

ANALISIS CURAH HUJAN UNTUK PENDUGAAN DEBIT BANJIR PADA DAS BATANG ARAU PADANG

Syofyan. Z, Muhammad Cornal Rifa'i

Dosen FTSP – ITP

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil FTSP

Institut Teknologi Padang

Syofyanz17@gmail.com

Abstract

DAS Batang Arau merupakan salah satu DAS besar yang kritis di kota Padang. Permasalahan yang terjadi pada DAS Batang Arau diantaranya adalah krisis air, kekeringan, kekurangan air bersih, pencemaran air akibat industri dan banjir. Selain akibat lahan kritis banjir pada DAS Batang Arau juga disebabkan oleh faktor alam itu sendiri seperti curah hujan yang tinggi. Curah hujan sangat berpengaruh pada besarnya debit air yang mengalir pada DAS Batang Arau. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi besar debit banjir yang terjadi pada DAS Batang Arau pada periode ulang tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Melchior dan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu untuk pendugaan debit banjir periode ulang tertentu berdasarkan data curah hujan dan data debit AWLR Sungai Batang Arau. Dari data curah hujan dan data debit AWLR ditentukan jenis distribusi yang tepat untuk masing – masing data, selanjutnya dilakukan pengujian keselarasan distribusi menggunakan uji Chie Square dan uji Smirnov Kolmogorov.

Hasil penelitian menunjukkan pola distribusi yang tepat untuk DAS Batang Arau adalah distribusi Log Pearson Tipe III dengan nilai $C_s \neq 0$, $C_s = 1,1092$ berdasarkan data curah hujan dan $C_s \neq 0$, $C_s = 0,8967$ berdasarkan data debit AWLR. Dari hasil kalibrasi data curah hujan dan data debit AWLR untuk perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode Melchior dan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu dapat disimpulkan bahwa perhitungan debit banjir menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu lebih tepat digunakan untuk perencanaan bangunan air pengendali banjir karena grafik hidrograf satuan sintetik memberikan gambaran mengenai debit ketika awal hujan, saat banjir, dan berakhir banjir serta nilai dari hasil kalibrasi dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu mendekati hasil dari data debit AWLR dibandingkan dengan metode Melchior.

Kata Kunci : DAS Batang Arau, Debit Puncak, , Pola Distribusi Hujan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

DAS Batang Arau merupakan salah satu DAS besar yang kritis di kota Padang. Permasalahan yang terjadi pada DAS Batang Arau diantaranya adalah krisis air, kekeringan, kekurangan air bersih, pencemaran air akibat industri dan banjir. Banjir yang terjadi pada DAS Batang Arau disebabkan oleh lahan kritis. Pertambahan jumlah penduduknya mencapai antara 2 sampai 3 kali lipat dalam 20 tahun terakhir, sehingga penduduk mulai membuka lahan hutan untuk pertanian, karena sebagian lahan pertanian produktif telah dijadikan pemukiman, perkantoran dan lahan usaha, industri dan jasa. Akibat penurunan luas tutupan hutan sehingga terjadi kecenderungan peningkatan debit maksimum pada saat musim hujan, sehingga secara keseluruhan fungsi hutan sebagai penahan aliran permukaan semakin menurun, dan menyebabkan sedimentasi, penurunan infiltrasi dan perkolasi serta meningkatkan aliran permukaan (Wahyu D.H, 2013). Selain akibat lahan kritis banjir pada DAS Batang Arau juga disebabkan oleh faktor alam itu sendiri seperti curah hujan yang tinggi. Curah hujan sangat berpengaruh pada besarnya debit air yang mengalir pada DAS Batang Arau. Curah hujan yang diperlukan untuk analisis hidrologi adalah curah hujan rata – rata dari seluruh daerah yang bersangkutan bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (stasiun). Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm.

Ada tiga cara untuk memperkirakan debit banjir yaitu dengan cara statistik (probabilitas), cara satuan hidrograf dan cara empiris. Rumus empiris yang digunakan untuk memperkirakan debit banjir yaitu dengan menggunakan metode Melchior dan pendugaan debit banjir juga menggunakan rumus hidrograf salah satunya yaitu hidrograf satuan Nakayasu. Metode Melchior dan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu dapat menentukan debit maksimum yang akan terjadi dalam periode ulang.

TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Sungai mempunyai fungsi utama menampung curah hujan setelah aliran permukaan dan mengalirkannya sampai ke laut. Oleh karena itu, sungai dapat diartikan sebagai wadah atau penampung dan penyalur aliran air yang terbawa dari DAS ketempat yang lebih rendah dan bermuara di laut. Selanjutnya dijelaskan bahwa Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung – punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya kelaut melalui sungai utama (Asdak, 2014).

