 4,21 jam. Periode ulang 10 tahun sebesar 509,93m³/det, periode ulang 25 tahun sebesar 636,24 m³/det, dan periode ulang 50 tahun sebesar 732,45 m³/det. Dari hasil-hasil yang telah didapatkan maka dapat diketahui nilai-nilai debit puncak dengan kedua metode yang berbeda.

Kata Kunci : Bangunan pengendali banjir, debit banjir, periode ulang, nakayasu, snyder.

I. PENDAHULUAN

Sungai merupakan suatu aliran air permukaan yang berbentuk memanjang dan mengalir dari tempat yang lebih tinggi (hulu) ke tempat yang lebih rendah (hilir) terbentuk secara alami. Karena sungai terbentuk secara alami dan memiliki fungsi untuk mengalirkan air dan penampang curah hujan, maka sungai sering di sebut drainase alam. Sungai memiliki peran penting bagi kehidupan manusia untuk dimanfaatkan dalam berbagai kebutuhan seperti kebutuhan air minum, pertanian, industri, peternakan, sumber air baku dan berbagai kebutuhan lainnya. Khususnya di bidang pertanian, sungai sangat bermanfaat sebagai sumber air untuk irigasi. Namun disisi lain, sungai juga bisa memberikan dampak yang

negatif bagi manusia yaitu ketika curah hujan tinggi dan hujan berlangsung dalam waktu yang cukup lama sehingga menyebabkan terjadinya banjir. Suatu Daerah Aliran Sungai atau DAS secara ekologis merupakan suatu wilayah kesatuan ekosistem yang terbentuk secara alamiah dengan pengaruh dari manusia dan aktifitas alam lainnya. DAS berfungsi sebagai penampung air hujan, daerah resapan, daerah penyimpanan air, penangkap air hujan dan pengaliran air.

Krueng Pase merupakan salah satu aliran sungai yang berada di Kabupaten Aceh Utara dan salah satu sungai yang rawan banjir sehingga mengakibatkan beberapa kawasan yang berada di Daerah Aliran Krueng Pase terendam banjir dari meluapnya sungai tersebut yang terjadi hampir setiap tahun. Banyak dampak buruk yang ditimbulkan akibat banjir dan menimbulkan kerugian bagi masyarakat setempat dan bangunan publik, dalam persoalan ini maka sudah semestinya dari berbagai pihak memperhatikan hal-hal yang dapat mengakibatkan banjir dan melakukan suatu upaya untuk menurunkan resiko bencana banjir yang terjadi di sekitar Krueng Pase. Dalam persoalan ini perlu dilakukan kajian tentang menghitung debit banjir yang terjadi di DAS Krueng Pase.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung curah hujan rencana pada DAS Krueng Pase dan menghitung debit banjir dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Sedang manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari debit banjir pada Krueng Pase setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, Mengetahui besarnya debit aliran rencana sungai Krueng Pase dengan periode ulang tertentu.

Hasil perhitungan debit banjir krueng pase dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dapat diketahui sebagai salah satu sungai dengan titik berat hujan ke debit puncak (t_p) = 4,860 jam, dengan waktu naik (t_r) = 0,883 jam dengan tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (T_p) = 5,306 jam, dengan waktu untuk mencapai puncak (q_p) = 0,466 m³/detik/km², dengan debit puncak (Q_p) = 236,300 m³/det, waktu dasar (T_b) = 86,58 Jam. Sedangkan Hasil perhitungan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu diperoleh nilai debit puncak (Q_p) yaitu 10,05 m³/det dengan durasi waktu (t) = 6,44 jam. Periode ulang 10 tahun sebesar 509,93m³/det, periode ulang 25 tahun sebesar 636,24 m³/det, dan periode ulang 50 tahun sebesar 732,45 m³/det. Dari hasil yang telah didapatkan maka dapat diketahui nilai-nilai debit puncak dengan kedua metode yang berbeda.

II. TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Analisa Hidrologi

Triatmodjo (2008) berpendapat bahwa data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (*hydrologic phenamena*), seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah menurut waktu.

