

Studi Penelusuran Aliran Pada Sungai Krueng Meureubo Kecamatan Meurebo Kabupaten Aceh Barat

Muhammad Ikhsan¹, Meidia Refiyanni², Dewita Nazimi³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, Meulaboh, Aceh Barat

e-mail: m.ikhsan@utu.ac.id, refiyannim@gmail.com, dewita.nazimi93@gmail.com

Abstrak

Penelusuran banjir dapat disebut sebagai suatu prosedur untuk memperkirakan/meramalkan waktu dan besaran banjir yang akan terjadi di suatu titik berdasarkan pada data yang diketahui. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui debit aliran sungai pada DAS Krueng Meureubo dan mengetahui karakteristik hidrograf di bagian hulu dan hilir dengan menggunakan metode Muskingum. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yaitu data curah hujan harian dan peta topografi. Besarnya intensitas curah hujan yang tertinggi terjadi pada periode ulang 10 tahunan dan terendah terjadi pada periode ulang 2 tahunan. Nilai Koefisien (k) 3400 s dan nilai x 0,462. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa debit puncak inflow di dapat 36,543 m³/s, sedangkan nilai debit puncak outflow 35,934 m³/s. Hidrograf aliran dengan metode Muskingum tersebut tampak bahwa perbedaan nilai awal masukan outflow tidak berpengaruh besar terhadap debit yang dihasilkan, nilai debit yang dihasilkan hampir sama hingga akhir hidrograf. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak terkait untuk melakukan tindakan pencegahan atau mengurangi dampak dari bencana banjir, dan membangun sistem peringatan dini sehingga masyarakat bisa mempunyai sistem kesiapsiagaan.

Kata kunci—Banjir, Penelusuran Aliran, Sungai Krueng Meureubo, Muskingum.

Abstract

Flood routing can be called a procedure for estimating / predicting the time and magnitude of the flood that will occur at a point based on known data. The purpose of this research is to know the flow of river flow in Krueng Meureubo watershed and to know characteristic of hydrograph in the upstream and downstream by using Muskingum method. The data used in this research is secondary data that is daily rainfall data and topographic map. The highest intensity of rainfall occurred in the 10th return period and the lowest occurred in the second return period. Coefficient value (k) 3400 s and value x 0.462. The results of this study indicate that the peak inflow discharge at 36,543 m³ / s, while the peak discharge outflow 35.934 m³ / s. The flow hydrograph with the Muskingum method shows that the difference in the initial value of the outflow input does not have a large effect on the resulting discharge, the resulting debit value is almost equal to the end of the hydrograph. From the results of this study is expected to be a reference for related parties to take preventive action or reduce the impact of flood disaster, and build an early warning system so that people can have a preparedness system.

Keywords—Flood, Flow Routing, Krueng Meureubo River, Muskingum

1. PENDAHULUAN

Sungai Kreung Meurebo merupakan salah satu sungai yang terdapat di kota Meulaboh Kabupaten Aceh Barat. Pada kondisi hujan dengan intensitas tinggi sungai ini sering terjadi luapan/banjir yang menggenangi perumahan penduduk di sekitar hilir sungai ini. Banjir merupakan permasalahan umum yang terjadi di sebagian wilayah Indonesia, terutama di daerah padat penduduk misalnya kawasan perkotaan. Bencana banjir ini banyak dirasakan masyarakat baik di kota maupun di desa, keadaan ini diperburuk lagi dengan adanya proses konversi lahan atau perubahan tata guna lahan yang berlangsung cepat sampai ke pedesaan, proses pendangkalan sungai-sungai dan danau yang berlangsung terus karena proses erosi akibat penggundulan hutan sehingga tidak dapat menampung lagi luapan air hujan. Sementara tanah tidak mampu lagi menyerap air secara maksimal maka terjadilah banjir dimana-mana.

Banjir dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi, intensitas, atau kerusakan akibat penggunaan lahan yang salah. Peranan penelusuran banjir (*flood routing*) yang merupakan bagian analisis hidrologi menjadi cukup tinggi. Penelusuran banjir bisa ditafsirkan sebagai prosedur untuk menentukan/memperkirakan waktu dan besaran banjir disuatu titik berdasarkan data yang diketahui (Sulianti, 2008).