Distribusi Curah Hujan

Ada tiga macam cara yang umum dipakai untuk menghitung hujan rata – rata wilayah/kawasan, yaitu metode rata – rata aljabar, metode poligon *Thiessen*, dan metode *isohyet*.

Analisa Frekuensi

Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi, nilai rata – rata (*mean*), simpangan baku, koefisien variasi, koefisien *Skewness*, koefisien *Kurtosis*, dengan rumus sebagai berikut (Subarkah, 1980). Dan jenis-jenis distribusi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Gumbel
4. Distribusi Log Pearson III

Uji Keselarasan Distribusi

Uji keselarasan ini dimaksudkan untuk menentukan apakah data curah hujan tersebut benar – benar sesuai dengan distribusi teoritis yang dipakai atau tidak. Adapun uji keselarasan yang digunakan pada penelitian ini adalah uji keselarasan *Chi Square* dan uji keselarasan *Smirnov Kolmogorov*.

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Metode HSS *Nakayasu*

Untuk memprediksi unit hidrograf dari suatu DAS berdasarkan data – data karakteristik fisik DAS sungai yang bersangkutan, dapat digunakan metode unit hidrograf sintetis. Salah satu metode umum yang dipakai adalah metode *Nakayasu*.

Rumus dari hidrograf satuan sintetis *Nakayasu* adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{C.A.R_0}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \quad (1)$$

$$T_p = tg + 0,8T_r \quad (2)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (3)$$

$$T_g = 0,21L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (4)$$

$$T_{0,3} = \alpha T_g \quad (5)$$

$$T_r = 0,5T_g \text{ sampai } T_g \quad (6)$$

Dimana :

$$Q_p = \text{debit puncak banjir (m}^3/\text{det)}$$

$$R_0 = \text{hujan satuan (mm)}$$

$$T_p = \text{tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)}$$

$$T_{0,3} = \text{waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak}$$

$$A = \text{Luas daerah pengaliran sampai outlet}$$

$$C = \text{koefisien pengaliran}$$

$$L = \text{panjang sungai utama (Km)}$$

$$\alpha = \text{koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2}$$

$$T_r = \text{satuan waktu dari curah hujan (jam)}$$

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut :

- a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (7)$$

b. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}} \quad (8)$$

c. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]}{1,5T_{0,3}}} \quad (9)$$

d. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]}{2T_{0,3}}} \quad (10)$$

Metode Melchior

Rumus untuk menghitung debit banjir dengan rumus *Melchior* dalam hadisusanto (2010) sebagai berikut :

$$Q_n = \alpha \times \beta \times q \times A \times \frac{R_n}{200} \quad (11)$$

Dimana :

Q_n = debit maksimum untuk periode ulang n tahun (m^3/dt)

α = koefisien pengaliran

β = koefisien reduksi

q = hujan maksimum ($m^3/dt/km^2$)

A = Luas DAS (km^2)

$\frac{R_n}{200}$ = curah hujan maksimum periode ulang n tahun (mm)

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini dilakukan di DAS Batang Arau yang terletak di Padang, provinsi Sumatera Barat.

- Sebelah utara berbatasan dengan DAS Batang Kuranji
- Sebelah Selatan berbatasan dengan DAS Timbalun dan DAS Tarusan
- Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Solok
- Sebelah barat berbatasan dengan samudra Indonesia

Secara geografis, DAS Batang Arau terletak pada $0^{\circ}48''$ sampai dengan $0^{\circ}56''$ LS dan $100^{\circ}21''$ sampai dengan $100^{\circ}33''$ BT, dengan ketinggian 0 sampai dengan 1.210 m dari permukaan laut (dpl).

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Analisa curah hujan untuk pendugaan debit banjir pada DAS Batang Arau melalui beberapa tahapan, antara lain :

1. Pengumpulan Data Sekunder
2. Pengolahan Data Curah Hujan Yang Hilang
Untuk menganalisis curah hujan pada daerah diperlukan data yang lengkap dari masing – masing stasiun. Sering sekali ditemukan pada suatu DAS ada pencatatan data hujan yang kurang lengkap atau datanya hilang. Cara mencari data curah hujan yang hilang dapat menggunakan rumus pada persamaan (2.4 atau 2.5).
3. Analisis Data Curah Hujan
Analisis data curah hujan dilakukan untuk menentukan curah hujan rata – rata wilayah yang ditentukan dengan metode *Thiessen*. Data yang digunakan terdiri dari tiga stasiun yaitu Stasiun Simpang Alai, Stasiun Ladang Padi, stasiun Gunung Nago.
4. Pengolahan Data
Tahap – tahap pengolahan data :
 - a. Perhitungan parameter statistik data curah hujan maksimum bulanan yang terdiri dari Nilai rata – rata curah hujan (\bar{X}), Standar deviasi (Sd), Koefisien keragaman (CV), Koefisien *Skewness* (Cs), Koefisien kurtosis (Ck).
 - b. Penentuan pola distribusi
 - c. Melakukan uji *Chi-Square* dan uji *Smirnov Kolmogorov*
5. Menghitung besaran hujan rancangan untuk periode ulang tertentu