2.1.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Asdak (2010) berpendapat bahwa DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang mampu menampung dan menyimpan air hujan hingga kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Fungsi utama DAS adalah sebagai hidrologis, di mana fungsi tersebut sangat dipengaruhi oleh jumlah hujan, geologi dan bentuk tanah.

2.1.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Limantara (2010) berpendapat bahwa analisis frekuensi bukan untuk menentukan besarnya debit aliran sungai pada suatu saat, tetapi lebih tepat untuk memperkirakan apakah debit aliran sungai tersebut akan melampaui atau menyamai suatu nilai tertentu misalnya 10 tahun, 20 tahun yang akan datang.

Secara sistematis metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana ini dilakukan secara berurutan yaitu sebagai berikut :

a. Nilai rata – rata dari X = $\frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$ (2.1)

b. Standar Deviasi (S) = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n-1}}$ (2.2)

c. Koefisien Kemencengan (Cs) = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}}$ (2.3)

d. Koefisien Kurtosis (Ck) = $\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4}$ (2.4)

Dimana :

- Xi = data hujan atau data debit ke-i
- n = Jumlah data

2.2 Distribusi Probabilitas

Kamiana (2011) berpendapat bahwa dalam analisis frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan yaitu Gumbel, Normal, Log Normal, dan *Log Person III*. Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi probabilitas pada Tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Persyaratan parameter statistik suatu distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$
		$C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s = 0$
		$C_k = 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Person III	selain dari nilai diatas

2.3 Debit Banjir Rencana

Harto (1993) berpendapat bahwa analisa debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS. Debit banjir rencana merupakan debit banjir maksimum rencana pada sungai atau saluran ilmiah dengan periode ulang tertentu.

2.4 Hidrograf Satuan Sintetik

Triatmodjo (2006) mengenalkan konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat diujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu.

2.4.1 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

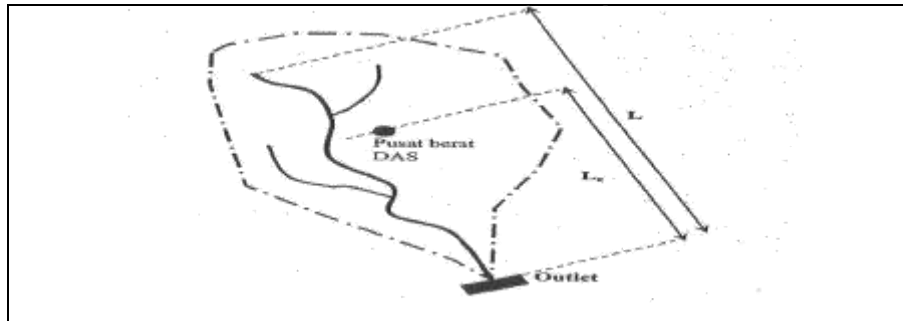
Dalam permulaan tahun 1938, F.F. Snyder dari Amerika Serikat telah mendapatkan dan mengembangkan hidrograf satuan DAS di Amerika Serikat yang berukuran 30 Sampai 30.000 Km² dengan menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS akibat hujan 1 cm.

Unsur-unsur hidrograf tersebut dihubungkan dengan:

- Debit puncak (Q_p , m³/dt)
- Waktu dasar (T_b , jam)
- Durasi hujan (t_r , jam)

Karakteristik DAS yang dimaksud adalah :

- Luas DAS (A, Km²)
- Panjang aliran utama (L, Km)
- Jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur disepanjang aliran utama (L_C , Km)



Gambar 2.2 Posisi L dan L_c pada suatu DAS

Sumber: Kamiana (2011)