Daerah aliran sungai (DAS) ini merupakan daerah rawan banjir pada saat musim penghujan datang, banyak hal yang menyebabkan daerah ini rawan banjir salah satunya perubahan tata guna lahan disekitar aliran sungai Krueng Meurebo. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan langkah-langkah penanggulangan yang tepat, antara lain dengan penelusuran debit banjir. Peranan penelusuran banjir (*flood routing*) yang merupakan bagian analisis hidrologi menjadi cukup tinggi. Penelusuran banjir dapat disebut sebagai suatu prosedur untuk memperkirakan/meramalkan waktu dan besaran banjir yang akan terjadi di suatu titik berdasarkan pada data yang diketahui. Penelusuran banjir (*flood routing*) adalah merupakan prakiraan hidrograf disuatu titik pada suatu aliran atau bagian sungai yang didasarkan atas pengamatan hidrograf di titik lain.

Salah satu tujuan penelusuran banjir adalah untuk peringatan dini banjir, salah satu metode yang terkenal dikembangkan oleh Muskingum. Untuk menghormati penemunya, metode tersebut dinamai Muskingum. Metode ini telah diterapkan secara intensif pada beberapa sungai di Inggris. Muskingum termasuk metode yang akurat, tingkat kesalahan prediksinya rata-rata sebesar 14 persen dan kesalahan prediksi waktu debit puncak rata-rata 0,16 jam. Metode Muskingum tidak didasarkan atas hukum-hukum dasar hidrolika. Metode ini hanya meninjau hukum kontinuitas dan tampungan. Metode Muskingum menggunakan data debit masuk dan debit keluar yang diukur pada waktu yang bersamaan.

2. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data pada penelitian ini didapatkan dari instansi-instansi terkait dan data yang diperoleh tersebut merupakan data sekunder. Data sekunder merupakan data pendukung yang di ambil dari instansi-instansi terkait yang berfungsi sebagai pendukung dalam perhitungan yang akan dilakukan. metode untuk menurunkan hidrograf satuan sintetik (HSS) digunakan metode Nakayasu, sedangkan Metode penelusuran aliran yang digunakan yaitu metode Muskingum.

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut biasa berupa kedalaman aliran atau debit aliran, sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditransformasikan menjadi hidrograf debit dengan menggunakan *rating curve*. Untuk selanjutnya yang dimaksud dengan hidrograf debit. Hidrograf mempunyai tiga komponen pembentuk yaitu, aliran permukaan, aliran antara, dan aliran air tanah. Hitungan hidrograf satuan hanya dilakukan terhadap komponen limpasan permukaan. Oleh karena itu perlu memisahkan hidrograf terukur menjadi limpasan

langsung dan aliran dasar. Aliran antara (*interflow*) adalah termasuk aliran dasar. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan, diantaranya adalah metode garis lurus (*straight line method*), metode panjang dasar tetap (*fixed based method*), dan metode kemiringan berbeda (*variable slope method*) (Triadmodjo, 2010).

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitute*).
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*).
- Tenggang waktu hidrograf (*time base of hidrograf*).
- Luas daerah pengaliran.
- Panjang alur sungai utama (*lenght of the longest channel*).

Persamaan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu :

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \frac{A.R}{0.3 T + T_{0.3}} \quad (1)$$

$$T_p = T_g + 0.8 T_r \quad (2)$$

$$T_{0.3} = T_g \quad (3)$$

$$T_g = 0.4 + 0.058 L \quad \rightarrow \text{untuk } L > 15 \text{ km} \quad (4)$$

$$T_g = 0.21 L^{0.7} \quad \rightarrow \text{untuk } L < 15 \text{ km} \quad (5)$$

Dengan:

Q_p : debit puncak banjir ($m^3/detik$)

A : luas DAS (km^2)

R_e : curah hujan efektif (mm)

T_p : waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir (jam)

$T_{0.3}$: waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam).