6. Menghitung prediksi debit banjir rancangan
7. Kalibrasi data debit banjir hasil dari perhitungan curah hujan dengan data debit AWLR sungai Batang Arau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Daerah Aliran Sungai

Daerah pengaliran sungai (*Catchment area*) Batang Arau berbentuk bulu radial yang meliputi beberapa bagian dari kecamatan. Tidak seluruh luasan dari masing – masing kecamatan tersebut masuk ke dalam daerah pengaliran Batang Arau, akan tetapi hanya beberapa bagian saja. Penetapan daerah aliran sungai (DAS) Batang Arau dilakukan berdasarkan peta rupa bumi yang diperoleh dari Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat.

Luas pengaruh stasiun hujan dengan metode *Thiessen* disesuaikan kondisi topografi dan jumlah stasiun

Tabel 1 Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS

Nama Stasiun Hujan	Poligon Thiessen Faktor	
	Persentase (%)	Luas DAS (Km ²)
Ladang Padi	43,2	75,23
Simpang Alai	47,3	82,47
Gunung Nago	9,5	16,60
Jumlah	100,00	174,30

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 2 Data Curah Hujan Rencana Dengan Metode Poligen *Thiessen*

No.	Tahun	STASIUN						Curah Hujan Rata - rata Wilayah (2 + 4 + 6)
		STA Ladang Padi (43,2)		STA Simapai Alai (47,3)		STA Gunung Nago (9,5)		
		R (mm)	R.C	R (mm)	R.C	R (mm)	R.C	
		1	2	3	4	5	6	
1	2003	105	45	103	49	186	18	112
2	2004	95	41	87	41	186	18	100
3	2005	96	41	240	114	270	26	181
4	2006	155	67	149	71	270	26	163
5	2007	75	32	89	42	98	9	84
6	2008	80	35	112	53	239	23	110
7	2009	145	63	71	34	196	19	115
8	2010	109	47	75	35	180	17	100
9	2011	118	51	65	31	170	16	98
10	2012	117	51	76	36	140	13	100
11	2013	125	54	167	79	191	18	151
12	2014	125	54	142	67	139	13	134
13	2015	76	33	126	60	231	22	114
14	2016	118	51	210	99	1015	96	247

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Analisa Frekuensi

Dari hasil perhitungan curah hujan rata – rata maksimum dengan metode Poligon *Thiessen* perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan bulanan maksimum guna menentukan debit banjir rencana.

Dalam analisis frekuensi data hidrologi baik data hujan maupun debit sungai terbukti sangat jarang dijumpai seri data yang sesuai dengan distribusi normal. Sebaliknya sebagian besar data hidrologi sesuai dengan tiga distribusi lainnya. Masing – masing distribusi memiliki sifat – sifat khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat – sifat statistik masing – masing distribusi tersebut (Sri Harto Br, 1993).

Dalam statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat distribusi yang banyak digunakan yaitu distribusi normal, distribusi log normal, distribusi *Gumbel* dan distribusi log *Pearson* tipe III serta parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi, nilai rata – rata (*mean*), simpangan baku, koefisien variasi, koefisien *Skewness*, koefisien *Kurtosis*. Perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Parameter Statistik

No.	Tahun	Rh (Xi)		$(Xi - \bar{X})$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})$	$(Xi - \bar{X})$
1	2003	112	129	-17	296	-5101	87812
2	2004	100	129	-29	841	-24389	707281
3	2005	181	129	52	2704	140608	7311616
4	2006	163	129	34	1156	39304	1336336
5	2007	84	129	-45	2025	-91125	4100625
6	2008	110	129	-19	361	-6859	130321
7	2009	115	129	-14	196	-2744	38416
8	2010	100	129	-29	841	-24389	707281
9	2011	98	129	-31	961	-29791	923521
10	2012	100	129	-29	841	-24389	707281
11	2013	151	129	22	484	10648	234256
12	2014	134	129	5	25	125	625
13	2015	114	129	-15	225	-3375	50625
14	2016	247	129	118	13924	1643032	193877776
Jumlah		1809			24880	1621555	210213772

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan dari pengolahan data curah hujan dengan menggunakan nilai logaritma dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengolahan Data Curah Hujan Dengan Metode Nilai Logaritma

No.	Tahun	Rh (Xi)	Log Xi	$\overline{\text{Log } \bar{X}}$	$\text{Log Xi} - \overline{\text{Log } \bar{X}}$	$\frac{(\text{Log Xi} - \overline{\text{Log } \bar{X}})^2}{\text{Log } \bar{X}}$	$\frac{(\text{Log Xi} - \overline{\text{Log } \bar{X}})^3}{\text{Log } \bar{X}}$	$\frac{(\text{Log Xi} - \overline{\text{Log } \bar{X}})^4}{\text{Log } \bar{X}}$
1	2003	112	2,049	2,092	-0,043	0,00186	-0,00008003	0,00000345
2	2004	100	2,000	2,092	-0,092	0,00852	-0,00078663	0,00007262
3	2005	181	2,258	2,092	0,165	0,02735	0,00452216	0,00074782
4	2006	163	2,212	2,092	0,120	0,01437	0,00172265	0,00020650
5	2007	84	1,924	2,092	-0,168	0,02823	-0,00474438	0,00079721
6	2008	110	2,041	2,092	-0,051	0,00259	-0,00013202	0,00000672
7	2009	115	2,061	2,092	-0,032	0,001	-0,00003160	0,00000100
8	2010	100	2,000	2,092	-0,092	0,00852	-0,00078663	0,00007262
9	2011	98	1,991	2,092	-0,101	0,01022	-0,00103292	0,00010441
10	2012	100	2,000	2,092	-0,092	0,00852	-0,00078663	0,00007262
11	2013	151	2,179	2,092	0,087	0,00751	0,00065093	0,00005641
12	2014	134	2,127	2,092	0,035	0,00121	0,00004212	0,00000147
13	2015	114	2,057	2,092	-0,035	0,00125	-0,00004439	0,00000157
14	2016	247	2,393	2,092	0,300	0,09023	0,02710416	0,00814169
Jumlah		1809	29,292		0,000	0,21139	0,02561679	0,01028610

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Penentuan pola distribusi hujan dilakukan dengan analisis frekuensi. Analisis Frekuensi hujan merupakan analisa statistik penafsiran hujan untuk menentukan terjadinya periode ulang hujan pada periode tertentu. Dari hasil perhitungan Rh rencana didapatkan pengukuran dispersi atau uji statistik dengan memperoleh mean 129, standar deviasi **43,75**, koefisien variasi 0,3, koefisien kemencengan 1,74, koefisien kurtosis **6,56**. sedangkan Rh rencana pengukuran dispersi dengan logaritma didapatkan mean 2,092, standar deviasi = **0,1275**, koefisien variasi 0,0609, koefisien kemencengan 1,1092, koefisien kurtosis **0,3174**.

Pada Tabel 5 menunjukkan beberapa parameter yang menjadi syarat penggunaan suatu metode distribusi. Dari tabel tersebut ditunjukkan berapa nilai Cs dan Ck yang menjadi persyaratan dari penggunaan empat jenis metode distribusi.

Tabel 5 Syarat Penggunaan Jenis Sebaran

No	Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Sebaran Normal	Cs = 0 Ck = 3	Cs = 1,74 Ck = 6,56	Tidak Memenuhi Tidak Memenuhi
2	Sebaran Log Normal	Ck = 3 Cv	0,3174 ≠ 0,1828	Tidak Memenuhi
3	Sebaran Gumbel	Cs = 1,1396 Ck ≤ 5,4002	Cs = 1,74 Ck = 6,56	Tidak Memenuhi Tidak Memenuhi
4	Sebaran Log Pearson III	Cs ≠ 0	Cs = 1,1092	Memenuhi

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari ke empat metode jenis sebaran distribusi yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa jenis distribusi yang memenuhi adalah distribusi log *Pearson* III dengan nilai Cs = 1,1092, dimana Cs ≠ 0. Dari jenis sebaran distribusi yang telah memenuhi syarat tersebut, selanjutnya perlu diuji kecocokan sebarannya dengan beberapa metode, yaitu uji *Chie Square* dan uji keselarasan *Smirnov Kolmogorov*.

Uji Keselarasan Distribusi

Uji kecocokan dengan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov merupakan uji kecocokan dengan melihat selisih peluang terbesar antara distribusi data dengan distribusi teoritisnya, yang diperoleh dari hasil perhitungan masing-masing metode uji.

Tabel 6 Perhitungan Uji Keselarasan Distribusi

Jenis Uji Kecocokan	Hasil Perhitungan	Syarat	Ket.
Uji Chi-Kuadrat	$X^2_{hitung} = 1,00$	$X^2_{tabel} < 7,378$	Memenuhi
Uji Smirnov-Kolmogorov	$D_{max} = 0,144$	$D_o < 0,354$	Memenuhi

(Sumber: Soewarno, 1995 dan Hasil Perhitungan)

Perhitungan Curah hujan Periode Ulang Tertentu

Dari hasil analisa frekuensi jenis distribusi yang memenuhi syarat yaitu distribusi log *Pearson* III dengan nilai Cs = 1,1092, dimana Cs ≠ 0, selanjutnya dari hasil uji keselarasan *Chie square* dengan nilai $X^2_{hit} < X^2_{tabel} = 1,00 < 7,815$ dan uji keselarasan *Smirnov Kolmogorov* dengan nilai $D_{maks} < D_o \text{ kritis} = 0,144 < 0,354$, maka metode log *Pearson* III dapat digunakan untuk menghitung curah hujan periode ulang tertentu.

Perhitungan curah hujan periode ulang tertentu dengan menggunakan metode log *Pearson* III dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Curah hujan Periode Ulang Tertentu Dengan Metode Log *Pearson* III

No	Periode Ulang T (Tahun)	$\overline{\text{Log} X}$	$\overline{\text{Sd Log} X}$	Cs	K	$Y = \text{Log} X + K \cdot \text{Sd Log} X$	$X_t = 10^Y$ (mm)
1	2	2,09	0,1275	1,1092	0,181	2,11538	130,43
2	5	2,09	0,1275	1,1092	0,744	2,18716	153,87
3	10	2,09	0,1275	1,1092	1,340	2,26319	183,31
4	25	2,09	0,1275	1,1092	2,067	2,35589	226,93
5	50	2,09	0,1275	1,1092	2,588	2,42231	264,43
6	100	2,09	0,1275	1,1092	3,091	2,48651	306,56
7	200	2,09	0,1275	1,1092	3,583	2,54920	354,16
8	1000	2,09	0,1275	1,1092	4,693	2,69074	490,61

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang Tertentu Berdasarkan Data Curah Hujan

Untuk menghitung atau memperkirakan besarnya debit banjir yang terjadi dalam berbagai periode ulang tertentu, maka dalam perhitungan debit banjir akan digunakan beberapa metode yaitu :

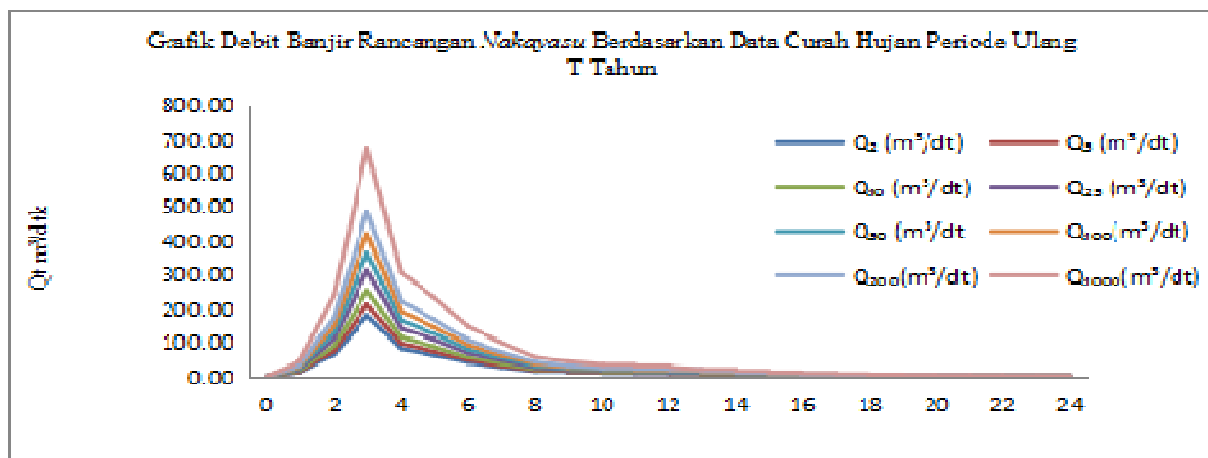
- Metode hidrograf satuan sintetik *Nakayasu*.
- Metode *Melchior*.

Analisis Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

Tabel 8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu

T (jam)	Q2 (m ³ /dt)	Q5 (m ³ /dt)	Q10 (m ³ /dt)	Q25 (m ³ /dt)	Q50 (m ³ /dt)	Q100 (m ³ /dt)	Q200 (m ³ /dt)	Q1000 (m ³ /dt)
0	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
1	13,28	15,36	17,97	21,83	25,16	28,89	33,11	45,20
2	65,67	77,16	91,60	112,98	131,37	152,02	175,35	242,25
3	180,82	213,00	253,42	313,32	364,81	422,65	488,01	675,36
4	82,85	97,43	115,74	142,87	166,20	192,40	222,00	306,87
5	63,45	74,54	88,47	109,12	126,86	146,80	169,32	233,90
6	40,63	47,63	56,41	69,42	80,60	93,17	107,37	148,07
7	28,10	32,84	38,79	47,61	55,19	63,71	73,33	100,92
8	16,51	19,17	22,51	27,45	31,70	36,48	41,88	57,34
9	12,97	14,99	17,53	21,29	24,52	28,15	32,25	44,01
10	10,47	12,04	14,01	16,93	19,45	22,27	25,46	34,60
11	9,57	10,98	12,75	15,37	17,63	20,16	23,03	31,23
12	8,75	10,01	11,59	13,94	15,96	18,22	20,78	28,12
13	6,99	7,93	9,12	10,88	12,39	14,09	16,01	21,51
14	5,67	6,38	7,27	8,58	9,72	10,99	12,43	16,55
15	4,68	5,21	5,88	6,86	7,71	8,67	9,74	12,83
16	3,94	4,34	4,84	5,58	6,21	6,93	7,73	10,05
17	3,39	3,68	4,06	4,61	5,09	5,62	6,23	7,96
18	2,97	3,19	3,47	3,89	4,25	4,65	5,10	6,40
19	2,66	2,83	3,04	3,35	3,61	3,91	4,25	5,23
20	2,43	2,55	2,71	2,94	3,14	3,37	3,62	4,35
21	2,25	2,34	2,46	2,64	2,79	2,96	3,15	3,69
22	2,12	2,19	2,28	2,41	2,52	2,65	2,79	3,20
23	2,02	2,07	2,14	2,24	2,32	2,42	2,52	2,83
24	1,95	1,99	2,04	2,11	2,17	2,24	2,32	2,55

(Sumber : Hasil Perhitungan)



(Sumber : Hasil Perhitungan)

Gambar 1 Debit Banjir Rancangan Nakayasu Berdasarkan Data Curah Hujan Periode Ulang T Tahun

Analisis Debit Banjir Rencana Metode Melchior

Debit banjir rencana periode ulang tertentu dengan metode *Melchior* dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut :

Tabel 9 Debit Banjir Rencana Periode Ulang Tertentu Dengan Metode *Melchior*

No	Periode Ulang T (Tahun)	Xt (mm)	α	B	q (m ³ /dtk/k m ²)	A (Km ²)	Rn/200	Qt (m ³ /dtk)
1	2	130,43	0,52	0,92	4,03	174,30	0,65	219,61
2	5	153,87	0,52	0,92	4,03	174,30	0,77	259,08
3	10	183,31	0,52	0,92	4,03	174,30	0,92	308,64
4	25	226,93	0,52	0,92	4,03	174,30	1,13	382,09
5	50	264,43	0,52	0,92	4,03	174,30	1,32	445,22
6	100	306,56	0,52	0,92	4,03	174,30	1,53	516,15
7	200	354,16	0,52	0,92	4,03	174,30	1,77	596,30
8	1000	490,61	0,52	0,92	4,03	174,30	2,45	826,05

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Debit Banjir Rencana Berdasarkan Data Debit (AWLR) Sungai Batang Arau

Untuk mendapatkan hasil kalibrasi data debit berdasarkan data debit curah hujan dengan data debit AWLR, maka perlu perhitungan debit banjir periode ulang tertentu berdasarkan data debit AWLR.

Data debit AWLR diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatera Barat, data debit AWLR yang digunakan direncanakan selama 10 tahun sejak tahun 2007 hingga tahun 2016. Data debit AWLR pada DAS Batang Arau didapatkan dari pengukuran debit maksimum Sungai Batang Arau. Data debit maksimum AWLR Sungai Batang Arau ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Data Debit (AWLR) Sungai Batang Arau

No.	Tahun	Debit Maksimum (m ³ /dt)
1	2007	26,33
2	2008	34,02
3	2009	18,10
4	2010	38,15
5	2011	32,82
6	2012	22,07
7	2013	20,71
8	2014	50,21
9	2015	76,98
10	2016	119,50

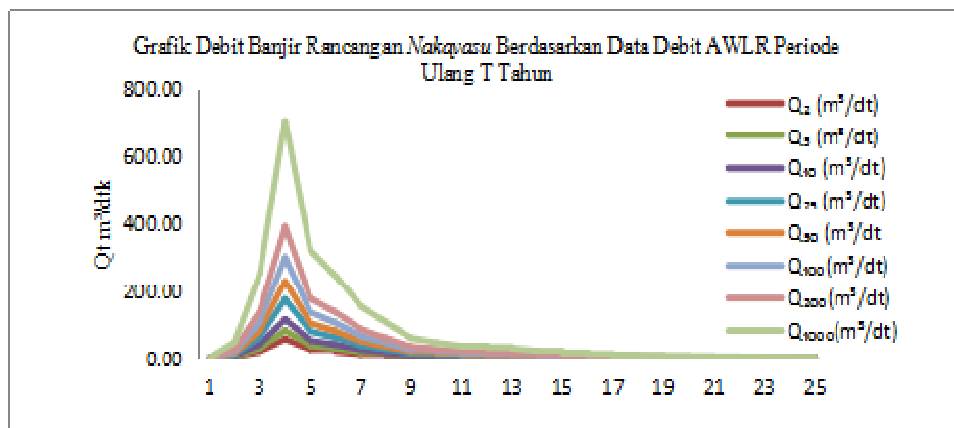
(Sumber : Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat)

Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode HSS *Nakayasu* Berdasarkan Data Debit AWLR Sungai Batang Arau

Tabel 11 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Banjir Rancangan Metode *Nakayasu* Berdasarkan Data Debit AWLR

T jam	Q2 m ³ /dt	Q5 m ³ /dt	Q10 m ³ /dt	Q25 m ³ /dt	Q50 m ³ /dt	Q100 m ³ /dt	Q200 m ³ /dt	Q1000 m ³ /dt
0	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
1	5,27	6,88	8,98	12,85	16,28	20,89	26,75	47,17
2	21,3	30,2	41,8	63,28	82,23	107,7	140,1	253,1
3	56,6	81,5	114,1	174,1	227,1	298,7	389,4	705,9
4	26,5	37,8	52,6	79,82	103,8	136,2	177,3	320,7
5	20,6	29,2	40,4	61,14	79,43	104,0	135,3	244,4
6	13,6	19,0	26,1	39,18	50,70	66,25	85,96	154,7
7	9,81	13,4	18,2	27,11	34,93	45,46	58,83	105,4
8	6,26	8,31	11,0	15,96	20,34	26,25	33,74	59,87
9	5,17	6,74	8,78	12,55	15,88	20,37	26,07	45,93
10	4,41	5,62	7,21	10,14	12,73	16,22	20,65	36,09
11	4,13	5,22	6,65	9,28	11,60	14,74	18,71	32,57
12	3,88	4,85	6,13	8,48	10,56	13,37	16,92	29,33
13	3,34	4,07	5,03	6,79	8,35	10,45	13,11	22,41
14	2,94	3,48	4,20	5,52	6,69	8,26	10,26	17,22
15	2,63	3,04	3,58	4,57	5,44	6,62	8,12	13,34
16	2,41	2,71	3,12	3,86	4,51	5,40	6,52	10,43
17	2,24	2,47	2,77	3,32	3,81	4,48	5,32	8,25
18	2,11	2,28	2,51	2,92	3,29	3,79	4,42	6,61
19	2,01	2,14	2,31	2,62	2,90	3,27	3,74	5,39
20	1,94	2,04	2,17	2,40	2,61	2,88	3,24	4,47
21	1,89	1,96	2,06	2,23	2,39	2,59	2,86	3,78
22	1,85	1,90	1,97	2,10	2,22	2,38	2,58	3,27
23	1,82	1,86	1,91	2,01	2,10	2,21	2,36	2,88
24	1,80	1,83	1,87	1,94	2,00	2,09	2,20	2,59

(Sumber : Hasil Perhitungan)



(Sumber : Hasil Perhitungan)

Gambar 2 Debit Banjir Rancangan *Nakayasu* Berdasarkan Data Debit AWLR Periode Ulang T Tahun

Kalibrasi Data Debit Berdasarkan Data Curah Hujan Dengan Data Debit AWLR

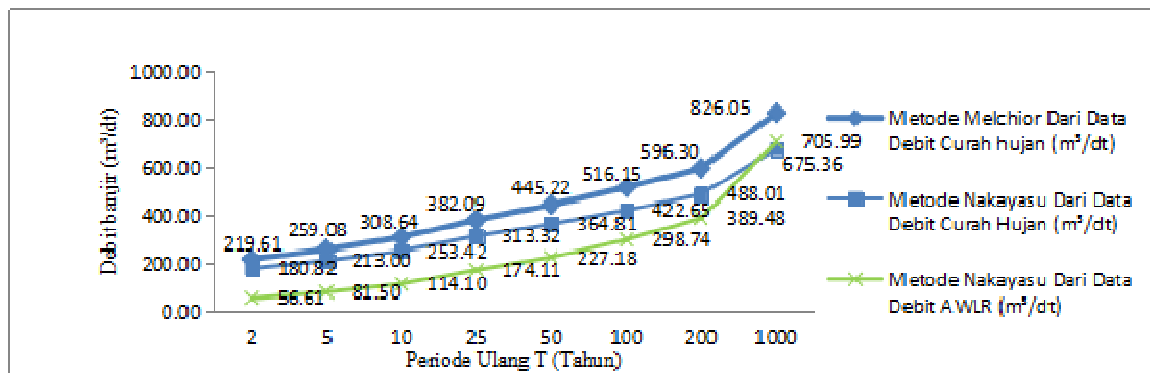
Dari hasil perhitungan debit periode ulang tertentu berdasarkan data curah hujan dan data debit AWLR Sungai Batang Arau dilakukan kalibrasi data dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan hasil perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode hidrograf satuan sintetik *nakayasu* dan metode empiris *melchior*. Sedangkan untuk perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data debit AWLR metode yang bisa digunakan hanya metode hidrograf satuan sintetik *Nakayasu* karena metode *Melchior* hanya bisa digunakan untuk perhitungan debit berdasarkan data curah hujan.

Hasil rekapitulasi data debit untuk kalibrasi data berdasarkan data curah hujan dan data debit AWLR Sungai Batang Arau dapat dilihat pada Tabel 12 dan hasil kalibrasi data debit nya dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 12 Rekapitulasi Perhitungan Debit Berdasarkan Data Curah Hujan Dengan Data Debit AWLR

Periode Ulang T (Tahun)	Perhitungan Debit Banjir Berdasarkan Data Curah Hujan		Perhitungan Debit Banjir Berdasarkan Data Debit (AWLR) Sungai Batang Arau (m ³ /dt)
	Metode Melchior Dari Data Debit Curah hujan (m ³ /dt)	Metode Nakayasu Dari Data Debit Curah Hujan (m ³ /dt)	Metode Nakayasu Dari Data Debit AWLR (m ³ /dt)
2	219,61	180,82	56,61
5	259,08	213,00	81,50
10	308,64	253,42	114,10
25	382,09	313,32	174,11
50	445,22	364,81	227,18
100	516,15	422,65	298,74
200	596,30	488,01	389,48
1000	826,05	675,36	705,99

(Sumber : Hasil Perhitungan)



(Sumber : Hasil Perhitungan)

Gambar 3 Grafik Kalibrasi Data Debit Berdasarkan Data Curah Hujan Dan Data Debit AWLR

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil kalibrasi data curah hujan dan data debit AWLR untuk perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode *Melchior* dan metode hidrograf satuan sintetik *Nakayasu* dapat disimpulkan bahwa perhitungan debit banjir menggunakan metode hidrograf satuan sintetik *Nakayasu* lebih tepat digunakan untuk perencanaan bangunan air pengendali banjir karena grafik hidrograf satuan sintetik memberikan gambaran mengenai debit ketika awal hujan, saat banjir, dan berakhir banjir serta nilai dari hasil kalibrasi dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik *Nakayasu* mendekati hasil dari data debit AWLR dibandingkan dengan metode *Melchior*.

Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, diusulkan beberapa saran sebagai berikut

1. Dalam penelitian selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu dilakukan penelitian

dengan jumlah data hujan yang lebih banyak.

2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar perhitungan untuk perencanaan bangunan pengendali banjir

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. <http://repository.unand.ac.id>. Diakses pada tanggal 19 Juli 2017
- Asdak C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Asdak C. (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Fachri, F.J. (2017). *Analisis Hidrograf Sungai Dengan Menggunakan HSS di Daerah Aliran Sungai Jeneberang Kabupaten Gowa*. Makasar : Universitas Hasanuddin.
- Harto, Sri. (1993). *Analisa Hidrologi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Umum
- Lestari, U.S. (2016). *Kajian Metode Empiris untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio)*. Jurnal Poros Teknik
- Soebarkah, I. (1980). *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Darma
- Soemarto, C.D. (1999). *Hidrologi Teknik Edisi Ke – 2*. Jakarta : Erlangga
- Soewarno. (2000). *Hidrologi Operasional Jilid Ke – 1*. Bandung : PT. Citra Aditya Bakti
- Sosrodarsono, S dan K Takeda. (1987). *Hidrologi untuk Pengairan*. Editor : Sosrodarsono, S. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- Sulianti, Ika. (2008). *Perbandingan Beberapa Metode Penelusuran Banjir Secara Hidrologi (Studi Kasus Sungai Belitang di Sub DAS Komerling)*. Jurnal Sipil Vol. 3. No.1
- Triatmodjo, B. (2006). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset
- Wahyu, D.H. (2013). *Analisis Masalah DAS Batang Arau Kota Padang Provinsi Sumatera Barat*. Papper : DAS Batang Arau