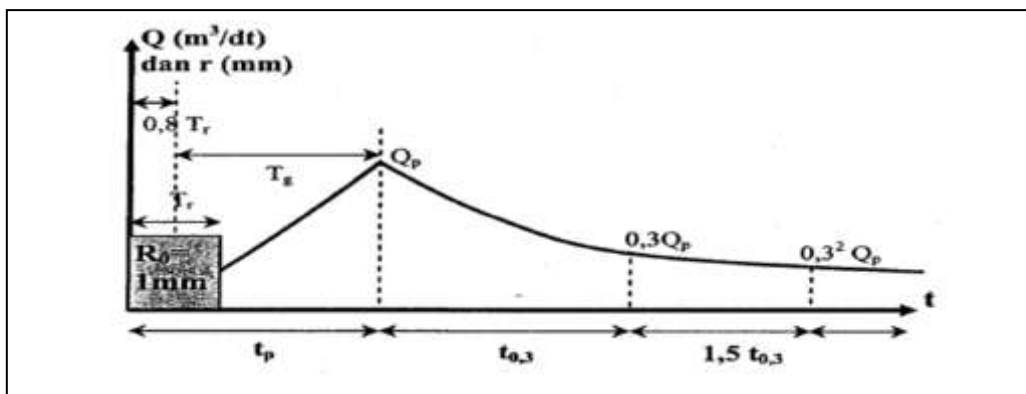
Rumus-rumus dalam hidrograf satuan Snyder adalah sebagai berikut :

1. Jika $t_p = 5,5 t_r$ atau hidrograf satuan Snyder :

- a. $t_p = 0,75 C_t (L \times L_c)^{0,3}$ (jam)(2.6)
- b. $t_r = t_p / 5,5$ (Jam)..... (2.7)
- c. $T_p = 0,5 t_r + t_p$ (jam)(2.8)
- d. $q_p = 2,75 \times (t_r / t_p)$ (m³/detik/Km²cm).....(2.9)
- e. $Q_p = q_p \times A$ (m/detik/cm).....(2.10)
- f. $T_b = 72 + 3 \times t_p$ (jam)(2.11)
- g. $W_{75\%} = 1,22 \times q_p R^{-1,08}$ (jam)(2.12)
- h. $W_{50\%} = 2,14 \times q_p R^{-1,08}$ (jam)(2.13)

2.4.2 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Soemarto (1987) berpendapat bahwa Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang. HSS Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan suatu DAS.



Gambar 2.5 : Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Sumber : Kamiana (2011)

1. Waktu keterlambatan (time lag, tg), dengan rumus :

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L, \dots \text{ untuk } L > 15 \text{ Km} \dots (2.14)$$

2. Waktu puncak dan debit puncak hidrograf satuan sintetis, dengan rumus :

$$T_r = (1 - 0,5)T_g \dots\dots\dots (2.15)$$

3. Waktu permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir, dengan rumus :

$$t_p = t_g + 0,8 T_r \dots\dots\dots (2.16)$$

4. Waktu debit saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak, dengan rumus :

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g \dots\dots\dots (2.17)$$

5. Debit puncak hidrograf satuan sintetis, dengan rumus :

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times R_0 \times \frac{1}{0,3 \times T_p + T_{0,3}} \dots\dots\dots (2.18)$$

6. Bagian lengkung naik ($0 < t < t_p$)

$$Q = Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4} \dots\dots\dots (2.19)$$

7. Bagian lengkung turun
 Jika $t_p < t < t_{0,3}$ dapat menggunakan persamaan :

$$Q = Q_p \times 0,3^{t - T_p / T_{0,3}} \dots\dots\dots (2.20)$$

Jika $t_{0,3} < t < 1,5 t_{0,3}$ dapat menggunakan persamaan:

$$Q = Q_p \times 0,3^{\frac{t - t_p + 0,5 \times t_{0,3}}{1,5 t_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.21)$$

Jika $t > 1,5 t_{0,3}$ dapat menggunakan persamaan :

$$Q = Q_p \times 0,3^{\frac{t - t_p + 0,5 \times t_{0,3}}{2 t_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.22)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Krueng Pase Kabupaten Aceh Utara yang berjarak ± 289 Km dari pusat kota Banda Aceh atau terletak pada koordinat 04°43’-05°16’ lintang utara dan 96°47’- 97°31 bujur timur. Batasan-batasan wilayah dikemukakan sebagai berikut :