T_g : waktu konsentrasi

T_r : satuan waktu dari curah hujan (jam)

: koefisien karakteristik DAS

L : panjang sungai utama (km)

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetisnya adalah :

- Bagian melengkung naik untuk $0 \leq t \leq T_p$,

$$Q_a = Q_p \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2.4} \quad (6)$$

- Bagian lengkung turun :

Untuk $Q_d > 0.3 Q_p$ untuk $T_p = t < T_{0.3}$

$$Q_d = Q_p \cdot 0.3 \left(\frac{t - T_p}{T_{0.3}} \right) \quad (7)$$

Untuk $0.3 Q_p > Q_d > 0.3^2 Q_p$ untuk $T_{0.3} \leq t \leq 1.5 T_p$

$$Q_d = Q_p \cdot 0.3 \left[\frac{(t - T_p) + 1.5 T_{0.3}}{2 \cdot 0.3} \right] \quad (8)$$

Untuk $0.32 Q_p > Q_d$ untuk $t \leq 1.5 T_{0.3}$

Hubungan antara bentuk daerah pengaliran dengan $T_{0.3}$ dapat dinyatakan :

$$T_{0.3} = 0.47 (A \cdot L)^{0.25} \quad (9)$$

Dengan :

$$T_{0.3} = \dots \cdot t_g \quad (10)$$

Maka :

$$= \frac{T_{0,3}}{t} \quad (11)$$

$$= \frac{0,4 (A.L)0,2}{t} \quad (12)$$

dimana :

Q_a = limpasan sebelum mencapai debit puncak ($m^3/detik$)

Q_d = limpasan sesudah mencapai debit puncak ($m^3/detik$)

t = waktu (jam)

L = panjang alur sungai (km)

t_g = waktu konsentrasi (jam)

= konstanta

Metode Muskingum dikembangkan oleh McCarthy (1938) dalam persamaan kontinuitas dan ditentukan oleh sebuah penyimpanan *inflow* dan *outflow*. Di dalam sebuah penyimpanan dapat menjangkau waktu perjalanan aliran yang sangat singkat, (Bedient and Huber, 2002).

$$\frac{1}{2} (I_1 + I_2) - \frac{1}{2} (O_1 + O_2) = \frac{s - s}{\Delta} \quad (13)$$

Inflow dan *outflow* saling berkaitan, untuk ay^n dari persamaan manning, dimana a dan n konstan. penyimpanan dalam tampungan sangat berkaitan untuk by^m , dimana b dan m konstan. Parameter X merupakan koefisien pemberat dari *inflow* dan *outflow* dalam menentukan volume penyimpanan (Bedient and Huber, 2002).

Menurut Sobriyah dan Sudjarwadi (2000), Penelusuran banjir metode Muskingum telah diketahui dengan baik, dalam metode Muskingum, debit *inflow* dan *outflow* pada penggal sungai yang ditinjau, dijelaskan dalam persamaan kontinuitas sebagai berikut :

$$I = O + \frac{d}{d} \quad (14)$$

Dan dalam persamaan tampungan empiris S dinyatakan sebagai berikut :

$$S = K [XI - (I-X) O] \quad (15)$$

Dimana :

I = Debit inflow (m/dtk)

O = Debit Outflow (m/dtk)

S = Tampungan (m)

K = Koefisien tampungan (dtk)

X = Faktor pembobot

Prinsip dasar penyelesaian perhitungan banjir dengan metode Muskingum adalah kelengkapan data pengukuran debit pada bagian hulu dan hilir sungai yang didapatkan pada waktu yang bersamaan. Pengukuran ini sangat penting untuk mendapatkan nilai tampungan yang terjadi pada penampang sungai yang ditinjau. Nilai ini yang akan digunakan untuk menentukan nilai x dan k (Arifiani, dkk, 2008).

Di lapangan biasanya nilai x bervariasi antara 0.1 dan 0.3. Nilai k dan x dapat diperoleh dengan kalibrasi hidrograf aliran masuk dan keluar. Apabila nilai k dan x telah diketahui, maka dapat digunakan untuk menghitung S (Triadmodjo. 2010).

Lengkung S adalah merupakan lengkung massa dari lengkung $I - Q$, sehingga untuk setiap saat dapat dihitung S . S akan maksimum bila $I - Q$ sama dengan 0. Besarnya S pada saat t adalah :

$$S_t = (I-Q)_t U_t \quad (16)$$

Nilai x dan k dapat diperoleh dengan menggambar grafik yang menyatakan hubungan antara S dan $x.I + (1-x).Q$, yaitu dengan memasukkan berbagai harga x sedemikian rupa hingga didapat garis yang mendekati garis lurus.

Pada penelitian ini untuk mendapatkan garis lurus tersebut dilakukan dengan membuat sebuah program komputer, maka sambil memberikan berbagai harga x , diperiksa pula koefisien korelasi antara r antara S dengan $x.I + (1-x).Q$, sampai didapatkan r yang terbesar. Bila r terbesar mempunyai harga lebih kecil dari 0,7 berarti tidak ada korelasi antara kedua faktor tersebut, sehingga tidak mungkin ditemukan garis lurus. Rumus untuk mendapatkan koefisien korelasi r adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum (XY) - \sum Y \sum X}{\sqrt{[n \sum (Y)^2 - (\sum Y)^2][n \sum (X)^2 - (\sum X)^2]}} \quad (17)$$

dengan $X=S$, $x.I+(1-x).Q$, n adalah banyaknya titik untuk dihitung harga $X=S$ dan $x.I + (1-x).Q$ nya

$$k = \tan \theta = \frac{S}{x.I+(1-x).Q} \quad (18)$$

Jika dimasukkan harga x yang tidak betul akan didapat suatu loop, yaitu pada $x = x_2$. Konstanta k dan x yang didapat tersebut hanyalah berlaku untuk bagian memanjang alur sungai yang ditinjau saja. Jika diketahui hidrograf debit masuknya, maka dapat diramalkan bentuk hidrograf keluaranya.

$$O_{j+1} = C_0 I_{j+1} + C_1 I_j + C_2 O_j \quad (19)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan bulanan maksimum tiap tahun dari stasiun penakar hujan. Curah hujan bulanan maksimum selama 10 tahunan yaitu dari 2005-2014. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Data curah hujan bulanan maksimum

Tahun	Bulan												Max
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
2005	43	73	106	83	68	37	48	46	85	53	72	56	106
2006	50	70	52	42	19	54	66	65	88	107	60	31	107
2007	39	41	31	37	50	37	60	101	35	135	42	94	135
2008	94	100	31	95	94	40	96	90	96	75	77	69	100
2009	25	63	96	88	100	66	45	59	95	45	75	26	100
2010	91	56	69	96	72	50	30	40.5	100.5	58	65	80	100.5
2011	71.5	50	90.5	105	55	40	90	90	50.5	90.5	90	90	105
2012	90	100	100	74.5	45.5	75	93	48	51	106.5	76	90	106.5
2013	78.5	80.5	60.5	72.5	70.5	45.5	15.5	65.5	25	15	85.5	80.5	85.5
2014	84	96	125	65	51	82	58	146	71	98	96	59	146

Perhitungan curah hujan bulanan maksimum dilakukan secara manual. Tujuan menghitung curah hujan maksimum ini yaitu untuk mendapatkan debit air hujan maksimum yang nantinya digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan. Dari tabel 4.2 dapat kita lihat curah hujan bulanan maksimum yang paling tinggi terjadi pada tahun 2014 hingga mencapai 146 mm/dt.

a. Analisis Frekuensi

Untuk meramal curah hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi data hujan. metode analisis frekuensi yang digunakan pada penelitian ini yaitu distribusi Log Pearson Tipe III atau Distribusi Extrim Tipe III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya analisis frekwensi distribusi dari debit minimum (low flows). Distribusi Log Pearson Tipe III, mempunyai koefisien kemencengan (Coefisien of skwennes) atau $CS \neq 0$.

Tabel 2. Perhitungan curah hujan rencana distribusi log person tipe III

Metode Log person III							
No	Tahun	x	Log X	(Log x - Log Xbar)	(Log x - Log Xbar) ²	(Log x - Log Xbar) ³	(Log x - Log Xbar) ⁴
1	2005	106	2.0253	-0.0079	0.0001	0.0000	0.0000
2	2006	107	2.0294	-0.0038	0.0000	0.0000	0.0000
3	2007	135	2.1303	0.0971	0.0094	0.0009	0.0001
4	2008	100	2.0000	-0.0332	0.0011	0.0000	0.0000
5	2009	100	2.0000	-0.0332	0.0011	0.0000	0.0000
6	2010	101	2.0022	-0.0310	0.0010	0.0000	0.0000
7	2011	105	2.0212	-0.0120	0.0001	0.0000	0.0000
8	2012	106.5	2.0273	-0.0059	0.0000	0.0000	0.0000
9	2013	85.5	1.9320	-0.1012	0.0102	-0.0010	0.0001
10	2014	146	2.1644	0.1311	0.0172	0.0023	0.0003
Jumlah		1092	20.332	0.0000	0.0403	0.0020	0.0005
Rata-rata		109.15	2.0332	0.0000	0.0040	0.0002	0.0000
S log	0.0669						
Cs log	0.9402						
Cv log	0.0006						
Ck log	0.2286						

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapat hasil $Cs = 0,9402$ dan nilai $Ck = 0,2286$. Setelah melakukan perhitungan ini kemudian menghitung curah hujan rencana distribusi log person III. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan curah hujan rencana distribusi log person tipe III

T (tahun)	P _T (%)	G	G.s	Log RT	RT (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2	5	-0.154	-0.010	2.023	105.407
5	2	0.765	0.051	2.084	121.443
10	1	1.339	0.090	2.123	132.678

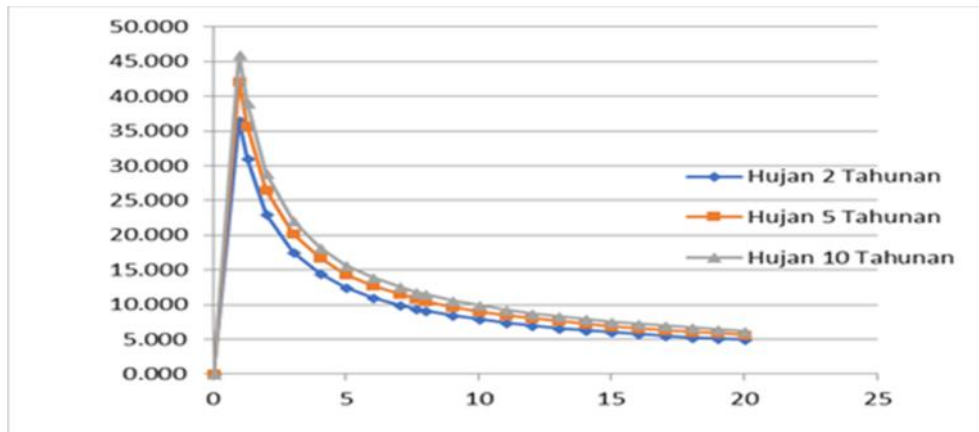
Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat besarnya debit hujan dalam periode ulang (T). Pada tabel tersebut juga menjelaskan debit hujan yang paling tinggi terjadi pada periode ulang 10 tahunan yaitu mencapai 132,678 mm/jam.

b. Metode Hidrograf Satuan Nakayasu

Berdasarkan hasil analisis yang disuguhkan pada Tabel 4 dapat dilihat besarnya intensitas curah hujan dengan durasi 24 jam dengan periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan dan 10 tahunan. Dari tabel tersebut dapat dilihat besarnya intensitas curah hujan yang tertinggi terjadi pada periode ulang 10 tahunan dan terendah terjadi pada periode ulang 2 tahunan. Nilai intensitas curah hujan ini nantinya digunakan dalam perhitungan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.

Tabel 4. Satuan Sintetik Nakayasu

t (Jam)	RT (2 th)	RT (5 th)	RT (10 th)	inflow (Q)
	105,407	121,443	132,678	
0	0,000	0,000	0,000	0,000
1	36,543	42,102	45,997	124,642
1,275	31,078	35,806	39,119	106,004
2	23,020	26,523	28,976	78,519
3	17,568	20,240	22,113	59,921
4	14,502	16,708	18,254	49,464
5	12,497	14,399	15,731	42,627
6	11,067	12,751	13,930	37,748
7	9,986	11,505	12,570	34,062
7,648	9,414	10,846	11,849	32,109
8	9,136	10,525	11,499	31,160
9	8,446	9,731	10,631	28,807
10	7,873	9,071	9,910	26,853
11	7,388	8,512	9,300	25,200
12	6,972	8,032	8,776	23,780
13	6,610	7,615	8,320	22,544
14	6,291	7,248	7,919	21,457
14,021	6,285	7,241	7,911	21,436
15	6,008	6,922	7,563	20,493
16	5,755	6,631	7,244	19,630
17	5,527	6,368	6,957	18,852
18	5,320	6,130	6,697	18,147
19	5,132	5,913	6,460	17,505
20	4,960	5,714	6,243	16,916
Max	36,543	42,102	45,997	124,642



Gambar 1. Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu

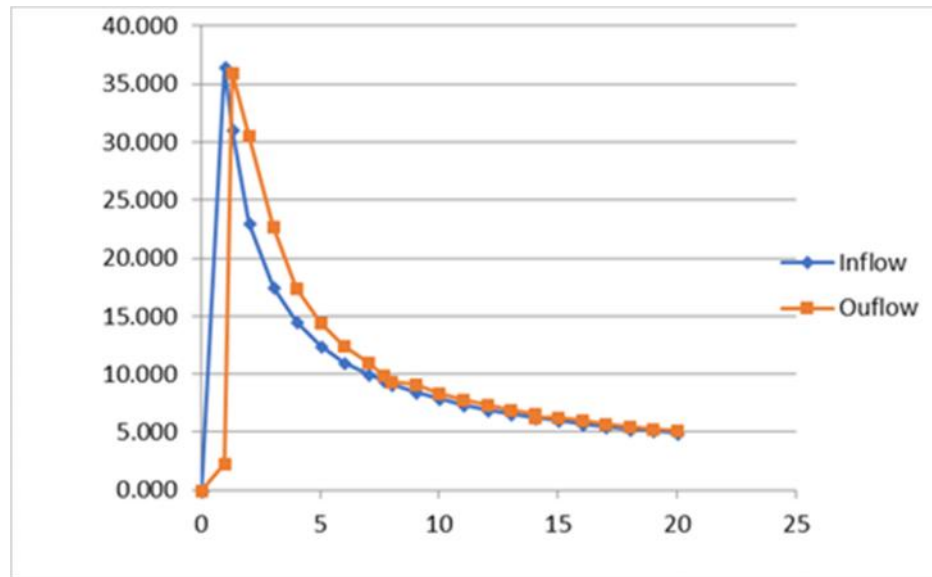
Perhitungan debit banjir rencana dengan metode HSS Nakayasu memerlukan data intensitas curah hujan dalam durasi dan periode ulang tertentu yang dapat diperoleh dari data curah hujan harian, bertujuan untuk memperkirakan debit puncak yang terjadi.

c. Hidrograf Penelusuran Banjir dengan Metode Muskingum

Pada metode ini data debit inflow yang di ambil data debit hujan 2 Tahunan, kemudian di cari nilai debit outflow dengan menggunakan metode muskingum, yang dimasukkan adalah nilai masuk *inflow* yaitu nilai *outflow* sama dengan nilai awal.

Tabel 5. Metode Muskingum

t (Jam)	inflow (Q)	c1ij	c2ij	c3qj	outflow
					Q
0	0,000				0,000
1	36,543	2,297	0	0	2,297
1,275	31,078	1,954	33,9621	0,0178	35,934
2	23,020	1,447	28,8838	0,27836	30,609
3	17,568	1,105	21,3948	0,23711	22,736
4	14,502	0,912	16,3273	0,17612	17,415
5	12,497	0,786	13,4779	0,1349	14,398
6	11,067	0,696	11,6149	0,11154	12,422
7	9,986	0,628	10,2855	0,09623	11,010
7,648	9,414	0,592	9,28102	0,08528	9,958
8	9,136	0,574	8,74908	0,07714	9,401
9	8,446	0,531	8,49052	0,07282	9,094
10	7,873	0,495	7,84933	0,07045	8,415
11	7,388	0,465	7,31691	0,06518	7,847
12	6,972	0,438	6,86645	0,06078	7,366
13	6,610	0,416	6,47948	0,05706	6,952
14	6,291	0,396	6,14278	0,05385	6,592
14,021	6,285	0,395	5,84667	0,05107	6,293
15	6,008	0,378	5,84083	0,04875	6,267
16	5,755	0,362	5,58384	0,04855	5,994
17	5,527	0,347	5,34869	0,04643	5,743
18	5,320	0,335	5,13683	0,04448	5,516
19	5,132	0,323	4,94477	0,04273	5,310
20	4,960	0,312	4,76971	0,04113	5,123
Max	36,543				35,934
Nilai Rata2	10,724				10,529



Gambar 2. Hidrograf Sub DAS Krueng Meureubo.

Pada Gambar 2. Berdasarkan Nilai debit puncak inflow di dapat 36,543 m³/s, sedangkan nilai debit puncak outflow 35,934 m³/s. Hidrograf aliran dengan metode Muskingum tersebut tampak bahwa perbedaan nilai awal masukan *outflow* tidak berpengaruh besar terhadap debit yang dihasilkan, nilai debit yang dihasilkan hampir sama hingga akhir hidrograf.

4. KESIMPULAN

1. Data debit *inflow* yang di ambil data debit hujan 2 Tahunan, kemudian di cari nilai debit *outflow* dengan menggunakan metode muskingum, yang dimasukkan adalah nilai masuk *inflow* yaitu nilai *outflow* sama dengan nilai awal.
2. Nilai debit puncak inflow di dapat 36,543 m³/s, sedangkan nilai debit puncak outflow 35,934 m³/s. Hidrograf aliran dengan metode Muskingum tersebut tampak bahwa perbedaan nilai awal masukan *outflow* tidak berpengaruh besar terhadap debit yang dihasilkan.
3. Nilai nilai *Koefisien (K)* 3400 s dan nilai *X* didapat 0,462 pada aliran hidrograf aliran. $C_1=0,063$, $C_2=0,929$, dan $C_3=0,008$. Dimana nilai $C_1+C_2+C_3=1$. Pada dasarnya nilai koefisien kekasaran sepanjang sungai bervariasi.

5. SARAN

1. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan juga kalibrasi perubahan profil penampang sungai, sehingga setiap kali terjadi perubahan debit aliran sungai kita dapat mengetahui bentuk perubahan profil penampang sungai yang terjadi.
2. Untuk pihak-pihak terkait terutama yang menangani tentang mitigasi bencana dapat melihat kondisi ini sebagai acuan untuk melakukan tindak lanjut akan pengurangan resiko bencana banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifiani, Nur, dkk. 2008. *Kajian Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Tulang Bawang Dengan Metode Kinematis Muskingum* Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [2] Bedient, Philip B., and Huber Wayne C. 2002. *Hydrology and Floodplain Analysis*, University Of Florida.
- [3] Sobriyah., dkk. 2014. *Analisis Hidrograf Aliran Daerah Aliran Sungai Keduang Dengan Beberapa Metode Hidrograf Satuan Sintetis*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Surakarta.
- [4] Sulianti, Ika. 2008. *Perbandingan Beberapa Metode Penelusuran Banjir Secara Hidrologi (Studi Kasus Sungai Belitang di Sub DAS Komerling)*. Jurnal Sipil Vol.3. No.1
- [5] Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.