- Utara : Kota Lhoksemawe dan Selat Malaka
- Selatan : Kabupaten Bener Meriah
- Timur : Kabupaten Aceh Timur
- Barat : Kabupaten Bireuen

3.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam tahapan penelitian data merupakan bagian yang paling utama dalam menganalisis suatu permasalahan sehingga didapatkan hasil dan pembahasan yang sesuai dengan tujuan penelitian yaitu menghitung debit banjir pada Krueng Pase Kabupaten Aceh

Utara. Adapun data yang dipakai dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari instansi-instansi terkait

3.3 Data Sekunder

3.3.1 Data curah hujan

Data hidrologi yang diperoleh dari Dinas Pengairan Aceh berupa data rekapitulasi curah hujan tahunan selama 10 tahun (2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018) Data tersebut diperlukan untuk mendapatkan suatu curah hujan rencana dan debit banjir rencana di suatu kawasan tersebut dengan periode uang tertentu.

3.3.2 Peta DAS

Peta DAS yang diperoleh dari kantor BPDAS-HL (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai – Hutan Lindung) Aceh merupakan peta yang menggambarkan bentuk Krueng Pase Kabupaten Aceh Utara. Peta tersebut digunakan untuk mengetahui luas DAS serta panjang DAS berdasarkan skala yang tertera pada peta tersebut.

3.3.3 Peta Topografi

Data Topografi yang diperoleh dari kantor BAPPEDA (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah) Aceh merupakan data rupa bumi yang mewakili DAS Krueng Aceh dengan skala 1 : 500.000. Peta ini digunakan untuk menghitung panjang sungai dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan.

4.1.1 Periode Ulang Curah Hujan dengan Metode Gumbel

Tujuan menghitung curah hujan rencana untuk mengetahui nilai curah hujan terbesar pada periode tertentu dengan menggunakan Metode Gumbel, yang langkah-langkahnya mengumpulkan hujan atau debit harian maksimum tahunan.

T (periode ulang)	\bar{R}_i (mm) (nilai rata-rata data hujan)	K_T (faktor frekuensi)	S_R (standar deviasi data hujan)	R_T (mm) (hujan rencana dengan periode ulang)
10	107,17	1,305	33,703	151,152
25	107,17	2,045	33,703	176,092
50	107,17	2,594	33,703	194,595

4.2 Periode Ulang Curah Hujan

Hasil perhitungan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, dilakukan untuk menghitung periode ulang curah hujan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Krueng Pase Kabupaten Aceh Utara.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan periode ulang curah hujan metode hidrograf satuan sintetik (HSS) Snyder

Tahun	Qt (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)
10	13.590,80	104.881,39
25	16.957,02	130.858,9
50	19.521,26	150.647,33

Tabel 4.3 Hasil perhitungan periode ulang curah hujan metode hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu

Tahun	Qt m ³ /det	Qtotal (m ³ /det)
10	509,93	4.648,0
25	636,24	5.844,11
50	732,45	6.727,85

4.3 Perhitungan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Tujuan menghitung debit banjir rencana untuk mengetahui debit puncak yang terjadi pada suatu kurun waktu tertentu, yang langkah-langkahnya mengumpulkan hujan atau debit harian maksimum tahunan, mencari nilai dari masing-masing data, mencari nilai rata-rata standar deviasi serta koefisien kemencengan dari data.

4.3.1 Hasil rekapitulasi nilai yang digunakan dalam HSS Snyder

No.	Uraian	Volume	Satuan	Keterangan
1.	A	506,602	Km ²	Luas DAS
2.	L	62,5	Km	Panjang Sungai
3.	Lc	20,83	Km	Jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur di sepanjang aliran utama
4.	tp	4,860	Jam	Waktu dari titik berat durasi hujan efektif tD ke puncak hidrograf satuan
5.	tr	0,883	Jam	durasi hujan efektif
6.	Tp	5,306	Jam	Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir

7.	qp	0,466	m ³ /detik/km ²	Debit per satuan luas
8.	Qp	236,300	m ³ /detik/cm	Debit puncak
9.	Tb	86,580	Jam	Waktu dasar
11	W75% (10)	0,002517	Jam	Lebar unit hidrograf pada debit
13	W75% (50)	0.001917	Jam	Lebar unit hidrograf pada debit
14	W50% (10)	0.004416	Jam	Lebar unit hidrograf pada debit
15	W50% (25)	0.009275	Jam	Lebar unit hidrograf pada debit
16	W50% (50)	0.003363	Jam	Lebar unit hidrograf pada debit

4.4 Perhitungan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Pada Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu mempunyai nilai parameter-parameter dasarnya. Hasil perhitungan nilai-nilai yang digunakan dalam parameter HSS Nakayasu

4.4.1 Hasil rekapitulasi nilai yang digunakan dalam HSS Nakayasu

No	Uraian	Volume	Satuan	Keterangan
1	A	506,602	Km ²	Luas DAS
2	L	62,5	Km	Panjang sungai
3	Tg	4,03	Jam	Waktu keterlambatan
4	Tr	3,02	Jam	Waktu naik
5	Tp	6,44	Jam	Waktu puncak
6	T _{0,3}	12,08	Jam	Waktu debit puncak
7	Qp	10,05	m ³ /det	Debit puncak
8	Qr ₁	14,160	m ³ /det	Kurva turun lengkung 1
9	Qr ₂	6,927	m ³ /det	Kurva turun lengkung 2
10	Qr ₃	3,411	m ³ /det	Kurva turun lengkung 3

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah diuraikan dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder menghitung debit banjir dapat digunakan sebagai informasi awal untuk mengetahui nilai debit banjir pada daerah Krueng Pase Kabupaten Aceh Utara. Dapat mengetahui besarnya hasil debit aliran rencana sungai Krueng Pase dengan periode ulang tertentu. Dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dapat diketahui dengan titik berat hujan ke debit puncak (t_p) = 4,860 jam, dengan waktu naik (t_r) = 0,883 jam, dengan tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak

banjir (T_p) = 5,306 jam, dengan waktu untuk mencapai puncak (q_p) = 0,466 m³/detik/km², dengan debit puncak (Q_p) = 23,300 m³/det, waktu dasar (T_b) = 86,58 jam pada DAS Krueng Pase. Hasil perhitungan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu diperoleh nilai debit puncak (Q_p) = 10,05 m³/det, dengan durasi waktu (t) = 6,44 jam Periode ulang 10 tahun sebesar 509,93 m³/det, periode ulang 25 tahun sebesar 636,24 m³/det dan periode ulang 50 tahun sebesar 732,45.

5.2 Saran

Apabila untuk menghitung periode ulang curah hujan dapat dilakukan dengan menggunakan Metode Hidrograf Santuan Sintetik (HSS) Snyder dan Metode Hidrograf Santuan Sintetik Nakayasu. Dari perhitungan ini diharapkan menjadi masukan dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu sehingga dapat menghasilkan perhitungan yang lebih baik serta dapat memperkaya khasanah ilmu pengetahuan khususnya di bidang Hidrologi.

VI. DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Asdak C. 2014. *Hidrologi dan Pengelohan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Amri K. 2014. *Analisis debit puncak Das Padang Guci*, Kabupaten Bengkulu Selatan.
- Eliza Patricia Siby, L. Kawes, F. Hslim, *Study Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik Pada Daerah Aliran Sungai Ranoyapo*
- Hari Siswoyo, *Pengembangan Model Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Untuk Daerah Aliran Sungai Di Jawa Timur*
- Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Umum
- Kamiana, Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Jogjakarta : Graha Ilmu
- Limantara.2010. *Hidrologi Praktis*. CV.Lubuk Agung, Bandung.
- Pangki Irawan, Nova komaala Sari, *Bandingan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder- Alexeyev, Nakayasu dan Gamma 1 Pada Analisis Banjir Sub Das*
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Off set, Yogyakarta
- Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi