



## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Penentuan Batas DAS

Penentuan batas wilayah DAS Beringin dilakukan dengan bantuan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dan *software* ArcGIS yaitu ArcMap 10.3.

##### 4.1.1 Batas DAS Beringin

Dalam Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) letak dari DAS Beringin terdapat pada lembar 1409-221 (Tugu) dan 1408-543 (Boja) yang digunakan untuk menentukan batas DAS Beringin.

Lembar peta RBI yang didapat sebelumnya masih dalam keadaan terpisah kemudian dilakukan registrasi citra atau *georeferencing* menggunakan ArcMap. Registrasi citra atau *georeferencing* adalah peletakan objek berupa gambar atau *raster* yang dalam sebuah proyeksi tertentu belum mempunyai acuan sistem koordinat. Sistem koordinat yang digunakan pada registrasi citra ini adalah sistem koordinat *Universal Transverse Mercator* (UTM) WGS 1984. Sistem koordinat UTM membagi bumi menjadi 60 zona dan dibagi menjadi dua bagian belahan bumi yaitu belahan bumi utara (*northern hemisphere*) dan belahan bumi selatan (*southern hemisphere*). DAS Beringin masuk kedalam zona 49 S karena terletak di Jawa Tengah bagian belahan bumi selatan. Setelah registrasi citra selesai, dilakukan penggabungan dua lembar peta RBI yang terpisah menjadi satu peta dengan koordinat sistem yang sama.

Selanjutnya dilakukan proses *digitizing* untuk memberi tanda dari lokasi atau alur untuk membentuk batas DAS didalam peta. Dalam proses *digitizing* yang pertama dilakukan adalah menandai seluruh alur sungai Beringin yang mengarah ke Laut Jawa sebagai batas hilir dari

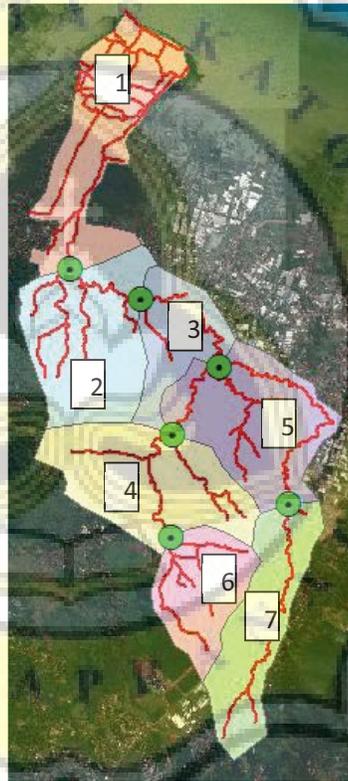
DAS Beringin. Saat melakukan *digitizing* terdapat beberapa syarat dalam menentukan garis batas daerah aliran sungai (DAS) antara lain batas DAS terdapat pada punggung bukit, garis batas DAS memotong kontur atau tidak boleh sejajar dengan kontur, apabila tidak ada kontur karena kurang jelas menggunakan alur jalan sebagai acuan dan tidak boleh memotong alur sungai. Berikut gambar alur sungai Beringin dan batas DAS Beringin terdapat pada Gambar 4.1. Garis berwarna merah merupakan alur Sungai Beringin, sedangkan warna biru muda merupakan wilayah DAS Beringin dengan luas wilayah 31,936 km<sup>2</sup>.



**Gambar 4.1** Alur Sungai Beringin dan Batas DAS Beringin  
Sumber : ArcGIS (ArcMap), 2017

#### 4.1.2 Pembagian Sub DAS

Selanjutnya dilakukan pembagian DAS Beringin menjadi sub-sub DAS. Hal pertama yang dilakukan yaitu menentukan banyak dan letak titik-titik kontrol yang merupakan percabangan antara sungai utama dengan anak sungai. Selanjutnya membuat batas sub DAS sesuai dengan titik kontrol percabangan yang telah ditentukan. Berikut gambar sub DAS Beringin dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Pembagian Sub DAS Beringin  
Sumber : ArcGIS (ArcMap), 2017

Titik berwarna hijau merupakan titik kontrol percabangan sungai utama. Titik kontrol tersebut membagi DAS Beringin menjadi 7 sub DAS dengan luas masing-masing terdapat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Luas Sub DAS Beringin



Sub DAS	Luas (km <sup>2</sup> )
Sub DAS 1	5,484
Sub DAS 2	5,466
Sub DAS 3	2,670
Sub DAS 4	5,468
Sub DAS 5	5,560
Sub DAS 6	3,060
Sub DAS 7	4,228

Sumber : Pengolahan Data, 2017

## 4.2 Analisis Hujan Rancangan

Analisis hujan rancangan pada DAS Beringin diambil berdasarkan data satu stasiun hujan yaitu data hujan stasiun Gunung Pati. Data hujan yang digunakan dengan rentang selama 10 tahun dimulai dari tahun 2006 sampai tahun 2015.

### 4.2.1 Perhitungan Curah Hujan Area

Dalam perhitungan curah hujan area DAS Beringin yang hanya memiliki satu buah stasiun hujan yaitu stasiun Gunung Pati, maka dalam menentukan curah hujan langsung dengan mencari nilai curah hujan maksimum tiap tahun selama kurun waktu 10 tahun (2006-2015). Ditunjukkan pada Tabel 4.2 data curah hujan pada stasiun hujan Gunung Pati dengan nomor stasiun 46 dan pada Tabel 4.3 terdapat hasil analisis perhitungan curah hujan DAS Beringin.



Tabel 4.2 Data Curah Hujan Stasiun Hujan Gunung Pati

Tahun	Hujan Maksimum												Maks
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEPT	OKT	NOV	DES	
2006	86	85	44	64	41	3	0	0	0	7	64	174	174
2007	90	69	35	65	15	29	0	14	0	17	78	77	90
2008	114	76	40	28	58	26	0	24	17	40	75	71	114
2009	108	67	59	17	59	65	69	17	9	35	46	48	108
2010	80	93	98	165	95	64	25	17	95	75	112	54	165
2011	91	68	77	76	48	7	11	0	122	125	20	82	125
2012	99	68	56	46	42	21	0	0	0	41	75	65	99
2013	77	52	59	59	55	33	26	24	0	0	146	132	146
2014	84	148	32	75	49	56	26	25	0	24	36	75	148
2015	69	97	106	66	99	19	0	0	0	14	64	43	106

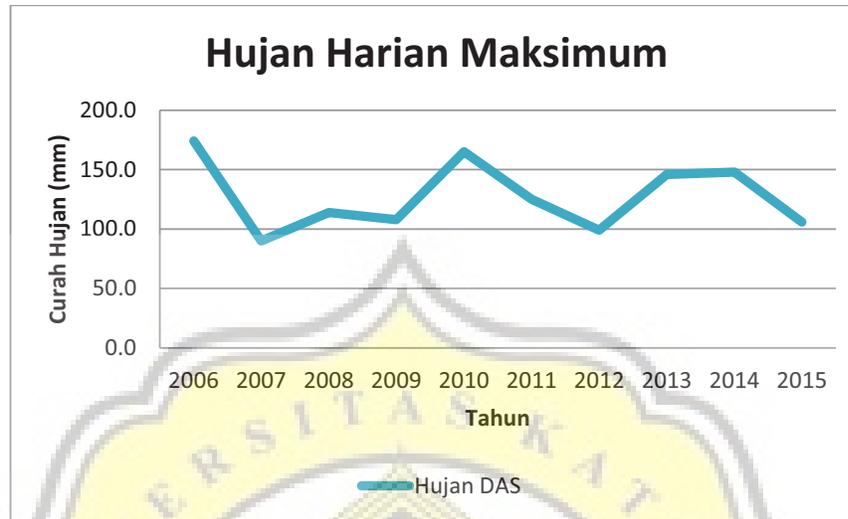
Sumber : Pengolahan Data, 2017

Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan DAS Beringin

Tahun	Curah Hujan DAS ( $R_{24}$ ) (mm)
2006	174,0
2007	90,0
2008	114,0
2009	108,0
2010	165,0
2011	125,0
2012	99,0
2013	146,0
2014	148,0
2015	106,0
<b>Rerata</b>	127,5
<b>Standar Deviasi</b>	29,022
<b>Koef. Variasi</b>	842,278
<b>Koef. Kurtosis</b>	-1,270
<b>Koef. Skewness</b>	0,412

Sumber : Pengolahan Data, 2017

Dibawah ini merupakan grafik hubungan antara waktu dalam tahun dengan curah hujan harian maksimum pada Stasiun Hujan Gunung Pati. Berikut gambar grafik hujan harian maksimum ditunjukkan pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Grafik Hujan Harian Maksimum  
Sumber : Pengolahan Data, 2017

#### 4.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan digunakan untuk menghitung intensitas hujan yang melalui beberapa tahapan, meliputi pengukuran dispersi, pemilihan jenis distribusi dan pengujian kecocokan distribusi.

##### 4.2.2.1 Pengukuran Dispersi

Data hujan harian maksimum ( $R_{24}$ ) yang telah didapatkan kemudian diurutkan dari nilai terbesar ke terkecil untuk mendapatkan hasil hitungan statistik dari pengukuran dispersi. Berikut perhitungan statistik DAS Beringin ditunjukkan pada Tabel 4.4.



Tabel 4.4 Hitungan Statistik DAS Beringin

m	Probabilitas (P) $P = m/(N+1)$	Tahun	d (mm)	Ln d (mm)
1	0,091	2006	174,000	5,159
2	0,182	2010	165,000	5,106
3	0,273	2014	148,000	4,997
4	0,364	2013	146,000	4,984
5	0,455	2011	125,000	4,828
6	0,545	2008	114,000	4,736
7	0,636	2009	108,000	4,682
8	0,727	2015	106,000	4,663
9	0,818	2012	99,000	4,595
10	0,909	2007	90,000	4,500
Jumlah Data (N)			10	10
Nilai Rerata ( <i>Mean</i> )			127,500	4,825
Standar Deviasi ( $\delta x$ )			29,022	0,226
Koefisien Skewness ( <i>Cs</i> )			0,412	0,170
Koefisien Kurtosis ( <i>Ck</i> )			-1,270	-1,366
Koefisien Variasi ( <i>Cv</i> )			0,228	0,047
Nilai Tengah ( <i>Median</i> )			119,500	4,782

Sumber : Pengolahan Data, 2017

#### 4.2.2.2 Pemilihan Jenis Distribusi

Untuk dapat menentukan jenis distribusi yang akan dipakai sebelumnya dilakukan pencocokan parameter statistik dengan syarat-syarat dari jenis distribusi. Berikut tabel syarat jenis distribusi ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Syarat Jenis Distribusi

Jenis Dstribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs = 0,131$ $Ck = 0,614$	Tidak Memenuhi
Log-Normal	$Cs \approx 3 Cv + (Cv^2) = 3$ $Ck = 5,383$	$Cs = 0,131$ $Ck = 0,614$	Tidak Memenuhi
Gumbel	$Cs \approx 1,1396$ $Ck \approx 5,4002$	$Cs = 0,131$ $Ck = 0,614$	Tidak Memenuhi
Log-Pearson III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0,131$ $Ck = 0,614$	Memenuhi

(Sumber: Adisusanto, 2011)



Berdasarkan tabel diatas, jenis distribusi yang sesuai dengan persyaratan adalah Log-Pearson III. Selanjutnya dilakukan perhitungan distribusi untuk mencari nilai curah hujan rancangan dengan periode ulang tertentu. Dalam penelitian ini periode ulang yang digunakan untuk mencari nilai curah hujan berjumlah 5 yaitu, 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Berikut tabel analisis distribusi perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan distribusi Normal, Log-Normal, Gumbel dan Log-Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Analisis Distribusi

Probabilitas $P(x \geq X_m)$	Kala- Ulang (T)	Karakteristik Debit ( $m^3/dt$ ) Menurut Probabilitasnya							
		NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
		$K_T$	$X_T$	$K_T$	$X_T$	$K_T$	$X_T$	$K_T$	$X_T$
0,5	2	0,000	127,500	-0,100	124,597	-0,164	122,732	-0,028	123,803
0,2	5	0,842	151,926	0,798	150,658	0,719	148,380	0,832	150,337
0,1	10	1,282	164,693	1,340	166,383	1,305	165,361	1,298	167,011
0,04	25	1,751	178,308	1,980	184,964	2,044	186,817	1,808	187,362
0,02	50	2,054	187,104	2,431	198,056	2,592	202,734	2,144	202,125
0,01	100	2,326	195,015	2,864	210,623	3,137	218,533	2,451	216,626

Sumber : Pengolahan Data, 2017

Keterangan:

P = probabilitas

T = kala ulang

$K_T$  = standar variabel untuk periode ulang T tahun

$X_T$  = besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun



#### 4.2.2.3 Pengujian Kecocokan Distribusi

Berdasarkan Tabel 4.5 jenis distribusi yang sesuai dengan persyaratan yaitu distribusi Log-Pearson III, namun masih perlu dilakukan uji kecocokan distribusi kembali menggunakan dua buah metode yaitu Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

##### 1. Uji Chi-Kuadrat

Pengujian dengan Uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menentukan jumlah kelas, frekuensi dan derajat kebebasan. Berikut perhitungan dalam menentukan Nilai Chi-Kuadrat Kritik dan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

$$\begin{aligned}n \text{ (jumlah data curah hujan)} &= 10 \\K \text{ (jumlah kelas)} &= 1 + (3,322 \times \log n) \\&= 1 + (3,322 \times \log 10) \\&= 4,322 \approx 5 \text{ kelas} \\E_f &= \frac{n}{K} \\&= \frac{10}{5} = 2 \\P &= 2 \\DK \text{ (derajat kebebasan)} &= K - (P + 1) \\&= 5 - (2+1) = 2 \\Distribusi X^2 &= 0,05\end{aligned}$$



**Tabel 4.7** Nilai Chi-Kuadrat Kritik

DK	Distribusi X <sup>2</sup>											
	0,99	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,00016	0,00393	0,016	0,064	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635	10,828
2	0,02010	0,10259	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210	13,816
3	0,115	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,345	16,266
4	0,297	0,711	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277	18,467
5	0,554	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	15,086	20,515
6	0,872	1,635	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812	22,458
7	1,239	2,167	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	1,646	2,733	3,490	4,594	5,527	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090	26,124
9	2,088	3,325	4,168	5,380	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	2,558	3,940	4,865	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	3,053	4,575	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	3,571	5,226	6,304	7,807	9,034	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	4,107	5,892	7,042	8,634	9,926	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	4,660	6,571	7,790	9,467	10,821	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	5,229	7,261	8,547	10,307	11,721	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	5,812	7,962	9,312	11,152	12,624	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	6,408	8,672	10,085	12,002	13,531	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	7,015	9,390	10,865	12,857	14,440	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	7,633	10,117	11,651	13,716	15,352	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	8,260	10,851	12,443	14,578	16,266	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315
21	8,897	11,591	13,240	15,445	17,182	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932	46,797
22	9,542	12,338	14,041	16,314	18,101	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	40,289	48,268
23	10,196	13,091	14,848	17,187	19,021	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	41,638	49,728
24	10,856	13,848	15,659	18,062	19,943	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	42,980	51,179
25	11,524	14,611	16,473	18,940	20,867	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	44,314	52,620
26	12,198	15,379	17,292	19,820	21,792	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	45,642	54,052
27	12,879	16,151	18,114	20,703	22,719	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	46,963	55,476
28	13,565	16,928	18,939	21,588	23,647	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	48,278	56,892
29	14,256	17,708	19,768	22,475	24,577	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	49,588	58,301
30	14,953	18,493	20,599	23,364	25,508	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	50,892	59,703

(Sumber: Harto, 1993)

Selanjutnya dilakukan pengujian pada masing-masing jenis distribusi menggunakan tabel perhitungan Chi-Kuadrat. Suatu jenis distribusi dapat diterima apabila memenuhi persyaratan nilai Chi-Kuadrat lebih



kecil dari nilai Chi-Kritik. Perhitungan uji Chi-Kuadrat untuk jenis distribusi Normal dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Distribusi Normal

Kelas	Probabilitas $P(x \geq X_m)$	Ef	d (mm)	Of	Ef - Of	$\frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$
5	0,200	2,000	151,926	2,000	0,000	0,000
	0,400	2,000	134,853	2,000	0,000	0,000
	0,600	2,000	120,147	1,000	1,000	0,500
	0,800	2,000	103,074	3,000	1,000	0,500
	0,999	2,000	37,815	2,000	0,000	0,000
		10,000		10,000	Chi-Kuadrat =	1,000
					DK =	2
					Chi-Kritik =	5,991

Sumber : Pengolahan Data, 2017

Keterangan:

Chi-Kuadrat = nilai Chi-Kuadrat

P = probabilitas

Ef = banyaknya pengamatan (frekuensi) yang diharapkan sesuai dengan kelas pembagi

Of = frekuensi yang diketahui pada kelas pembagi yang sama

d = debit (mm)

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Normal, nilai Chi-Kuadrat (=1,000) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka dapat disimpulkan bahwa nilai distribusi Normal dapat diterima.



Tabel 4.9 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log-Normal

Kelas	Probabilitas $P(x \geq X_m)$		Ef	d (mm)	Of	Ef - Of	$\frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$
5	0,200	$0 < P \leq 0,200$	2,000	150,658	2,000	0,000	0,000
	0,400	$0,200 < P \leq 0,400$	2,000	131,928	2,000	0,000	0,000
	0,600	$0,400 < P \leq 0,600$	2,000	117,673	1,000	1,000	0,500
	0,800	$0,600 < P \leq 0,800$	2,000	103,044	3,000	1,000	0,500
	0,999	$0,800 < P \leq 0,999$	2,000	62,036	2,000	0,000	0,000
			10,000		10,000	<b>Chi-Kuadrat =</b>	1,000
						<b>DK =</b>	2
						<b>Chi-Kritik =</b>	5,991

Sumber : Pengolahan Data, 2017

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Log-Normal, nilai Chi-Kuadrat (=1,000) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka dapat disimpulkan bahwa nilai distribusi Log-Normal dapat diterima.

Tabel 4.10 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel

Kelas	Probabilitas $P(x \geq X_m)$		Ef	d (mm)	Of	Ef - Of	$\frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$
5	0,200	$0 < P \leq 0,200$	2,000	148,380	2,000	0,000	0,000
	0,400	$0,200 < P \leq 0,400$	2,000	129,639	2,000	0,000	0,000
	0,600	$0,400 < P \leq 0,600$	2,000	116,417	1,000	1,000	0,500
	0,800	$0,600 < P \leq 0,800$	2,000	103,670	3,000	1,000	0,500
	0,999	$0,800 < P \leq 0,999$	2,000	70,706	2,000	0,000	0,000
			10,000		10,000	<b>Chi-Kuadrat =</b>	1,000
						<b>DK =</b>	2
						<b>Chi-Kritik =</b>	5,991

Sumber : Pengolahan Data, 2017

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Gumbel, nilai Chi-Kuadrat (=1,000) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=5,991). Maka dapat disimpulkan bahwa nilai distribusi Gumbel dapat diterima.



Tabel 4.11 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log-Pearson III

Kelas	Probabilitas $P(x \geq X_m)$	Ef	d (mm)	Of	Ef - Of	$\frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$
5	0,200	2,000	150,337	2,000	0,000	0,000
	0,400	2,000	131,130	2,000	0,000	0,000
	0,600	2,000	116,982	1,000	1,000	0,500
	0,800	2,000	102,880	3,000	1,000	0,500
	0,999	2,000	65,475	2,000	0,000	0,000
		10,000		10,000	<b>Chi-Kuadrat =</b>	1,000
					<b>DK =</b>	2
					<b>Chi-Kritik =</b>	5,991

Sumber : Pengolahan Data, 2017

Berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Log-Pearson III, nilai Chi-Kuadrat (=1,000) lebih kecil dari nilai Chi-Kritik (=3,841). Maka dapat disimpulkan bahwa nilai distribusi Log-Pearson III dapat diterima. Dari keempat jenis distribusi, hasil terbaik dalam uji Chi-Kuadrat adalah distribusi Normal. Dengan nilai Chi-Kuadrat 1,000 dan nilai Chi-Kritik 5,991.

## 2. Uji Smirnov Kolmogorov

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengujian Smirnov Kolmogorov yaitu dengan mencari nilai distribusi kritis ( $\Delta cr$ ) dengan mencocokkan jumlah data (n) dan derajat kepastian ( $\alpha$ ) dengan menggunakan tabel 4.12 Nilai Distribusi Kritis ( $\Delta cr$ ) Tes Smirnov Kolmogorov dihalaman selanjutnya.



Tabel 4.12 Nilai Distribusi Kritis ( $\Delta cr$ ) Tes Smirnov Kolmogorov

$\alpha$ n	1	0,2	0,1	0,05	0,01	0
0	0,900	0,900	0,950	0,980	0,990	0,990
1	0,900	0,900	0,950	0,980	0,990	0,990
2	0,680	0,680	0,780	0,840	0,930	0,930
3	0,560	0,560	0,640	0,710	0,830	0,830
4	0,490	0,490	0,560	0,620	0,730	0,730
5	0,450	0,450	0,510	0,560	0,670	0,670
6	0,410	0,410	0,470	0,520	0,620	0,620
7	0,380	0,380	0,440	0,490	0,580	0,580
8	0,360	0,360	0,410	0,460	0,540	0,540
9	0,340	0,340	0,390	0,430	0,510	0,510
10	0,320	0,320	0,370	0,410	0,490	0,490
11	0,310	0,310	0,350	0,390	0,470	0,470
12	0,300	0,300	0,340	0,380	0,450	0,450
13	0,280	0,280	0,320	0,360	0,430	0,430
14	0,270	0,270	0,310	0,350	0,420	0,420
15	0,270	0,270	0,300	0,340	0,400	0,400
16	0,260	0,260	0,300	0,330	0,390	0,390
17	0,250	0,250	0,290	0,320	0,380	0,380
18	0,240	0,240	0,280	0,310	0,370	0,370
19	0,240	0,240	0,270	0,300	0,360	0,360
20	0,230	0,230	0,260	0,290	0,350	0,350
25	0,210	0,210	0,240	0,260	0,320	0,320
30	0,190	0,190	0,220	0,240	0,290	0,290
35	0,180	0,180	0,210	0,230	0,270	0,270
40	0,170	0,170	0,190	0,210	0,250	0,250
45	0,160	0,160	0,180	0,200	0,240	0,240
50	0,150	0,150	0,170	0,190	0,230	0,230

(Sumber: Soewarno, 1995)

Pada penelitian ini data yang digunakan ( $n$ ) berjumlah 10 dan derajat kepastiannya ( $\alpha$ ) adalah 0,05 maka dapat diketahui nilai distribusi kritis ( $\Delta cr$ ) adalah 0,410. Selanjutnya dilakukan analisis perhitungan jenis distribusi menggunakan metode Smirnov Kolmogorov dengan



persyaratan nilai distribusi max ( $\Delta_{max}$ ) lebih kecil dari nilai distribusi kritis ( $\Delta_{cr}$ ). Analisis perhitungan uji kecocokan sebaran Smirnov Kolmogorov dapat dilihat pada tabel 4.13.

**Tabel 4.13** Analisis Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran Smirnov Kolmogorov

d (mm)	m	P = m/(N+1)	NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
			P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do
174,000	1	0,091	0,055	0,036	0,069	0,021	0,069	0,022	0,074	0,017
165,000	2	0,182	0,098	0,084	0,107	0,075	0,102	0,080	0,109	0,073
148,000	3	0,273	0,240	0,033	0,223	0,050	0,203	0,070	0,219	0,054
146,000	4	0,364	0,262	0,102	0,241	0,122	0,220	0,144	0,237	0,127
125,000	5	0,455	0,534	0,080	0,494	0,040	0,466	0,011	0,483	0,028
114,000	6	0,545	0,679	0,134	0,653	0,108	0,639	0,094	0,644	0,099
108,000	7	0,636	0,749	0,113	0,737	0,100	0,735	0,099	0,731	0,095
106,000	8	0,727	0,771	0,043	0,763	0,036	0,766	0,039	0,759	0,032
99,000	9	0,818	0,837	0,019	0,846	0,028	0,862	0,044	0,847	0,028
90,000	10	0,909	0,902	0,007	0,925	0,016	0,947	0,038	0,930	0,021
$\Delta_{cr} =$	<b>0,410</b>			<b>0,134</b>		<b>0,122</b>		<b>0,144</b>		<b>0,127</b>
				Diterima		Diterima		Diterima		Diterima

Sumber : Pengolahan Data, 2017

Keterangan:

m = peringkat

P = peluang di lapangan

Do = selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis

Dari keempat jenis distribusi, hasil terbaik dalam uji Smirnov Kolmogorov adalah distribusi Log-Normal dengan nilai  $\Delta_{cr}$  0,410 dan nilai  $\Delta_{max}$  0,122. Berdasarkan pengujian kecocokan yang telah dilakukan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov, maka jenis distribusi yang terbaik adalah distribusi Normal yang dapat digunakan untuk menganalisa distribusi hujan jam-jaman.



#### 4.2.2.4 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman

Setelah ditentukan distribusi hujan jam-jaman yang cocok yaitu distribusi Normal dan diperoleh nilai  $X_T$  sebagai periode ulang hujan harian maksimum DAS Beringin. Periode ulang yang digunakan berjumlah 5 yaitu, 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Berikut tabel periode ulang hujan harian maksimum DAS Beringin pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14** Periode Ulang Hujan Harian Maksimum DAS Beringin

T	$X_T$ (mm)
2	127,500
5	151,926
10	164,693
25	178,308
50	187,104
100	195,015

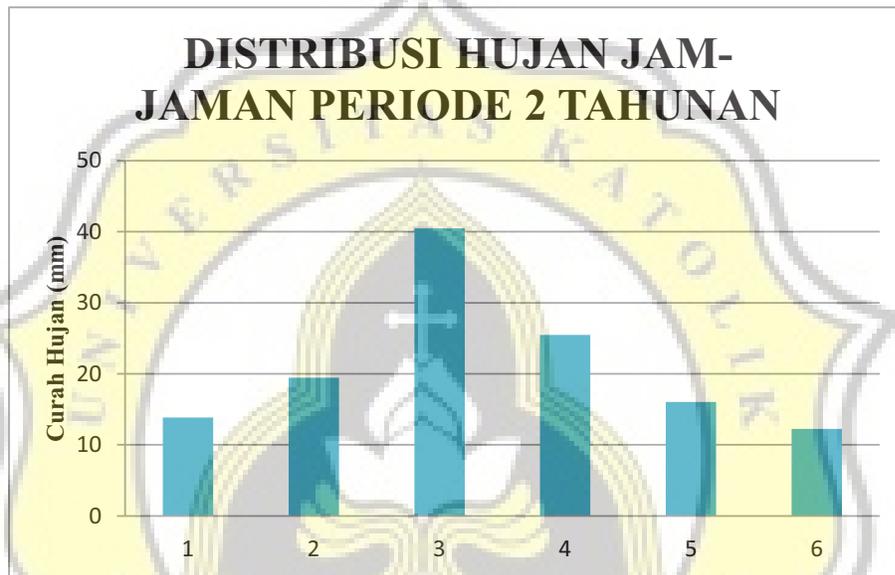
Sumber : Pengolahan Data, 2017

Nilai  $X_T$  yang telah didapat kemudian digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan ( $i$ ). Dalam mencari intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun dengan nilai durasi curah hujan ( $t$ ) menggunakan jam ke-1 sampai dengan jam ke-6. Berikut tabel perhitungan distribusi hujan jam-jaman dengan berbagai periode ulang yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.15** Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 2 Tahun

t (jam)	i		Distribusi Hujan Jam-Jaman (mm) $i (\%) \times X_T$
	mm	%	
1	44,202	31,722	40,445
2	27,845	19,983	25,479
3	21,250	15,250	19,444
4	17,541	12,589	16,051
5	15,117	10,849	13,832
6	13,387	9,607	12,249
$\Sigma$	<b>139,342</b>	<b>100</b>	<b>127,5</b>

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hietograf curah hujan yang akan dimasukkan sebagai variabel *Time Series* untuk pemodelan di dalam HEC-HMS. Hietograf didapatkan dengan memasukkan nilai distribusi hujan jam-jaman kedalam grafik. Berikut grafik distribusi hujan jam-jaman periode 2 tahunan pada Gambar 4.4.

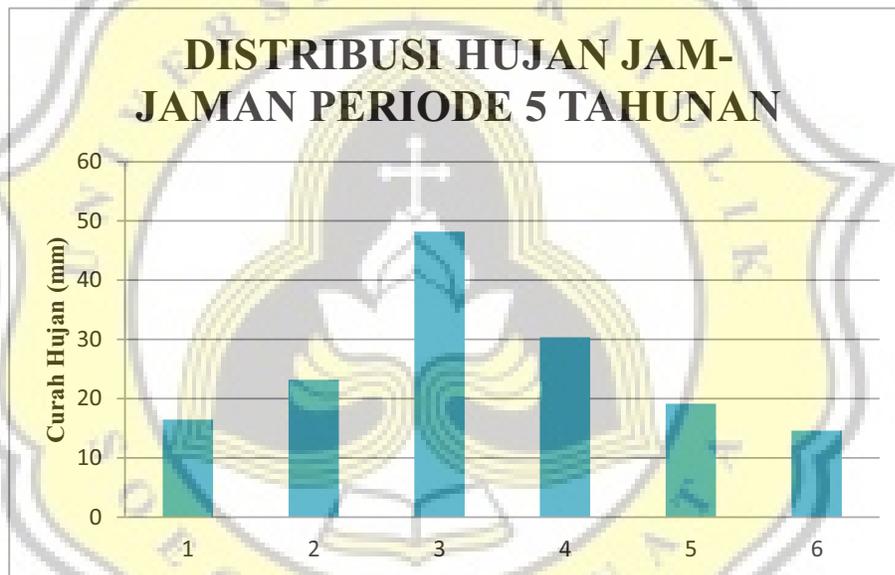


**Gambar 4.4** Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 2 Tahunan (Hietograf)

Grafik diatas menunjukkan bahwa distribusi hujan jam-jaman periode 2 tahunan yang terbesar (maksimum) berada pada jam ke-1 yaitu 40,44 mm yang diletakkan pada grafik ke-3 dan distribusi hujan jam-jaman terkecil (minimum) berada pada jam ke-6 yaitu 12,24 mm yang diletakkan pada grafik ke-6.

**Tabel 4.16** Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 5 Tahun

t (jam)	i		Distribusi Hujan Jam-Jaman (mm) $i (\%) \times X_T$
	mm	%	
1	52,670	31,722	48,193
2	33,180	19,983	30,359
3	25,321	15,250	23,169
4	20,902	12,589	19,126
5	18,013	10,847	16,482
6	15,951	9,607	14,596
$\Sigma$	<b>166,036</b>	<b>100</b>	<b>151,926</b>

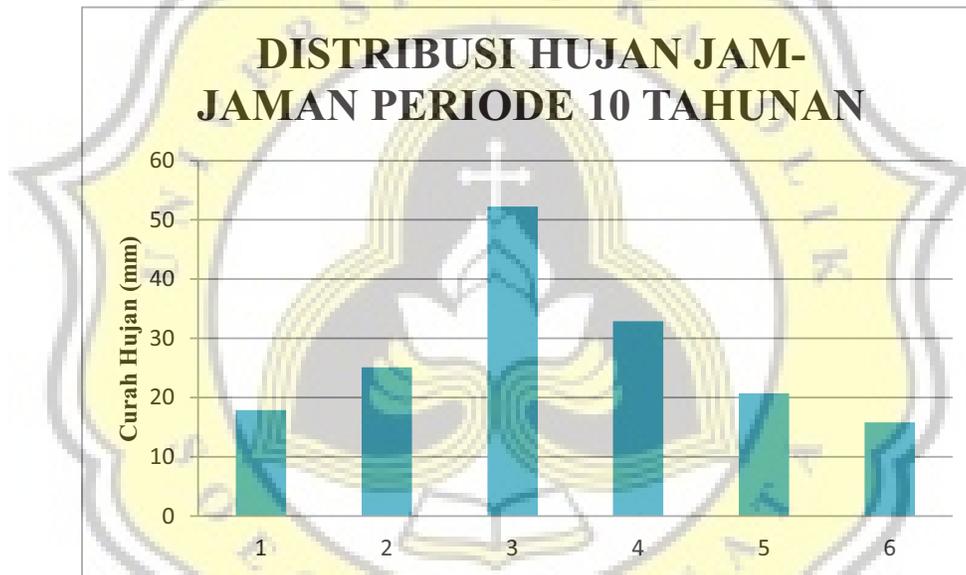


**Gambar 4.5** Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 5 Tahunan (Hietograf)

Grafik diatas menunjukkan bahwa distribusi hujan jam-jaman periode 5 tahunan yang terbesar (maksimum) berada pada jam ke-1 yaitu 48,19 mm yang diletakkan pada grafik ke-3 dan distribusi hujan jam-jaman terkecil (minimum) berada pada jam ke-6 yaitu 14,59 mm yang diletakkan pada grafik ke-6.

**Tabel 4.17** Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 10 Tahun

t (jam)	i		Distribusi Hujan Jam-Jaman (mm) $i (\%) \times X_T$
	mm	%	
1	57,096	31,722	52,244
2	35,968	19,983	32,911
3	27,449	15,250	25,116
4	22,659	12,589	20,733
5	19,527	10,849	17,867
6	17,292	9,607	15,822
$\Sigma$	<b>179,990</b>	<b>100</b>	<b>164,693</b>

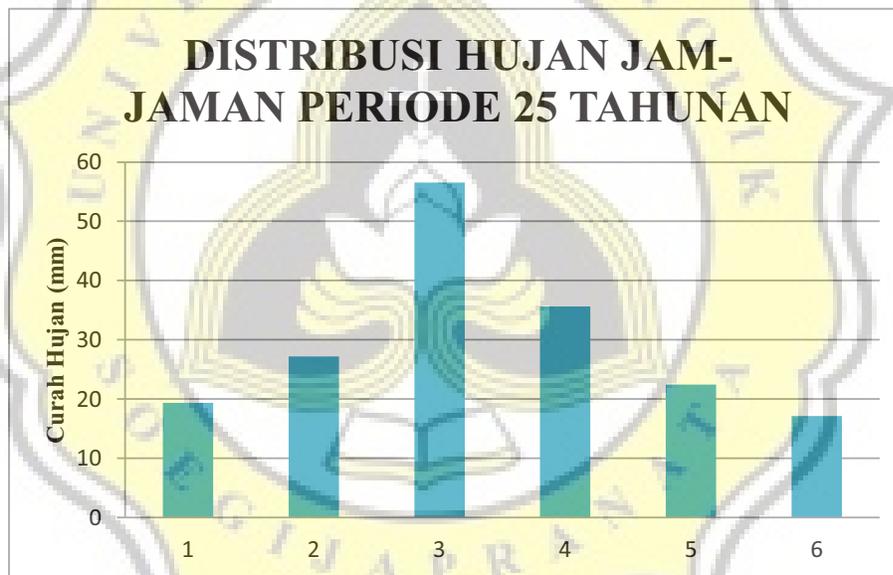


**Gambar 4.6** Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 10 Tahunan (Hietograf)

Grafik diatas menunjukkan bahwa distribusi hujan jam-jaman periode 10 tahunan yang terbesar (maksimum) berada pada jam ke-1 yaitu 52,24 mm yang diletakkan pada grafik ke-3 dan distribusi hujan jam-jaman terkecil (minimum) berada pada jam ke-6 yaitu 15,82 mm yang diletakkan pada grafik ke-6.

**Tabel 4.18** Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 25 Tahun

t (jam)	i		Distribusi Hujan Jam-Jaman (mm) $i (\%) \times X_T$
	mm	%	
1	61,816	31,722	56,563
2	38,942	19,983	35,632
3	29,718	15,250	27,192
4	24,532	12,589	22,447
5	21,141	10,849	19,344
6	18,721	9,607	17,130
$\Sigma$	<b>194,870</b>	<b>100</b>	<b>178,308</b>

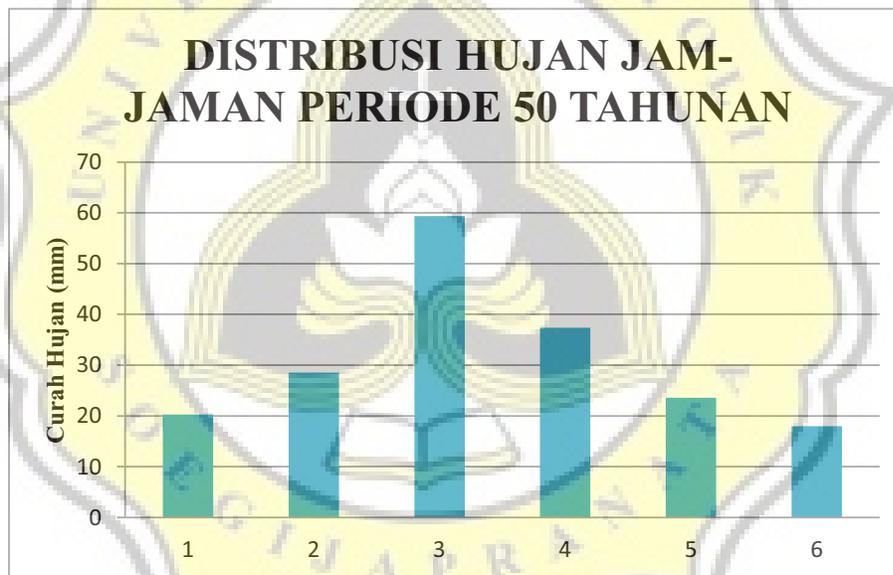


**Gambar 4.7** Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 25 Tahunan (Hietograf)

Grafik diatas menunjukkan bahwa distribusi hujan jam-jaman periode 25 tahunan yang terbesar (maksimum) berada pada jam ke-1 yaitu 56,56 mm yang diletakkan pada grafik ke-3 dan distribusi hujan jam-jaman terkecil (minimum) berada pada jam ke-6 yaitu 17,13 mm yang diletakkan pada grafik ke-6.

**Tabel 4.19** Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 50 Tahun

t (jam)	i		Distribusi Hujan Jam-Jaman (mm) $i (\%) \times X_T$
	mm	%	
1	64,865	31,722	59,353
2	40,863	19,983	37,390
3	31,184	15,250	28,534
4	25,742	12,589	23,554
5	22,184	10,849	20,298
6	19,645	9,607	17,975
$\Sigma$	<b>204,482</b>	<b>100</b>	<b>187,104</b>

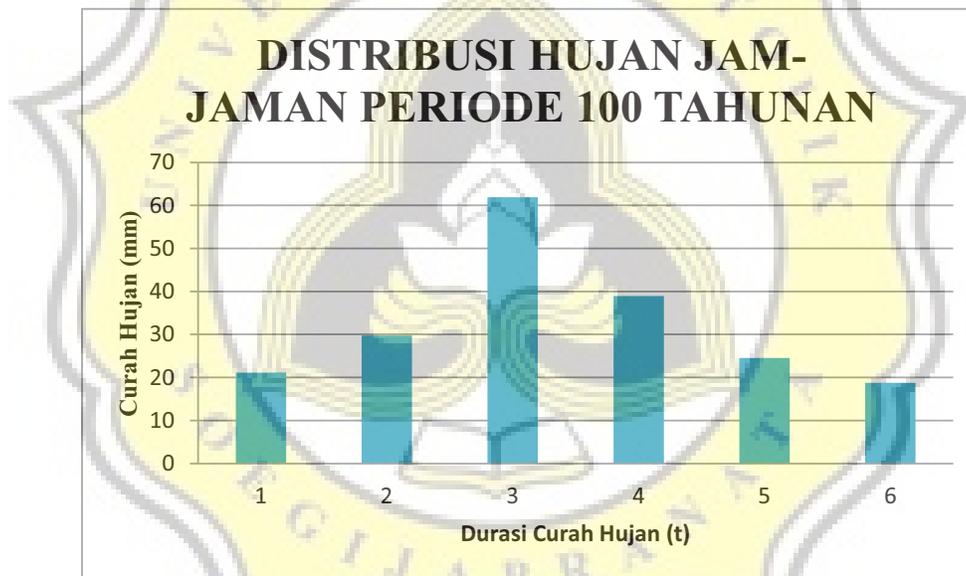


**Gambar 4.8** Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 50 Tahunan (Hietograf)

Grafik diatas menunjukkan bahwa distribusi hujan jam-jaman periode 50 tahunan yang terbesar (maksimum) berada pada jam ke-1 yaitu 59,35 mm yang diletakkan pada grafik ke-3 dan distribusi hujan jam-jaman terkecil (minimum) berada pada jam ke-6 yaitu 17,97 mm yang diletakkan pada grafik ke-6.

**Tabel 4.20** Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 100 Tahun

t (jam)	i		Distribusi Hujan Jam-Jaman (mm) $i (\%) \times X_T$
	mm	%	
1	67,608	31,722	61,862
2	42,590	19,983	38,971
3	32,503	15,250	29,740
4	26,830	12,589	24,550
5	23,122	10,849	21,157
6	20,475	9,607	18,735
$\Sigma$	213,128	100	195,015



**Gambar 4.9** Grafik Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode 100 Tahunan (Hietograf)

Grafik diatas menunjukkan bahwa distribusi hujan jam-jaman periode 100 tahunan yang terbesar (maksimum) berada pada jam ke-1 yaitu 61,86 mm yang diletakkan pada grafik ke-3 dan distribusi hujan jam-jaman terkecil (minimum) berada pada jam ke-6 yaitu 18,74 mm yang diletakkan pada grafik ke-6.



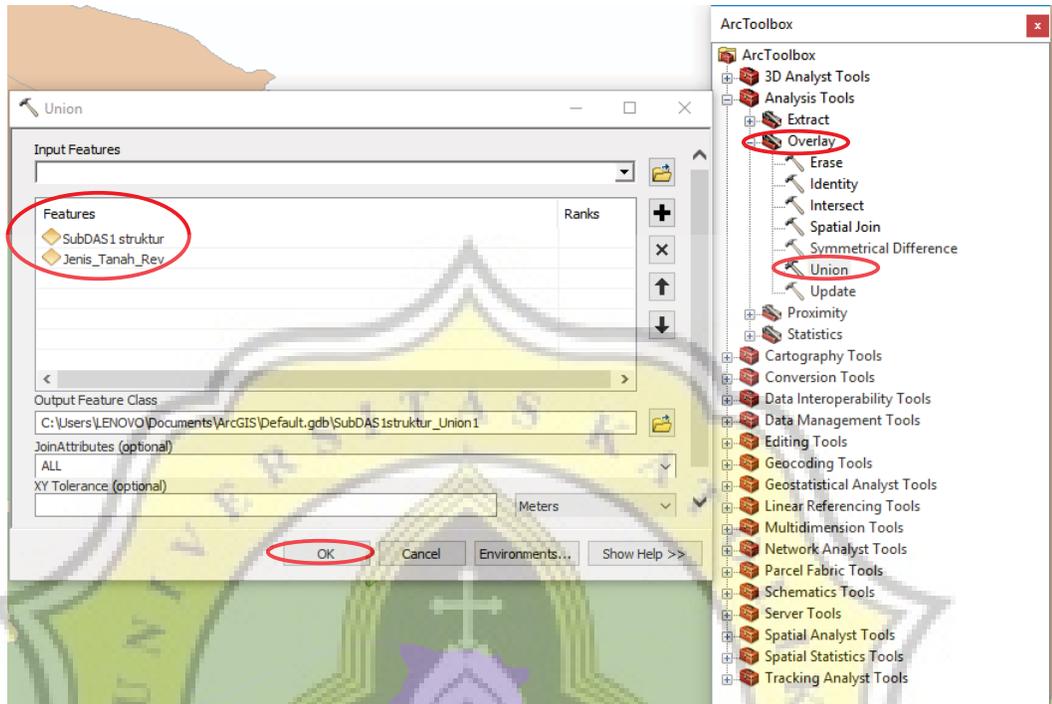
### 4.3 Analisa Peta Tata Guna Lahan

Analisis penggunaan lahan pada penelitian ini mengambil perbandingan penggunaan lahan dari tahun terjadinya banjir terbesar yaitu tahun 2013 dan tahun 2029 sesuai dengan tahun terakhir dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP) Jawa Tengah tahun 2009-2029. RTRWP Jawa Tengah tersebut sesuai dengan Undang-Undang nomor 26 tahun 2007 yang dalam perencanaan memiliki jangka waktu 20 tahun.

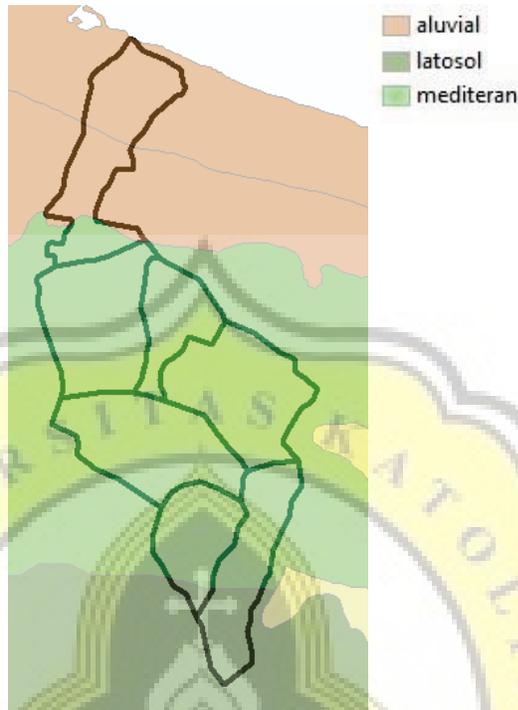
Analisis ini dilakukan dengan melihat besarnya wilayah pada peta tata guna lahan yang terpengaruh oleh daerah aliran sungai (DAS) yang diteliti. Pada wilayah yang terpengaruh tersebut dilihat juga jenis tanah yang terkait dan dari perbandingan penggunaan lahan tersebut dapat diketahui besarnya debit banjir simulasi pada tahun 2029 karena berkembangnya perubahan penggunaan lahan yang terjadi. Pada perubahan tata guna lahan yang terjadi dijadikan parameter yang kemudian dimasukkan kedalam program HEC-HMS untuk analisis yang menghasilkan debit banjir simulasi. Parameter yang dimaksud yaitu *curve number* atau besarnya fungsi dari penggunaan lahan yang terjadi.

#### 4.3.1 Penentuan Jenis Tanah dan Kelompok Tanah

Jenis tanah dan kelompok tanah ditentukan berdasarkan peta jenis tanah pada wilayah DAS Beringin dan tabel karakteristik grup hidrologi tanah. Penentuan jenis tanah sangat penting karena mempengaruhi besarnya resapan dan aliran air pada permukaan tanah. Dalam penentuan jenis tanah dilakukan dengan cara memasukkan peta jenis tanah kedalam ArcMap dan dijadikan satu dengan pembagian SubDAS Beringin yang sebelumnya sudah dibuat dengan menggunakan *overlay – union* (lihat Gambar 4.10) yang berfungsi menyatukan gambar dengan tumpang tindih untuk mendapatkan jenis tanah berdasarkan wilayah per SubDAS terbesar.



**Gambar 4.10** Tahapan Mencari Jenis Tanah per SubDAS  
Sumber : ArcGIS (ArcMap), 2017



**Gambar 4.11** Overlay SubDAS Beringin dengan Peta Jenis Tanah  
Sumber : ArcGIS (ArcMap), 2017

Setelah jenis tanah diketahui, langkah selanjutnya yaitu menentukan kelompok tanah dengan melihat ciri-ciri jenis tanah yang telah didapatkan dengan tabel karakteristik grup hidrologi tanah. Pada tabel diatas terdapat 2 (dua) jenis tanah yaitu aluvial dan mediteran coklat. Dilihat dari jenis tanah aluvial maka dimasukkan kedalam kelompok tanah A dengan karakteristik potensi air larian paling kecil, tekstur tanah liat dan laju infiltrasi tinggi. Untuk jenis tanah mediteran coklat dimasukkan kedalam kelompok tanah D dengan karakteristik potensi air larian tinggi, tekstur tanah lempung dan laju infiltrasi rendah. Berikut tabel jenis tanah dan kelompok tanah DAS Beringin dapat dilihat pada Tabel 4.21 dibawah ini.

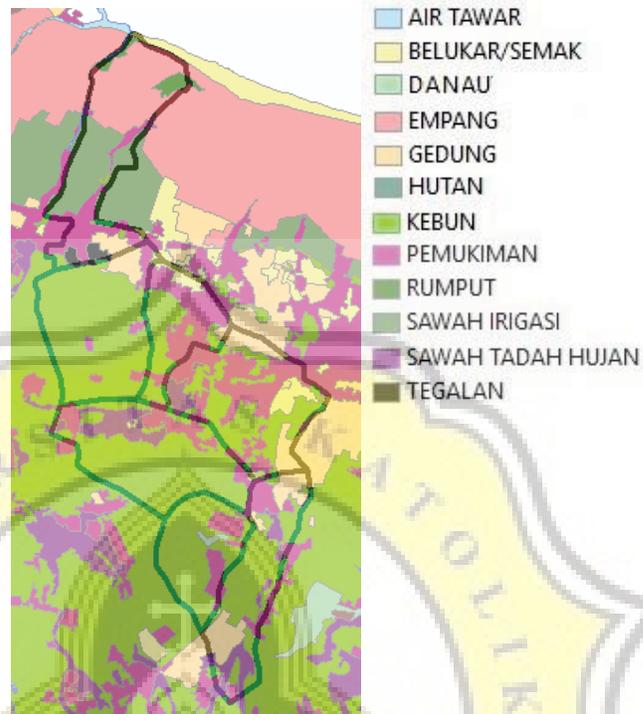


**Tabel 4.21** Jenis Tanah dan Kelompok Tanah DAS Beringin

Sub DAS	Luas (km <sup>2</sup> )	Jenis Tanah	Kelompok Tanah
Sub DAS 1	5,484	Aluvial	A
Sub DAS 2	5,466	Mediteran Coklat	D
Sub DAS 3	2,670	Mediteran Coklat	D
Sub DAS 4	5,468	Mediteran Coklat	D
Sub DAS 5	5,560	Mediteran Coklat	D
Sub DAS 6	3,060	Mediteran Coklat	D
Sub DAS 7	4,228	Mediteran Coklat	D

#### 4.3.2 Penentuan Besar Wilayah Penggunaan Lahan

Peta tata guna lahan yang digunakan berdasarkan tahun banjir terbesar yang pernah terjadi pada Kali Beringin yaitu tahun 2013. Dari peta tata guna lahan tahun 2013 yang didapat kemudian dimasukkan kedalam program ArcMap yang sebelumnya sudah dalam bentuk format *shapefile* (.shp). Peta tata guna lahan tahun 2013 tersebut dijadikan satu dengan pembagian SubDAS Beringin yang sebelumnya sudah dibuat dengan menggunakan *overlay* yang berfungsi menyatukan gambar dengan tumpang tindih untuk mendapatkan besaran wilayah per SubDAS. Berikut gambar hasil *overlay* pada SubDAS Beringin dengan peta tata guna lahan tahun 2013 dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12** *Overlay* SubDAS Beringin dengan Peta Tata Guna Lahan Tahun 2013  
Sumber : ArcGIS (ArcMap), 2017

Jika sudah diketahui penggunaan lahan dari tiap subDAS selanjutnya dapat menentukan nilai CN dan impervious yang terdapat pada tabel nilai Curve Number. Hasil penentuan awal dari nilai CN dan impervious dapat dilihat pada Table 4.22.



**Tabel 4.22** Nilai CN Awal DAS dan *Impervious* Beringin Tahun 2013

SubDAS	Klasifikasi Tanah	CN	<i>Impervious</i> (%)
SubDAS 1	A	67	75
SubDAS 2	D	65	11
SubDAS 3	D	68	19
SubDAS 4	D	69	21
SubDAS 5	D	64	28
SubDAS 6	D	68	12
SubDAS 7	D	66	38

Sebagai pembandingan banjir tahun 2013 dilakukan analisa terhadap perubahan tata guna lahan tahun 2029. Dikarenakan terbatasnya data yang tersedia, untuk dapat mengetahui besaran wilayah penggunaan lahan pada tahun 2029 dilakukan esktrapolasi dengan tahun data peta tata guna lahan yang tersedia yaitu tahun 2007 dan tahun 2013. Peta tata guna lahan 2007 (lihat Gambar 4.13) yang tersedia dilakukan cara yang sama dengan tahun 2013 untuk dapat mengetahui besaran wilayah per SubDAS. Berikut tabel penggunaan lahan tahun 2007 dan 2013 pada SubDAS 1 dapat dilihat pada Tabel 4.23.



**Gambar 4.13** Overlay SubDAS Beringin dengan Peta Tata Guna Lahan  
Tahun 2007

Sumber : ArcGIS (ArcMap), 2017

**Tabel 4.23** Penggunaan Lahan Tahun 2007 dan 2013 SubDAS 1

No	Penggunaan Lahan	2007		2013		Perubahan (km <sup>2</sup> )
		Luas (km <sup>2</sup> )	%	Luas (km <sup>2</sup> )	%	
1	Air Tawar	0,010	0,189	0,001	0,027	-0,009
2	Belukar/Semak	0,032	0,579	0,027	0,484	-0,005
3	Empang	2,285	41,664	2,099	38,271	-0,186
4	Gedung	0,079	1,439	0,226	4,114	+0,147
5	Kebun	0,153	2,793	0,169	3,077	+0,016
6	Pemukiman	0,940	17,138	0,965	17,602	+0,025
7	Rumput	0,150	2,733	0,299	5,340	+0,143
8	Sawah Irigasi	1,630	29,726	1,500	27,345	- 0,131
9	Tegalan	0,205	3,739	0,205	3,738	-3,90E-05



Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat pada perubahan penggunaan lahan terjadi kenaikan maupun penurunan pada tiap tahunnya. Penurunan dalam tersedianya penggunaan lahan pada SubDAS 1 terjadi pada air tawar, belukar/semak, empang, sawah irigasi dan tegalan. Sedangkan penggunaan lahan mengalami kenaikan pada wilayah gedung, kebun, pemukiman dan rumput. Setelah diketahui wilayah penggunaan lahan yang mengalami kenaikan atau penurunan baru dapat dilakukan ekstrapolasi untuk mencari besaran wilayah per SubDAS pada tahun 2029. Ekstrapolasi dilakukan untuk mencari suatu variabel dengan memproyeksikan kemungkinan perubahan data dari data yang telah tersedia. Berikut perhitungan ekstrapolasi penggunaan lahan pada tahun 2029.

Perubahan wilayah belukar/semak:

$$x_1 = \text{luas wilayah tahun 2007} = 0,032 \text{ km}^2$$

$$x_2 = \text{luas wilayah tahun 2013} = 0,027 \text{ km}^2$$

$$y_1 = \text{tahun penggunaan lahan} = 2007$$

$$y_2 = \text{tahun penggunaan lahan} = 2013$$

$$y = \text{tahun ekstrapolasi} = 2029$$

$$x = \text{luas wilayah tahun ekstrapolasi (km}^2\text{)}$$

$$\frac{(y - y_1)}{(y_2 - y_1)} = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)}$$

$$\frac{(2029 - 2007)}{(2013 - 2007)} = \frac{(x - 0,032)}{(0,027 - 0,032)}$$

$$x = ((0,027 - 0,032) \times \frac{(2029 - 2007)}{(2013 - 2007)}) + 0,032$$

$$x = 0,013 \text{ km}^2$$



Tabel 4.24 Ekstrapolasi Penggunaan Lahan Tahun 2029 SubDAS 1

No	Penggunaan Lahan	2029	
		Luas (km <sup>2</sup> )	%
1	AIR TAWAR	0	0
2	BELUKAR/SEMAK	0,013	0,232
3	EMPANG	1,603	29,224
4	GEDUNG	0,617	11,247
5	KEBUN	0,210	3,836
6	PEMUKIMAN	1,033	18,838
7	RUMPUT	0,674	12,293
8	SAWAH IRIGASI	1,129	20,594
9	TEGALAN	0,205	3,736

Untuk hasil ekstrapolasi pada keseluruhan SubDAS Beringin dapat dilihat pada Lampiran I (Tabel Penggunaan Lahan DAS Beringin).

#### 4.4 Pemodelan HEC-HMS

Permodelan HEC-HMS ini mempunyai langkah-langkah yaitu input data, analisis terhadap parameter model, kalibrasi pada hidrograf aliran.

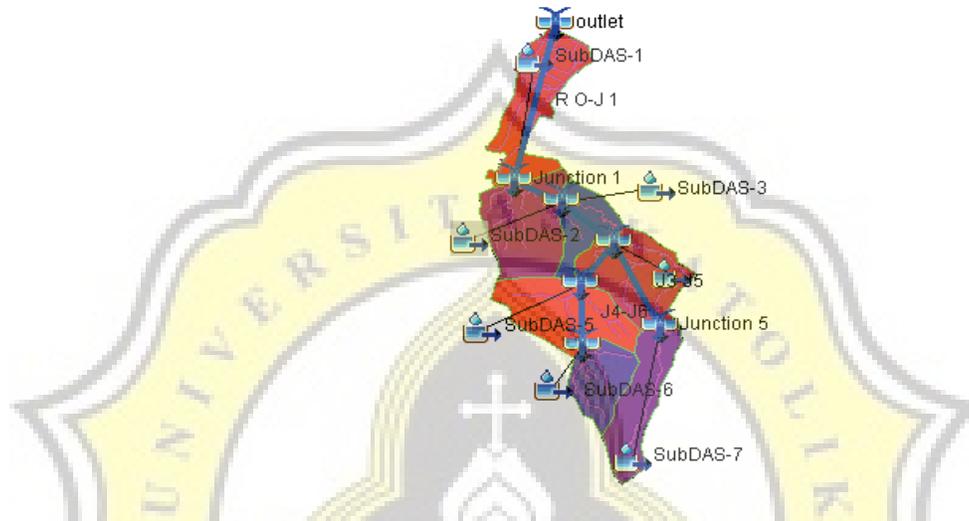
##### 4.4.1 Memasukkan Data

Untuk dapat memasukkan data pada HEC-HMS diperlukan komponen sebagai berikut:

##### 4.4.1.1 *Basin Model*

Data yang perlu dimasukkan pada *Basin Model* ini adalah peta SubDAS Beringin dengan nilai estimasi awal luas masing-masing SubDAS sebagai parameter. Untuk mempermudah dalam penempatan elemen-elemen hidrologi pada *basin model* maka gunakan peta DAS Beringin sebagai *background* pada *layer* HEC-HMS. Langkah selanjutnya tempatkan elemen berupa *sub-basin*, *junction* dan *reach* pada *basin model*. Sub-basin adalah penggambaran SubDAS dengan karakteristiknya. *Junction* adalah penggambaran antara titik antar

sungai dengan *outlet* (titik kontrol). *Reach* merupakan penghubung antar junction. Berikut Gambar 4.14 merupakan *basin model* pada DAS Beringin.



Gambar 4.14 *Basin Model* DAS Beringin

#### 4.4.1.2 *Meteorologic Model*

Untuk dapat menginput data pada *Meteorologic Model* yang diperlukan adalah model presipitasi yang menggunakan *Specified Hyotograph* yaitu berasal dari *Time Series Data* dan akan digunakan pada seluruh SubDAS.

#### 4.4.1.3 *Control Specification*

Untuk dapat menginput data pada *Control Specification* yang diperlukan adalah waktu awal simulasi yaitu tanggal dimana simulasi dimulai dan tanggal berakhirnya simulasi beserta interval waktu. Tanggal awal simulasi ini adalah tanggal 15 November 2013 sampai 16 November 2013. Waktu dimulai pukul 00:00 sampai pukul 00:00 dengan interval waktu 1 jam.



#### 4.4.1.4 Time Series Data

Cara mengolah *Time Series Data* menggunakan data *Precipitation Gages* seperti data hujan dan *Discharge Gages* seperti data debit. Untuk data hujan *Gage 1* pada HEC-HMS menggunakan data distribusi hujan jam-jaman yang telah dihitung dengan kala ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan dan 100 tahunan. Tabel parameter *lag time* dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Input Parameter *Lag Time* pada HEC-HMS

Time	Precipitation Gages						
	Kalibrasi	2 Tahunan	5 Tahunan	10 Tahunan	25 Tahunan	50 Tahunan	100 Tahunan
15 Nov2013, 00:00	-	-	-	-	-	-	-
15 Nov2013, 01:00	15,84	13,38	16,48	17,87	19,34	20,30	21,16
15 Nov2013, 02:00	22,27	19,44	23,17	25,12	27,19	28,53	29,74
15 Nov2013, 03:00	46,31	40,45	48,19	52,24	56,56	59,35	61,86
15 Nov2013, 04:00	29,18	25,48	30,36	32,91	35,63	37,39	38,97
15 Nov2013, 05:00	18,38	16,05	19,13	20,73	22,45	23,55	24,55
15 Nov2013, 06:00	14,03	12,25	14,60	15,82	17,13	17,98	18,74

#### 4.4.2 Permodelan Parameter HEC-HMS

Dalam uji kalibrasi parameter model dilakukan dengan cara perbandingan antara tahun 2013 sebagai kalibrasi dan tahun 2029 sebagai perubahan tahunan dan untuk mengetahui perubahan tata guna lahan dilihat dari nilai debit puncak (*Peak Discharge*).

Setiap pemodelan masing-masing memiliki satu buah metode untuk setiap *Volume Runoff*, *Direct Runoff* dan *Routing*. Tabel 4.26 dibawah ini menunjukkan metode yang digunakan pada pemodelan.



**Tabel 4.26** Model dan Metode Parameter

<b>Model</b>	<b>Metode Yang Digunakan</b>
<i>Volume Runoff</i>	SCS <i>Curve Number</i>
<i>Direct Runoff</i>	SCS UH
<i>Routing</i>	Lag

#### 4.4.2.1 Parameter SCS Loss Model (SCS Curve Number)

Dalam mencari nilai awal parameter *Curve Number*, *Impervious* dan *Initial Abstraction* berdasarkan dari nilai estimasi. Penentuan nilai parameter dilakukan untuk mencari nilai yang akan dimasukkan kedalam *software* HEC-HMS yang berkaitan dengan hasil dari besar wilayah penggunaan lahan dan kelompok tanah yang sudah ditentukan sebelumnya. Dalam menentukan nilai *curve number* (CN) dapat melihat tabel *curve number* dengan penjelasan tentang deskripsi dan kondisi permukaan beserta pembagian kelompok tanah yang memiliki nilai CN berbeda-beda. Nilai CN diambil secara bertahap yaitu dengan pembagian per SubDAS yang diteliti. Berikut hasil penentuan nilai CN pada SubDAS 1 dapat dilihat pada Tabel 4.27.



Tabel 4.27 Nilai *Curve Number* (CN) SubDAS 1

No	Kelompok Tanah	Penggunaan Lahan	CN Wilayah	
			2013	2029
1	A	Air Tawar	79	0
2		Belukar/Semak	80	80
3		Empang	77	77
4		Gedung	80	80
5		Kebun	50	50
6		Pemukiman	80	80
7		Rumput	39	39
8		Sawah Irigasi	50	50
9		Tegalan	60	60

Untuk nilai *curve number* pada keseluruhan SubDAS Beringin dapat dilihat pada lampiran 2 (Tabel Nilai *Curve Number* DAS Beringin). Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai CN untuk satu wilayah SubDAS dengan melihat luas tiap penggunaan wilayah per SubDAS seperti pada lampiran 1. Berikut perhitungan nilai CN pada satu wilayah SubDAS pada tahun 2013 dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$CN_{TA} = \frac{\sum_{i=1}^n (CN_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$
$$CN_{TA} = \frac{(79 \times 0,001503) + (80 \times 0,026568) + (77 \times 2,09886) + (80 \times 0,225613) + (50 \times 0,16877) + (80 \times 0,965315) + (39 \times 0,292879) + (50 \times 1,499662) + (60 \times 0,204996)}{5,4842}$$
$$CN_{TA} = 67$$

Sehingga didapatkan nilai CN DAS Beringin pada tahun 2013 dan 2029 sebagai berikut:



Tabel 4.28 Nilai *Curve Number* (CN) DAS Beringin

SubDAS	CN SubDAS	
	2013	2029
SubDAS 1	67	66
SubDAS 2	65	124
SubDAS 3	68	171
SubDAS 4	69	77
SubDAS 5	64	119
SubDAS 6	68	91
SubDAS 7	66	117

Sedangkan dalam mencari nilai *impervious* sama halnya dalam mencari nilai CN. Nilai *impervious* ditentukan dari tabel *imperviousness* berdasarkan jenis penggunaan lahan. Nilai *impervious* diambil secara bertahap yaitu dengan pembagian per SubDAS yang diteliti. Untuk pembagian nilai *impervious* per SubDAS dapat dilihat pada lampiran 3 (Tabel Nilai *Impervious*) DAS Beringin. Berikut perhitungan nilai *impervious* pada satu wilayah SubDAS pada tahun 2013 dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{Imp}_{TA} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Imp}_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$
$$\text{Imp}_{TA} = \frac{(100 \times 0,001503) + (5 \times 0,026568) + (100 \times 2,09886) + (80 \times 0,225613) + (5 \times 0,16877) + (30 \times 0,965315) + (5 \times 0,292879) + (100 \times 1,499662) + (5 \times 0,204996)}{5,4842}$$
$$\text{Imp}_{TA} = 75 \%$$

Sehingga didapatkan nilai *impervious* DAS Beringin pada tahun 2013 dan 2029 sebagai berikut:



Tabel 4.29 Nilai *Impervious* (%) DAS Beringin

SubDAS	<i>Impervious</i> (%)	
	2013	2029
SubDAS 1	75	65
SubDAS 2	11	20
SubDAS 3	19	47
SubDAS 4	21	20
SubDAS 5	28	68
SubDAS 6	12	17
SubDAS 7	38	82

Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai *initial abstraction* pada tiap SubDAS. Sebelum mencari nilai *initial abstraction*, terlebih dahulu menentukan nilai retensi maksimum (S) dengan menggunakan rumus:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Sebagai contoh untuk perhitungan nilai retensi maksimum pada SubDAS 1 tahun 2013 sebagai berikut:

$$S = \frac{25400}{67} - 254$$

$$S = 126 \text{ mm}$$

Setelah nilai retensi maksimum diketahui, nilai *initial abstraction* dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_a &= 0,2 \times S \\ &= 0,2 \times 126 \\ &= 25,3 \end{aligned}$$

Untuk pembagian nilai *initial abstraction* per SubDAS dapat dilihat pada Tabel 4.30. Seluruh nilai parameter *loss model* sudah diketahui, langkah selanjutnya memasukkan nilai-nilai tersebut kedalam *software* HEC-HMS.



Tabel 4.30 Nilai *Initial Abstraction* DAS Beringin

SubDAS	Retensi Maksimum (S)		Initial Abstraction (Ia)	
	2013	2029	2013	2029
SubDAS 1	126	169	25,3	33,9
SubDAS 2	136	19	27,2	3,8
SubDAS 3	120	13	24,0	2,7
SubDAS 4	116	143	23,1	28,6
SubDAS 5	145	16	29,0	3,2
SubDAS 6	120	48	23,9	9,7
SubDAS 7	129	31	25,8	6,3

#### 4.4.2.2 Parameter *Transform Model (SCS Unit Hydrograph Method)*

Nilai parameter untuk *lag time* pada *SCS unit hydrograph method* menggunakan nilai CN yang sudah ditentukan dan kemiringan sungai. Berikut perhitungan *lag time* untuk SCS UH pada SubDAS 1 Beringin tahun 2013.

$$\begin{aligned} S &= \frac{(16-1)}{4454,5} \\ &= 0,003367381 \text{ m} \\ T_L &= L^{0,8} \left( \frac{2540-22,86 \times CN}{14104 \times CN^{0,7} \times S^{0,5}} \right) \\ &= 4,4545^{0,8} \left( \frac{2540-22,86 \times 67}{14104 \times 67^{0,7} \times 0,003367381^{0,5}} \right) \\ &= 0,216013 \text{ jam} \\ &= 0,216013 \times 60 \times 0,6 \\ &= 8 \text{ menit} \end{aligned}$$

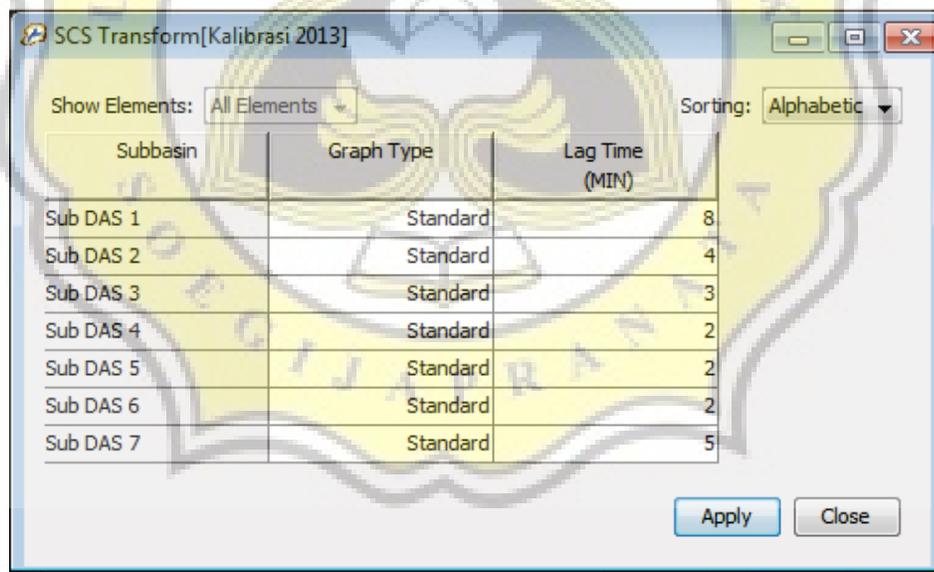


**Tabel 4.31** Nilai *Lag Time* SCS UH DAS Beringin Tahun 2013

Sub DAS	Panjang		Elevasi (mdpl)		Kemiringan (S) (m)	CN	Lag Time (Jam)	Lag Time (Menit)
	m	km	Tertinggi	Terendah				
Sub DAS 1	4454,5	4,4545	16	1	0,003	67	0,216	8
Sub DAS 2	2202,6	2,2026	26	16	0,005	65	0,111	4
Sub DAS 3	2930,8	2,9308	53	26	0,009	68	0,090	3
Sub DAS 4	2446,4	2,4464	113	53	0,025	69	0,045	2
Sub DAS 5	2788,5	2,7885	168	113	0,020	64	0,067	2
Sub DAS 6	2620,6	2,6206	228	168	0,023	68	0,052	2
Sub DAS 7	5496,4	5,4964	219	149	0,013	66	0,133	5

Setelah menghitung nilai parameter *Lag Time* DAS Beringin pada tahun 2013 seperti Tabel 4.31 lalu dapat menginput parameter *Lag Time* SCS UH ke HEC-HMS seperti pada Tabel 4.32.

**Tabel 4.32** *Input* HEC-HMS Nilai *Lag Time* SCS UH DAS Beringin Tahun 2013





**Tabel 4.33** Nilai *Lag Time* SCS UH DAS Beringin Tahun 2029

Sub DAS	Panjang		Elevasi (mdpl)		Kemiringan (S) (m)	CN	Lag Time (Jam)	Lag Time (Menit)
	m	km	Tertinggi	Terendah				
Sub DAS 1	4454,5	4,4545	16	1	0,003	62	0,252	9
Sub DAS 2	2202,6	2,2026	26	16	0,005	96	0,028	1
Sub DAS 3	2930,8	2,9308	53	26	0,009	97	0,022	1
Sub DAS 4	2446,4	2,4464	113	53	0,025	72	0,041	1
Sub DAS 5	2788,5	2,7885	168	113	0,020	94	0,018	1
Sub DAS 6	2620,6	2,6206	228	168	0,023	85	0,026	1
Sub DAS 7	5496,4	5,4964	219	149	0,013	90	0,050	2

Setelah menghitung nilai parameter *Lag Time* DAS Beringin pada tahun 2029 seperti tabel 4.33 lalu dapat menginput parameter *Lag Time* SCS UH ke HEC-HMS seperti pada Tabel 4.34.

**Tabel 4.34** Input HEC-HMS Nilai *Lag Time* SCS UH DAS Beringin Tahun 2029

The screenshot shows the 'SCS Transform [Kalibrasi 2029]' dialog box in HEC-HMS. It features a table with columns for 'Subbasin', 'Graph Type', and 'Lag Time (MIN)'. The 'Show Elements' dropdown is set to 'All Elements' and the 'Sorting' dropdown is set to 'Alphabetic'. The table contains the following data:

Subbasin	Graph Type	Lag Time (MIN)
Sub DAS 1	Standard	9
Sub DAS 2	Standard	1
Sub DAS 3	Standard	1
Sub DAS 4	Standard	1
Sub DAS 5	Standard	1
Sub DAS 6	Standard	1
Sub DAS 7	Standard	2

Buttons for 'Apply' and 'Close' are visible at the bottom right of the dialog box.



#### 4.4.2.3 Parameter Routing Dengan Metode Lag

Pada *reach* yang berisi parameter dari metode yang digunakan untuk *routing*. Pada elemen *reach* ini yang diinput adalah nilai estimasi awal parameter *routing* berupa nilai *Lag*. Berikut perhitungan *lag time* dengan metode *lag* pada SubDAS 1 Beringin.

$$\begin{aligned} T_L &= \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \\ &= \left( \frac{0,87 \times 4,4545^2}{1000 \times 0,003367381} \right)^{0,385} \\ &= 1,8762149 \text{ jam} \\ &= 1,8762149 \times 60 \times 0,6 \\ &= 67,543736 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.35 Nilai Lag Time Parameter Routing DAS Beringin Tahun 2013 dan 2029

Nama Sungai	Panjang		Elevasi (mdpl)		Kemiringan (S) (m)	Lag Time (Jam)	Lag Time (Menit)
	m	km	Tertinggi	Terendah			
R O – J1	4454,5	4,4545	16	1	0,003	1,876	67,544
R J1 – J2	2202,6	2,2026	26	16	0,005	0,972	35,003
R J2 – J3	2930,8	2,9308	53	26	0,009	0,923	33,213
R J3 – J4	2446,4	2,4464	113	53	0,025	0,551	19,823
R J3 – J5	2788,5	2,7885	168	113	0,020	1,188	42,762
R J4 – J6	2620,6	2,6206	228	168	0,023	0,662	23,844



**Tabel 4.36** Input HEC-HMS Nilai *Lag Time* Parameter *Routing* DAS Beringin  
Tahun 2013 dan 2029

Reach	Lag Time (MIN)
J1-J2	35.003
J2-J3	33.213
J3-J4	19.823
J3-J5	42.762
J4-J6	23.844
R O-J 1	67.544

#### 4.5 Kalibrasi

Kalibrasi pada *curve number* dilakukan untuk mendapatkan nilai besarnya debit puncak aliran simulasi sama dengan atau mendekati debit puncak aliran di lapangan. Dari hasil CN yang sudah didapat sebelumnya, saat akan memasukkan ke dalam *software* HEC-HMS dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan cara mengurangi atau menambah angka CN beberapa persen dari CN yang sudah ditentukan. Debit puncak aliran lapangan diketahui dengan melihat penampang aliran sungai dan kemiringan dasar saluran pada *cross section* yang dipakai. Perhitungan debit puncak aliran lapangan adalah sebagai berikut:

#### Perhitungan Kemiringan Dasar Saluran:



$$S_o = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100 \%$$

$$S_o = \frac{6,744 - 1,360}{4454,5} \times 100 \%$$

$$S_o = 0,121$$

### Perhitungan Debit Puncak Aliran Lapangan

$$Q = A \times V$$

$$Q = \left( \frac{a+b}{2} \times t \right) \times \left( \frac{1}{n} \times \left( \frac{A}{P} \right)^{2/3} \times (S_o)^{1/2} \right)$$

$$Q = \frac{1}{0,03} \times \left( \frac{28,52195}{16,84} \right)^{2/3} \times (0,120867)^{1/2}$$

$$Q = 469,645 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Setelah besar debit puncak lapangan diketahui, langkah selanjutnya yaitu memasukkan angka CN kedalam *software* HEC-HMS. Angka *curve number* (CN) sangat bervariasi yaitu dari 0 hingga 100 yang dipengaruhi oleh penggunaan lahan, kondisi hidrologi dan AMC atau *Atecedent Soil Moisture* (Wong dan McCuen 1982) untuk mendapatkan hasil debit puncak simulasi (kalibrasi) yang mendekati dengan keadaan di lapangan dilakukan dengan cara mengurangi angka CN beberapa persen sampai menemukan hasil debit puncak yang sesuai dengan lapangan. Kalibrasi yang dilakukan yaitu dengan mengurangi nilai CN awal sebesar 6%. Sebelum mendapatkan angka 6% dilakukan cara *trial and error* sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:



Tabel 4.37 Nilai *Input* CN DAS Beringin

SubDAS	CN SubDAS 2013		CN SubDAS 2029	
	CN	CN (-6 %)	CN	CN (-6 %)
SubDAS 1	67	63	66	62
SubDAS 2	65	61	124	96
SubDAS 3	68	64	171	97
SubDAS 4	69	65	77	72
SubDAS 5	64	60	119	94
SubDAS 6	68	64	91	85
SubDAS 7	66	62	117	90

Tabel 4.38 Nilai Awal Estimasi Parameter Metode SCS *Curve Number* Pada Tahun 2013

Subbasin	Initial Abstraction (MM)	Curve Number	Impervious (%)
Sub DAS 1	25,3	63	75
Sub DAS 2	27,2	61	11
Sub DAS 3	24,0	64	19
Sub DAS 4	23,1	65	21
Sub DAS 5	29,0	60	28
Sub DAS 6	23,9	64	12
Sub DAS 7	25,8	62	38

Tabel 4.39 Nilai Awal Estimasi Parameter Metode SCS *Curve Number* Pada Tahun 2029

Subbasin	Initial Abstraction (MM)	Curve Number	Impervious (%)
Sub DAS 1	31,1	62	65
Sub DAS 2	2,1	96	20
Sub DAS 3	1,6	97	47
Sub DAS 4	19,8	72	20
Sub DAS 5	3,2	94	68
Sub DAS 6	9,0	85	17
Sub DAS 7	5,6	90	82



Sehingga didapatkan hasil debit puncak aliran kalibrasi pada tahun 2013 sebesar 469,8 m<sup>3</sup>/dt dan debit puncak aliran pada tahun 2029 sebesar 956,7 m<sup>3</sup>/dt.

#### 4.6 Root Mean Square Error (RMSE)

Perhitungan RMSE dilakukan dengan membandingkan hasil data lapangan dan hasil data simulasi pada tahun 2013. Untuk dapat mengetahui tingkat *error* perlu dilakukan perhitungan RMSE sebelum kalibrasi dan setelah kalibrasi untuk memastikan tingkat *error* dengan nilai relatif kecil. Perhitungan RMSE sebelum kalibrasi menggunakan nilai awal parameter CN pada tahun 2013. Berikut perhitungan RMSE sebelum dilakukan kalibrasi:

$$\begin{aligned}n &= 1 \\y_1 &= 469,645 \text{ m}^3/\text{dt} \\y_2 &= 500,9 \text{ m}^3/\text{dt} \\RMSE &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_2 - y_1}{y_1}\right)^2} \\RMSE &= \sqrt{\frac{1}{1} \times \left(\frac{469,645 - 500,9}{469,645}\right)^2} \\RMSE &= 0,06655 \times 100 \% \\&= 6,66 \%\end{aligned}$$

Hasil analisa RMSE sebelum dilakukan kalibrasi sebesar 6,66% yang menunjukkan tingkat *error* yang terjadi besar. Oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan RMSE setelah kalibrasi untuk mendapatkan nilai debit puncak simulasi hampir mendekati nilai debit puncak lapangan. Perhitungan setelah kalibrasi dilakukan dengan mengurangi nilai CN awal sebesar 6%, setelah mendapatkan nilai pengurangan kemudian di *input* kan kedalam program HEC-HMS untuk mendapatkan hasil nilai debit puncak simulasi. Pengurangan nilai CN awal dapat dilihat pada Tabel 4.40 dibawah ini:



Tabel 4.40 Pengurangan Nilai CN DAS Beringin 2013 dan 2029

SubDAS	CN SubDAS 2013		CN SubDAS 2029	
	CN	CN (-6 %)	CN	CN (-6 %)
SubDAS 1	67	63	66	62
SubDAS 2	65	61	124	96
SubDAS 3	68	64	171	97
SubDAS 4	69	65	77	72
SubDAS 5	64	60	119	94
SubDAS 6	68	64	91	85
SubDAS 7	66	62	117	90

Berikut perhitungan RMSE setelah dilakukan kalibrasi:

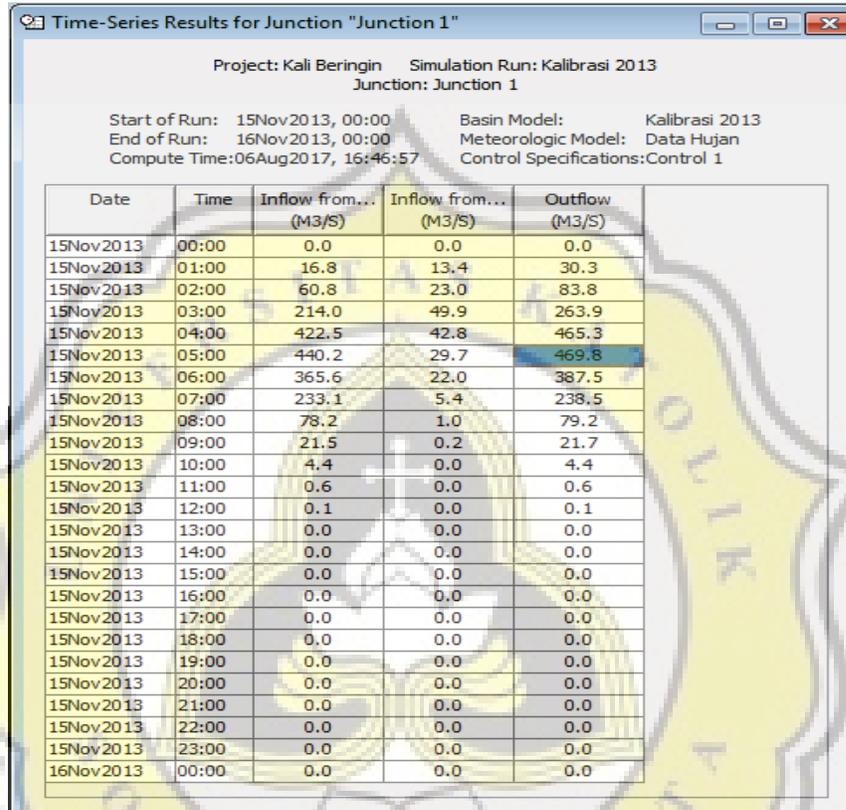
$$\begin{aligned}n &= 1 \\y_1 &= 469,645 \text{ m}^3/\text{dt} \\y_2 &= 469,8 \text{ m}^3/\text{dt} \\RMSE &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_2 - y_1}{y_1}\right)^2} \\RMSE &= \sqrt{\frac{1}{1} \times \left(\frac{469,645 - 469,8}{469,645}\right)^2} \\RMSE &= 0,000329 \times 100 \% \\&= 0,033 \%\end{aligned}$$

Dari hasil analisa RMSE yang sebesar 0,033 % mempunyai nilai relatif kecil, berarti tingkat *error* yang terjadi juga kecil.

#### 4.7 Output Dari Software HEC-HMS

Sesudah membuat *simulation run* maka akan memperoleh debit per titik dengan cara pilih titik mana yang akan dilihat. *Output* dari penggunaan program HEC-HMS sebagai berikut:

## 1. Kalibrasi 2013 dan Kalibrasi 2029



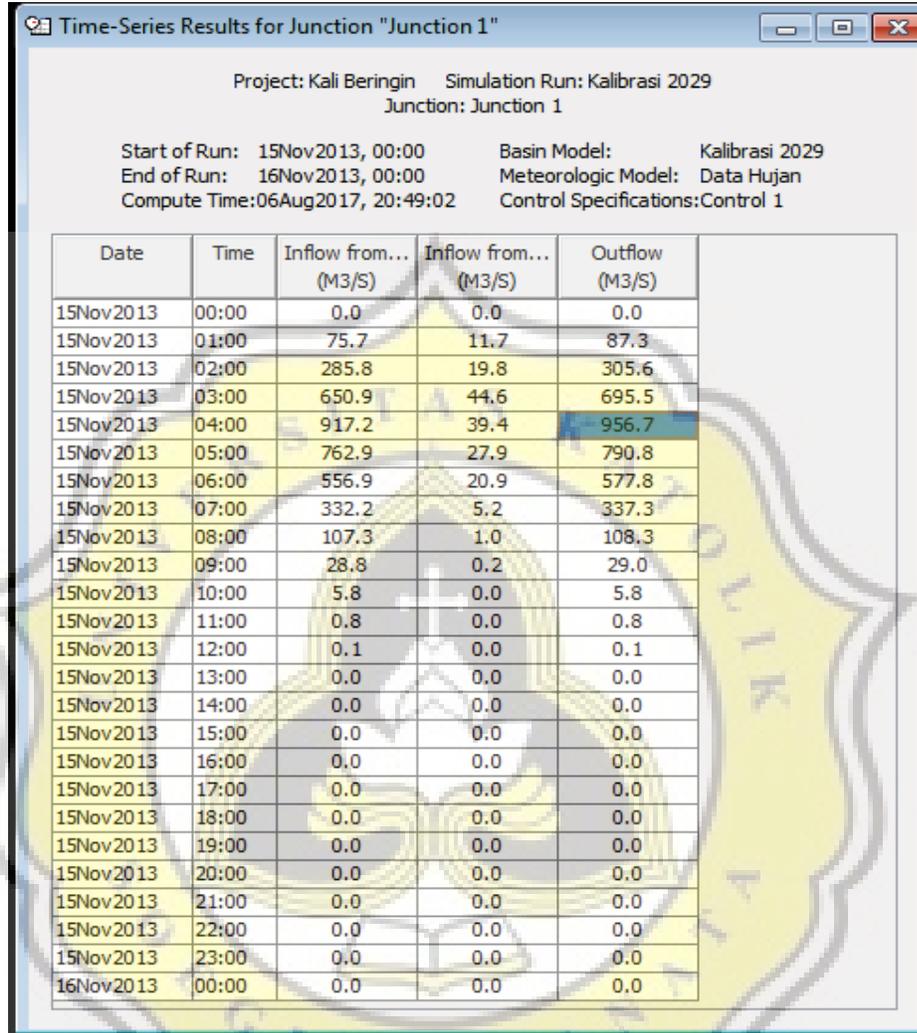
Project: Kali Beringin Simulation Run: Kalibrasi 2013  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: Kalibrasi 2013  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 16:46:57 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	16.8	13.4	30.3
15Nov2013	02:00	60.8	23.0	83.8
15Nov2013	03:00	214.0	49.9	263.9
15Nov2013	04:00	422.5	42.8	465.3
15Nov2013	05:00	440.2	29.7	469.8
15Nov2013	06:00	365.6	22.0	387.5
15Nov2013	07:00	233.1	5.4	238.5
15Nov2013	08:00	78.2	1.0	79.2
15Nov2013	09:00	21.5	0.2	21.7
15Nov2013	10:00	4.4	0.0	4.4
15Nov2013	11:00	0.6	0.0	0.6
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.15 Hasil Run Kalibrasi Tahun 2013

Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai kalibrasi Tahun 2013 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.15 dengan hasil debit 469,8 m<sup>3</sup>/s.



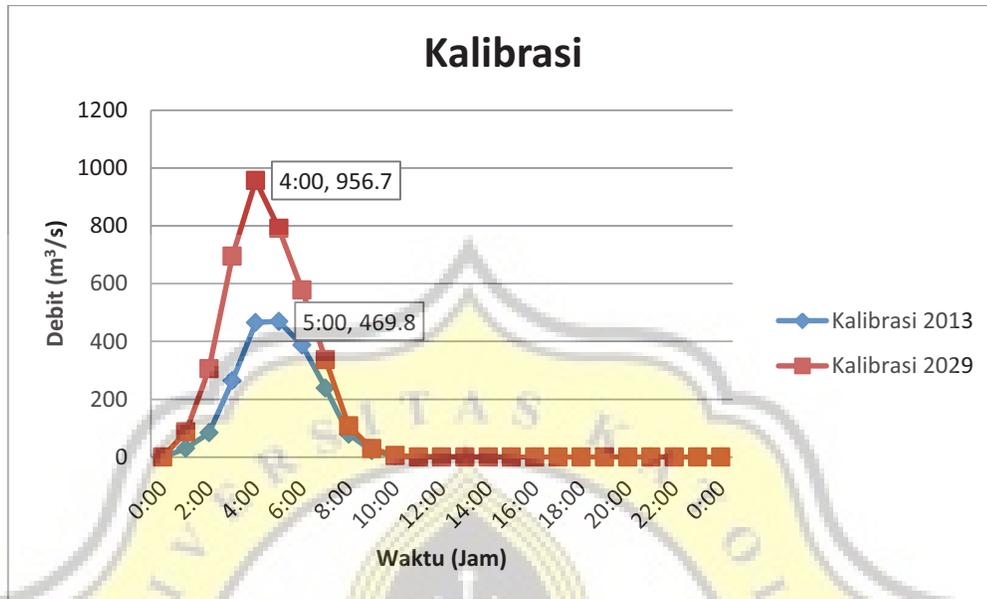
Project: Kali Beringin Simulation Run: Kalibrasi 2029  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: Kalibrasi 2029  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 20:49:02 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	75.7	11.7	87.3
15Nov2013	02:00	285.8	19.8	305.6
15Nov2013	03:00	650.9	44.6	695.5
15Nov2013	04:00	917.2	39.4	956.7
15Nov2013	05:00	762.9	27.9	790.8
15Nov2013	06:00	556.9	20.9	577.8
15Nov2013	07:00	332.2	5.2	337.3
15Nov2013	08:00	107.3	1.0	108.3
15Nov2013	09:00	28.8	0.2	29.0
15Nov2013	10:00	5.8	0.0	5.8
15Nov2013	11:00	0.8	0.0	0.8
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.16 Hasil Run Kalibrasi Tahun 2029

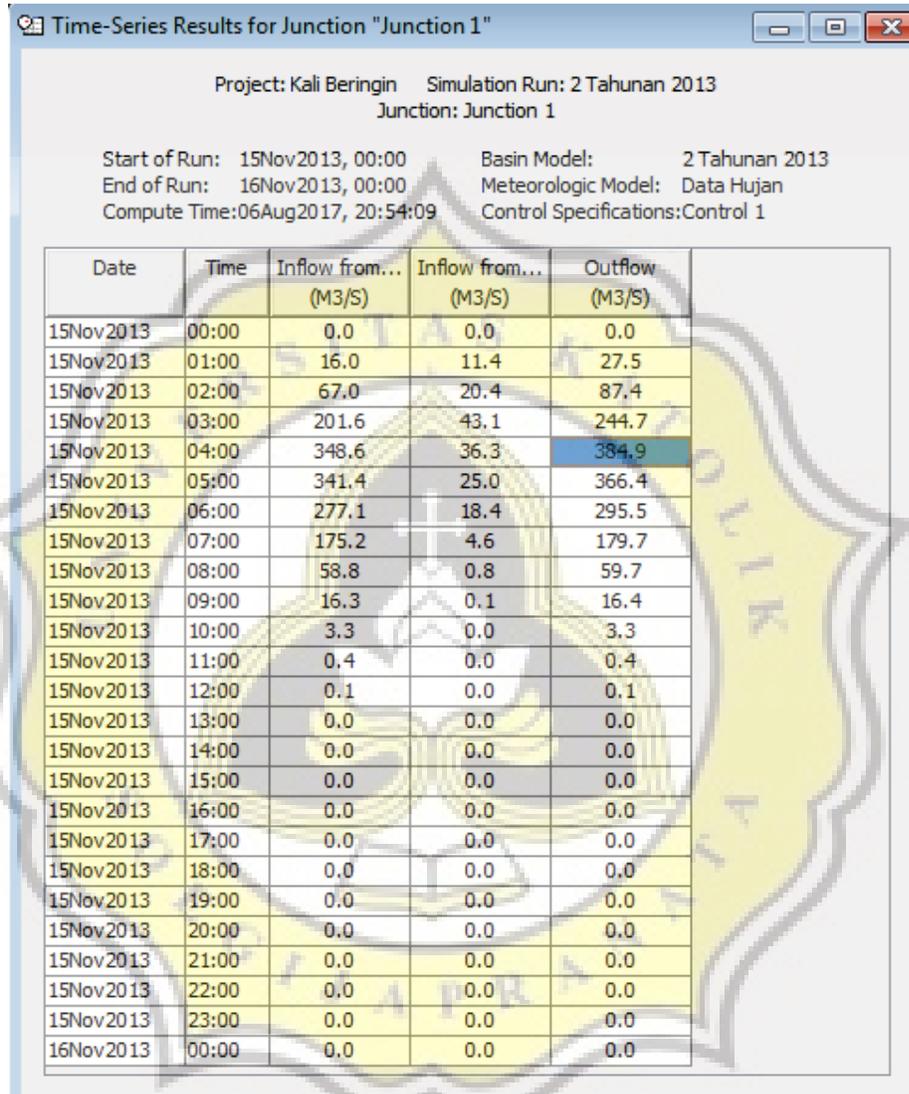
Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai kalibrasi Tahun 2029 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada gambar 4.16 dengan hasil debit 956,7 m<sup>3</sup>/s.



**Gambar 4.17** Perbandingan Hidrograf Aliran DAS Beringin Tahun 2013 dan 2029

Berdasarkan hasil nilai debit puncak kalibrasi pada tahun 2013 sebesar 469,8 m<sup>3</sup>/s dan kalibrasi pada tahun 2029 sebesar 956,7 m<sup>3</sup>/s, debit puncak yang terjadi pada hidrograf aliran mengalami peningkatan sebesar 486,9 m<sup>3</sup>/s atau sebesar 103,6 %.

## 2. Periode Ulang 2 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029



Project: Kali Beringin Simulation Run: 2 Tahunan 2013  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 2 Tahunan 2013  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 20:54:09 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from...	Inflow from...	Outflow
		(M3/S)	(M3/S)	(M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	16.0	11.4	27.5
15Nov2013	02:00	67.0	20.4	87.4
15Nov2013	03:00	201.6	43.1	244.7
15Nov2013	04:00	348.6	36.3	384.9
15Nov2013	05:00	341.4	25.0	366.4
15Nov2013	06:00	277.1	18.4	295.5
15Nov2013	07:00	175.2	4.6	179.7
15Nov2013	08:00	58.8	0.8	59.7
15Nov2013	09:00	16.3	0.1	16.4
15Nov2013	10:00	3.3	0.0	3.3
15Nov2013	11:00	0.4	0.0	0.4
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.18 Hasil Run Tahun 2013 Periode Hujan 2 Tahunan

Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 2 tahunan Tahun 2013 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.18 dengan hasil debit 384,9 m<sup>3</sup>/s.

Time-Series Results for Junction "Junction 1"

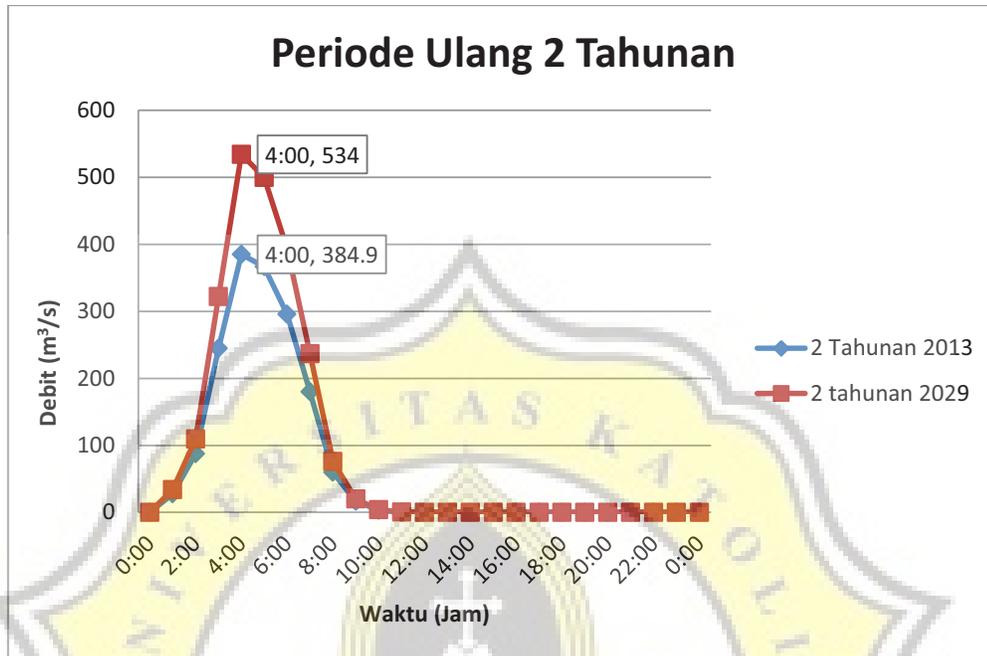
Project: Kali Beringin Simulation Run: 2 Tahunan 2029  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 2 Tahunan 2029  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 20:55:27 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	23.4	10.8	34.1
15Nov2013	02:00	90.7	18.6	109.3
15Nov2013	03:00	284.2	37.8	322.0
15Nov2013	04:00	501.7	32.3	534.0
15Nov2013	05:00	477.2	22.6	499.8
15Nov2013	06:00	376.3	16.9	393.2
15Nov2013	07:00	232.5	4.2	236.7
15Nov2013	08:00	75.1	0.8	75.8
15Nov2013	09:00	20.2	0.1	20.3
15Nov2013	10:00	4.0	0.0	4.0
15Nov2013	11:00	0.5	0.0	0.5
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.19 Hasil *Run* Tahun 2029 Periode Hujan 2 Tahunan

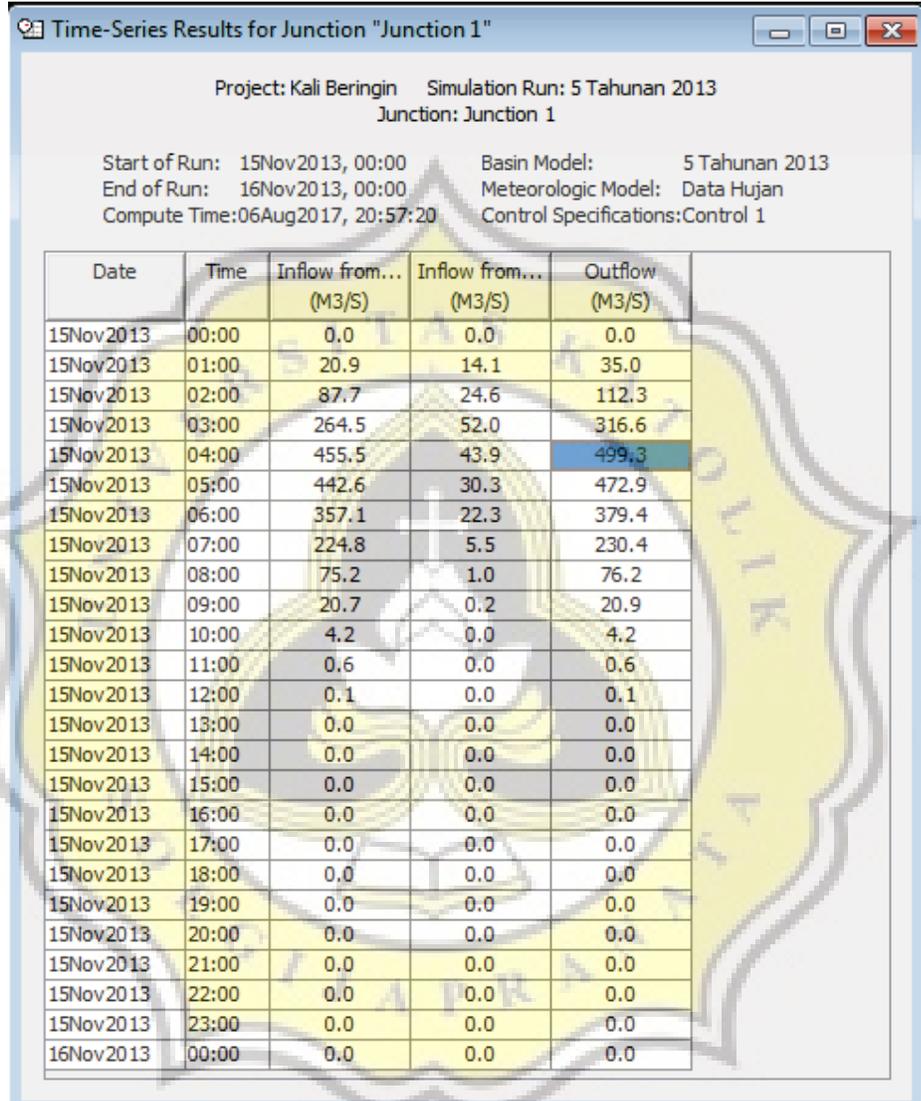
Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 2 tahunan Tahun 2029 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.19 dengan hasil debit 534,0 m<sup>3</sup>/s.



**Gambar 4.20** Perbandingan Hidrograf Aliran DAS Beringin Periode Ulang 2 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029

Berdasarkan hasil nilai debit puncak periode ulang 2 tahunan pada tahun 2013 sebesar 384,9 m<sup>3</sup>/s dan kalibrasi pada tahun 2029 sebesar 534,0 m<sup>3</sup>/s, debit puncak yang terjadi pada hidrograf aliran mengalami peningkatan sebesar 149,1 m<sup>3</sup>/s atau sebesar 38,7 %.

### 3. Periode Ulang 5 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029



Time-Series Results for Junction "Junction 1"

Project: Kali Beringin Simulation Run: 5 Tahunan 2013  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 5 Tahunan 2013  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 20:57:20 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	01:00	20,9	14,1	35,0
15Nov2013	02:00	87,7	24,6	112,3
15Nov2013	03:00	264,5	52,0	316,6
15Nov2013	04:00	455,5	43,9	499,3
15Nov2013	05:00	442,6	30,3	472,9
15Nov2013	06:00	357,1	22,3	379,4
15Nov2013	07:00	224,8	5,5	230,4
15Nov2013	08:00	75,2	1,0	76,2
15Nov2013	09:00	20,7	0,2	20,9
15Nov2013	10:00	4,2	0,0	4,2
15Nov2013	11:00	0,6	0,0	0,6
15Nov2013	12:00	0,1	0,0	0,1
15Nov2013	13:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	14:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	15:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	16:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	17:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	18:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	19:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	20:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	21:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	22:00	0,0	0,0	0,0
15Nov2013	23:00	0,0	0,0	0,0
16Nov2013	00:00	0,0	0,0	0,0

Gambar 4.21 Hasil Run Tahun 2013 Periode Hujan 5 Tahunan

Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 5 tahunan Tahun 2013 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.21 dengan hasil debit 499,3 m<sup>3</sup>/s.

Time-Series Results for Junction "Junction 1"

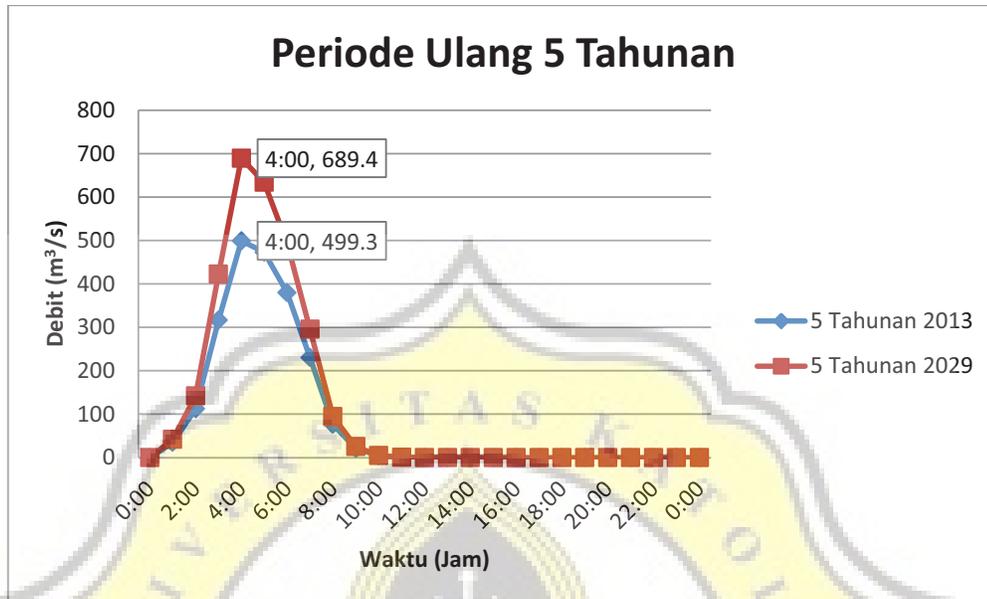
Project: Kali Beringin    Simulation Run: 5 Tahunan 2029  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00    Basin Model: 5 Tahunan 2029  
End of Run: 16Nov2013, 00:00    Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time:06Aug2017, 20:58:14    Control Specifications:Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	28.8	13.2	42.1
15Nov2013	02:00	119.5	22.3	141.8
15Nov2013	03:00	376.9	45.8	422.7
15Nov2013	04:00	649.9	39.5	689.4
15Nov2013	05:00	606.2	27.7	633.9
15Nov2013	06:00	472.6	20.7	493.3
15Nov2013	07:00	290.5	5.1	295.6
15Nov2013	08:00	93.8	1.0	94.7
15Nov2013	09:00	25.2	0.2	25.3
15Nov2013	10:00	5.0	0.0	5.0
15Nov2013	11:00	0.6	0.0	0.6
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.22 Hasil Run Tahun 2029 Periode Hujan 5 Tahunan

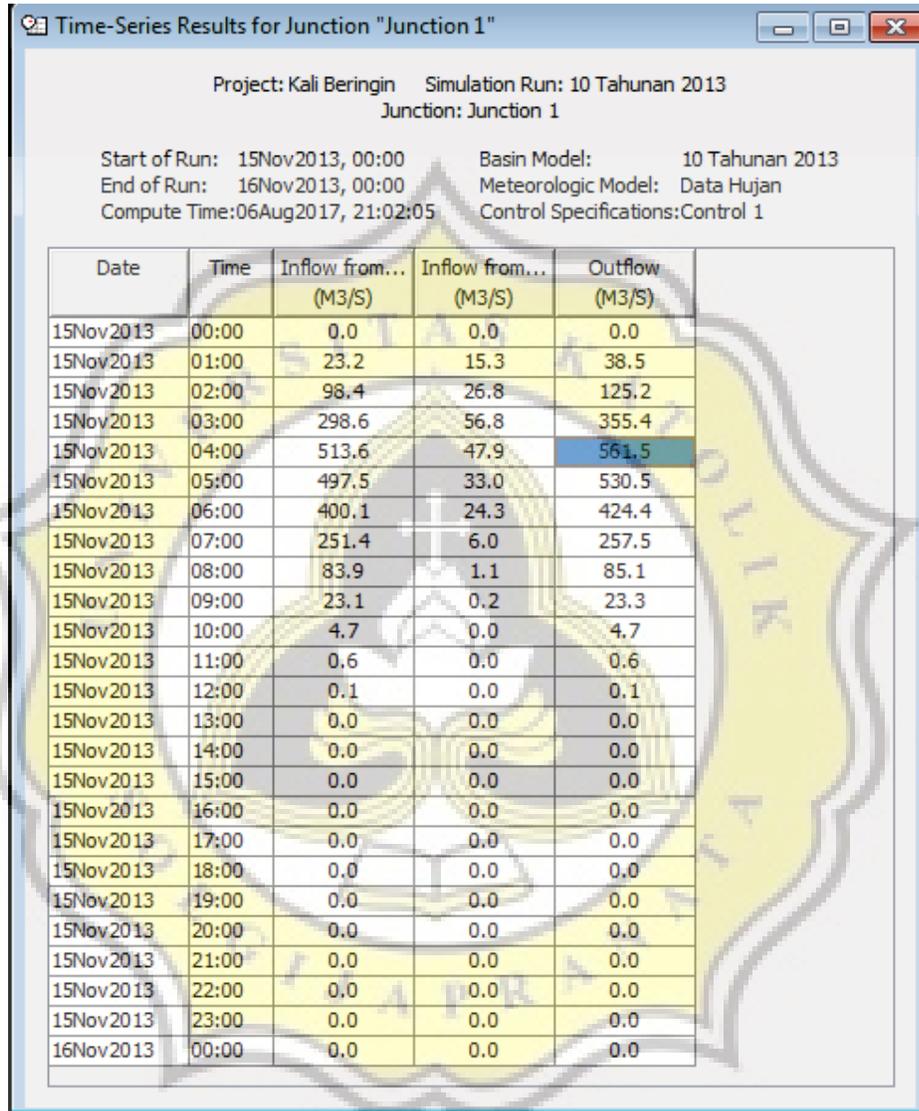
Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 5 tahunan Tahun 2029 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.22 dengan hasil debit 689,4 m<sup>3</sup>/s.



**Gambar 4.23** Perbandingan Hidrograf Aliran DAS Beringin Periode Ulang 5 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029

Berdasarkan hasil nilai debit puncak periode ulang 5 tahunan pada tahun 2013 sebesar  $499,3 \text{ m}^3/\text{s}$  dan kalibrasi pada tahun 2029 sebesar  $689,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , debit puncak yang terjadi pada hidrograf aliran mengalami peningkatan sebesar  $190,1 \text{ m}^3/\text{s}$  atau sebesar 38 %.

#### 4. Periode Ulang 10 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029



Project: Kali Beringin Simulation Run: 10 Tahunan 2013  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 10 Tahunan 2013  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 21:02:05 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from...	Inflow from...	Outflow
		(M3/S)	(M3/S)	(M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	23.2	15.3	38.5
15Nov2013	02:00	98.4	26.8	125.2
15Nov2013	03:00	298.6	56.8	355.4
15Nov2013	04:00	513.6	47.9	561.5
15Nov2013	05:00	497.5	33.0	530.5
15Nov2013	06:00	400.1	24.3	424.4
15Nov2013	07:00	251.4	6.0	257.5
15Nov2013	08:00	83.9	1.1	85.1
15Nov2013	09:00	23.1	0.2	23.3
15Nov2013	10:00	4.7	0.0	4.7
15Nov2013	11:00	0.6	0.0	0.6
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.24 Hasil Run Tahun 2013 Periode Hujan 10 Tahunan

Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 10 tahunan Tahun 2013 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.24 dengan hasil debit 561,5 m<sup>3</sup>/s.



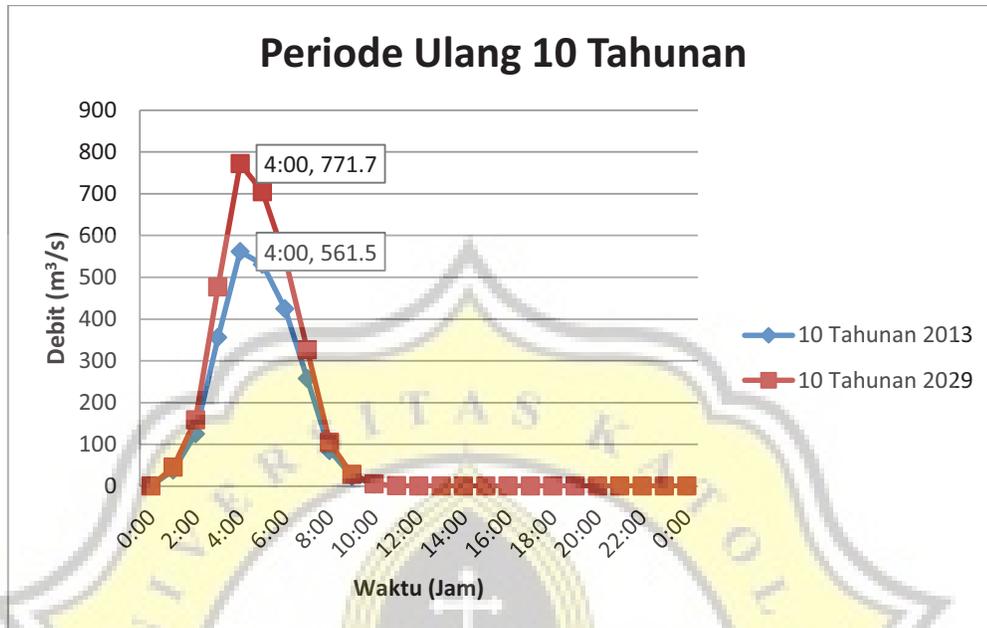
Project: Kali Beringin Simulation Run: 10 Tahunan 2029  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 10 Tahunan 2029  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 21:03:16 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	31.3	14.4	45.7
15Nov2013	02:00	134.6	24.2	158.8
15Nov2013	03:00	426.6	50.1	476.7
15Nov2013	04:00	728.4	43.3	771.7
15Nov2013	05:00	674.1	30.4	704.5
15Nov2013	06:00	522.9	22.7	545.6
15Nov2013	07:00	320.7	5.6	326.3
15Nov2013	08:00	103.5	1.0	104.6
15Nov2013	09:00	27.8	0.2	28.0
15Nov2013	10:00	5.5	0.0	5.5
15Nov2013	11:00	0.7	0.0	0.7
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.25 Hasil Run Tahun 2029 Periode Hujan 10 Tahunan

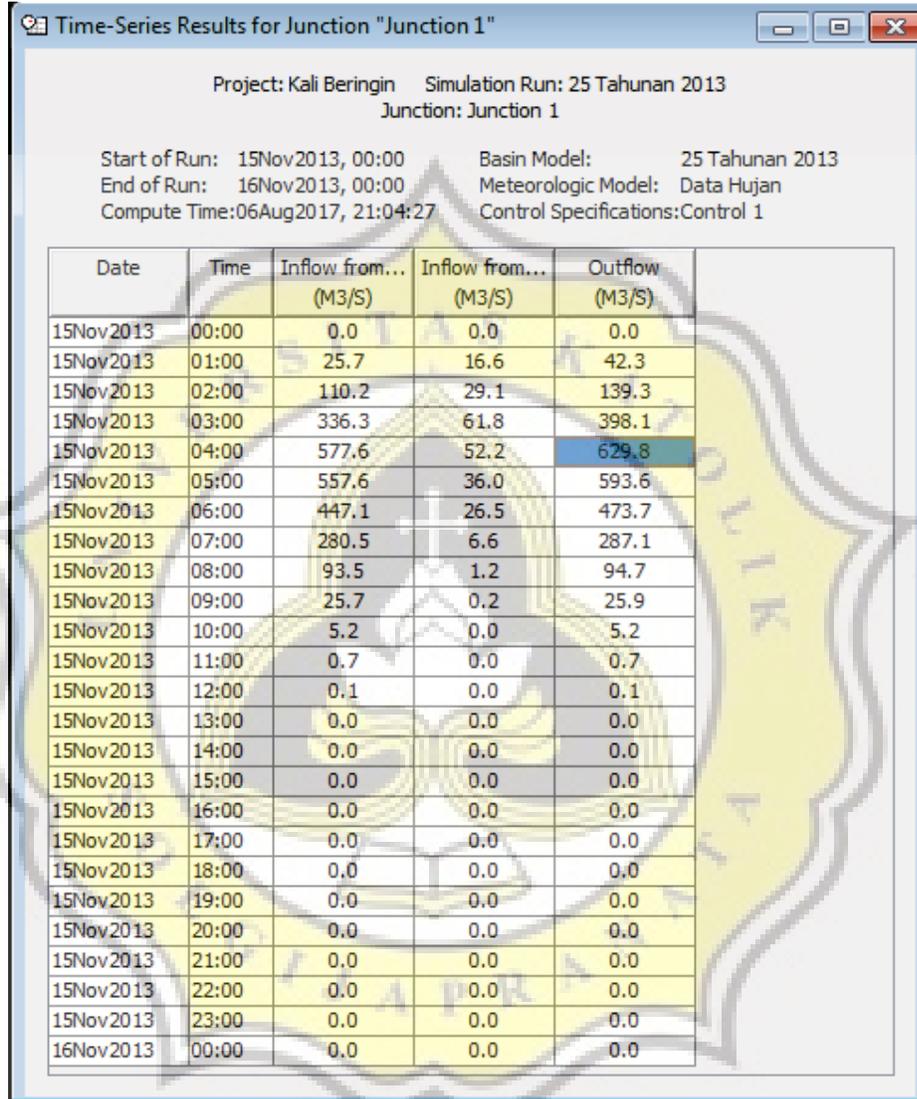
Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 10 tahunan Tahun 2029 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.25 dengan hasil debit 771,7 m<sup>3</sup>/s.



**Gambar 4.26** Perbandingan Hidrograf Aliran DAS Beringin Periode Ulang 10 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029

Berdasarkan hasil nilai debit puncak periode ulang 10 tahunan pada tahun 2013 sebesar  $561,5 \text{ m}^3/\text{s}$  dan kalibrasi pada tahun 2029 sebesar  $771,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , debit puncak yang terjadi pada hidrograf aliran mengalami peningkatan sebesar  $210,2 \text{ m}^3/\text{s}$  atau sebesar 37,4 %.

## 5. Periode Ulang 25 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029



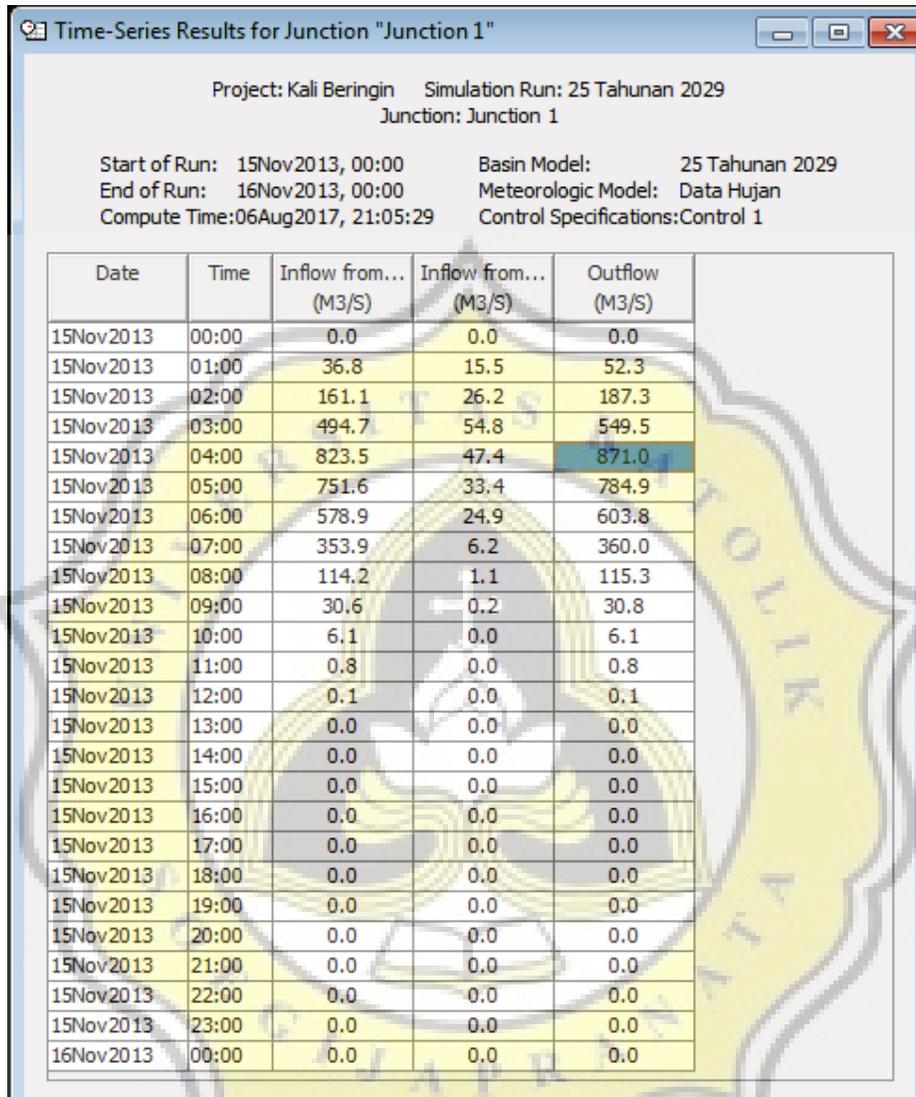
Project: Kali Beringin Simulation Run: 25 Tahunan 2013  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 25 Tahunan 2013  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time:06Aug2017, 21:04:27 Control Specifications:Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	25.7	16.6	42.3
15Nov2013	02:00	110.2	29.1	139.3
15Nov2013	03:00	336.3	61.8	398.1
15Nov2013	04:00	577.6	52.2	629.8
15Nov2013	05:00	557.6	36.0	593.6
15Nov2013	06:00	447.1	26.5	473.7
15Nov2013	07:00	280.5	6.6	287.1
15Nov2013	08:00	93.5	1.2	94.7
15Nov2013	09:00	25.7	0.2	25.9
15Nov2013	10:00	5.2	0.0	5.2
15Nov2013	11:00	0.7	0.0	0.7
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.27 Hasil Run Tahun 2013 Periode Hujan 25 Tahunan

Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 25 tahunan Tahun 2013 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.27 dengan hasil debit 629,8 m<sup>3</sup>/s.



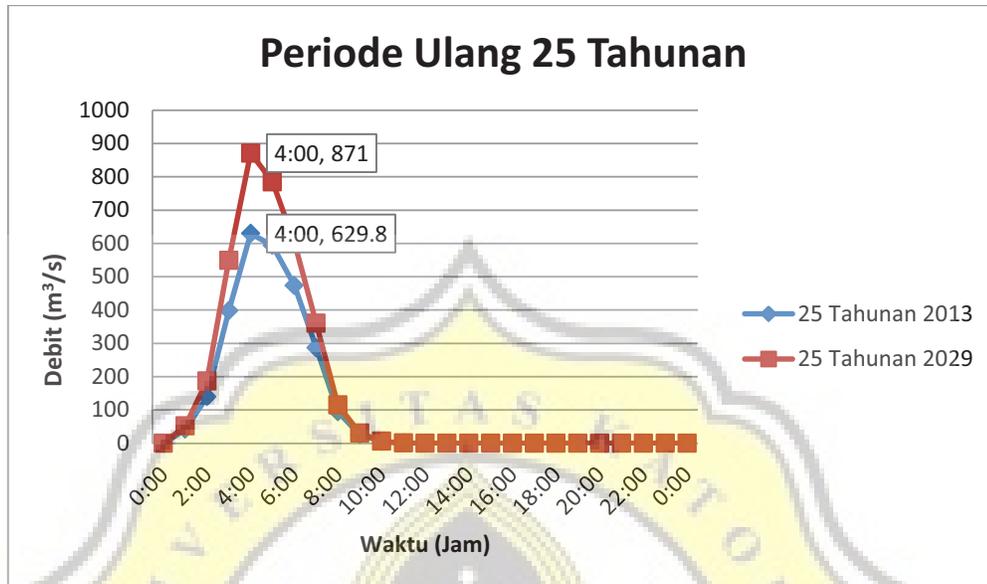
Project: Kali Beringin Simulation Run: 25 Tahunan 2029  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 25 Tahunan 2029  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 21:05:29 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	36.8	15.5	52.3
15Nov2013	02:00	161.1	26.2	187.3
15Nov2013	03:00	494.7	54.8	549.5
15Nov2013	04:00	823.5	47.4	871.0
15Nov2013	05:00	751.6	33.4	784.9
15Nov2013	06:00	578.9	24.9	603.8
15Nov2013	07:00	353.9	6.2	360.0
15Nov2013	08:00	114.2	1.1	115.3
15Nov2013	09:00	30.6	0.2	30.8
15Nov2013	10:00	6.1	0.0	6.1
15Nov2013	11:00	0.8	0.0	0.8
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.28 Hasil Run Tahun 2029 Periode Hujan 25 Tahunan

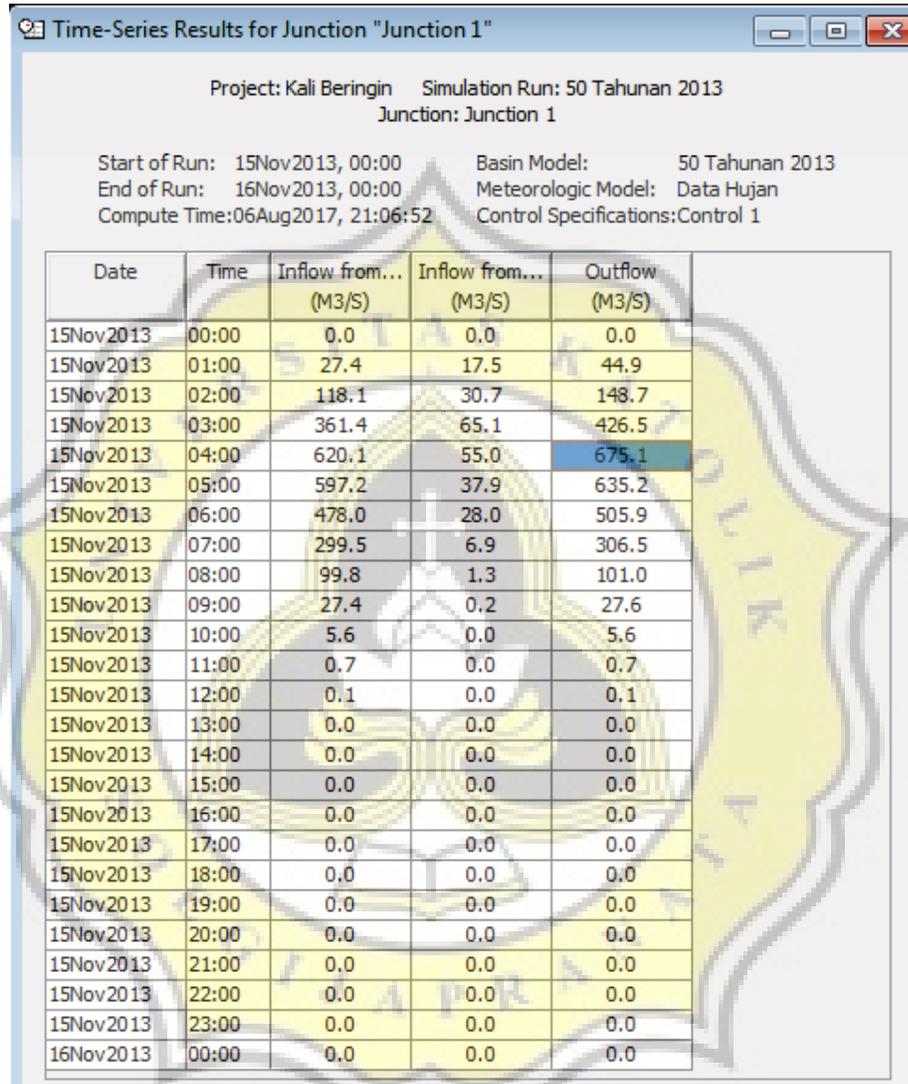
Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 25 tahunan Tahun 2029 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.28 dengan hasil debit 871,0 m<sup>3</sup>/s.



**Gambar 4.29** Perbandingan Hidrograf Aliran DAS Beringin Periode Ulang 25 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029

Berdasarkan hasil nilai debit puncak periode ulang 25 tahunan pada tahun 2013 sebesar 629,8 m<sup>3</sup>/s dan kalibrasi pada tahun 2029 sebesar 871 m<sup>3</sup>/s, debit puncak yang terjadi pada hidrograf aliran mengalami peningkatan sebesar 241,2 m<sup>3</sup>/s atau sebesar 38,3 %.

## 6. Periode Ulang 50 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029



Project: Kali Beringin Simulation Run: 50 Tahunan 2013  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 50 Tahunan 2013  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 21:06:52 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	27.4	17.5	44.9
15Nov2013	02:00	118.1	30.7	148.7
15Nov2013	03:00	361.4	65.1	426.5
15Nov2013	04:00	620.1	55.0	675.1
15Nov2013	05:00	597.2	37.9	635.2
15Nov2013	06:00	478.0	28.0	505.9
15Nov2013	07:00	299.5	6.9	306.5
15Nov2013	08:00	99.8	1.3	101.0
15Nov2013	09:00	27.4	0.2	27.6
15Nov2013	10:00	5.6	0.0	5.6
15Nov2013	11:00	0.7	0.0	0.7
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.30 Hasil *Run* Tahun 2013 Periode Hujan 50 Tahunan

Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 50 tahunan Tahun 2013 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.30 dengan hasil debit 675,1 m<sup>3</sup>/s.



Time-Series Results for Junction "Junction 1"

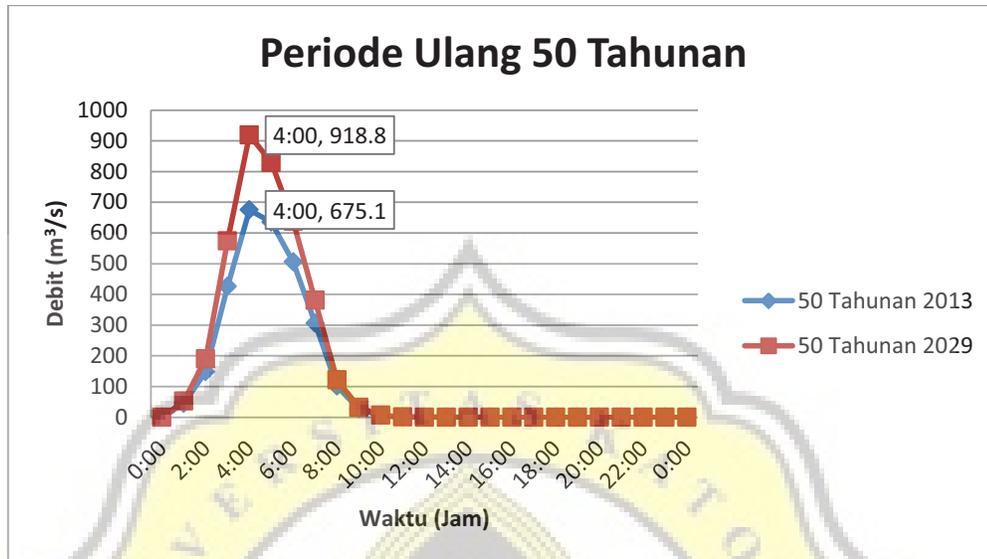
Project: Kali Beringin Simulation Run: 50 Tahunan 2029  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 50 Tahunan 2029  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 21:08:04 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	36.1	16.3	52.4
15Nov2013	02:00	162.8	27.5	190.3
15Nov2013	03:00	516.6	57.8	574.5
15Nov2013	04:00	868.7	50.2	918.8
15Nov2013	05:00	794.6	35.3	829.9
15Nov2013	06:00	612.1	26.3	638.4
15Nov2013	07:00	374.1	6.5	380.7
15Nov2013	08:00	120.8	1.2	122.1
15Nov2013	09:00	32.4	0.2	32.6
15Nov2013	10:00	6.5	0.0	6.5
15Nov2013	11:00	0.8	0.0	0.8
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.31 Hasil Run Tahun 2029 Periode Hujan 50 Tahunan

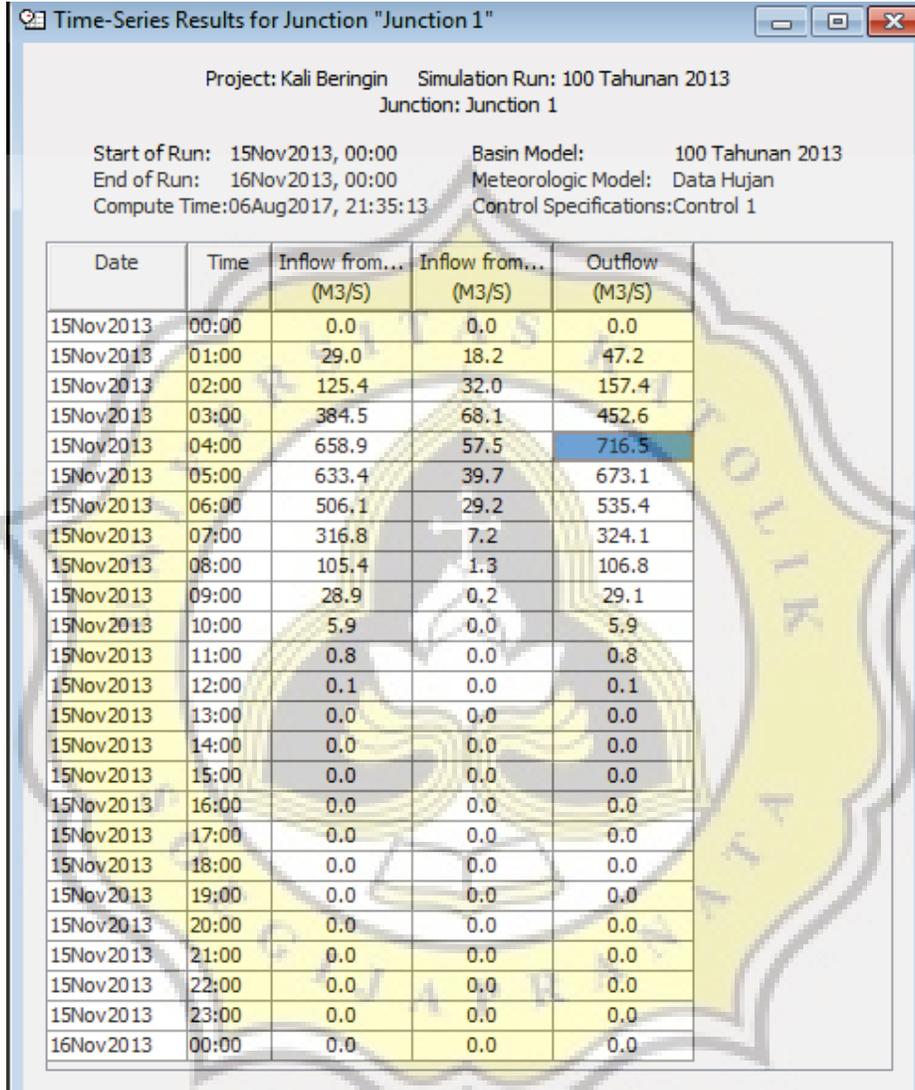
Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 50 tahunan Tahun 2029 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.31 dengan hasil debit 918,8 m<sup>3</sup>/s.



**Gambar 4.32** Perbandingan Hidrograf Aliran DAS Beringin Periode Ulang 50 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029

Berdasarkan hasil nilai debit puncak periode ulang 50 tahunan pada tahun 2013 sebesar  $675,1 \text{ m}^3/\text{s}$  dan kalibrasi pada tahun 2029 sebesar  $918,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , debit puncak yang terjadi pada hidrograf aliran mengalami peningkatan sebesar  $243,7 \text{ m}^3/\text{s}$  atau sebesar 36 %.

## 7. Periode Ulang 100 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029



Project: Kali Beringin Simulation Run: 100 Tahunan 2013  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00 Basin Model: 100 Tahunan 2013  
End of Run: 16Nov2013, 00:00 Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time:06Aug2017, 21:35:13 Control Specifications:Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	29.0	18.2	47.2
15Nov2013	02:00	125.4	32.0	157.4
15Nov2013	03:00	384.5	68.1	452.6
15Nov2013	04:00	658.9	57.5	716.5
15Nov2013	05:00	633.4	39.7	673.1
15Nov2013	06:00	506.1	29.2	535.4
15Nov2013	07:00	316.8	7.2	324.1
15Nov2013	08:00	105.4	1.3	106.8
15Nov2013	09:00	28.9	0.2	29.1
15Nov2013	10:00	5.9	0.0	5.9
15Nov2013	11:00	0.8	0.0	0.8
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.33 Hasil *Run* Tahun 2013 Periode Hujan 100 Tahunan

Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah di *input* dan dilakukan simulasi *RUN* pada HEC-HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 100 tahunan Tahun 2013 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.33 dengan hasil debit 716,5 m<sup>3</sup>/s.

Time-Series Results for Junction "Junction 1"

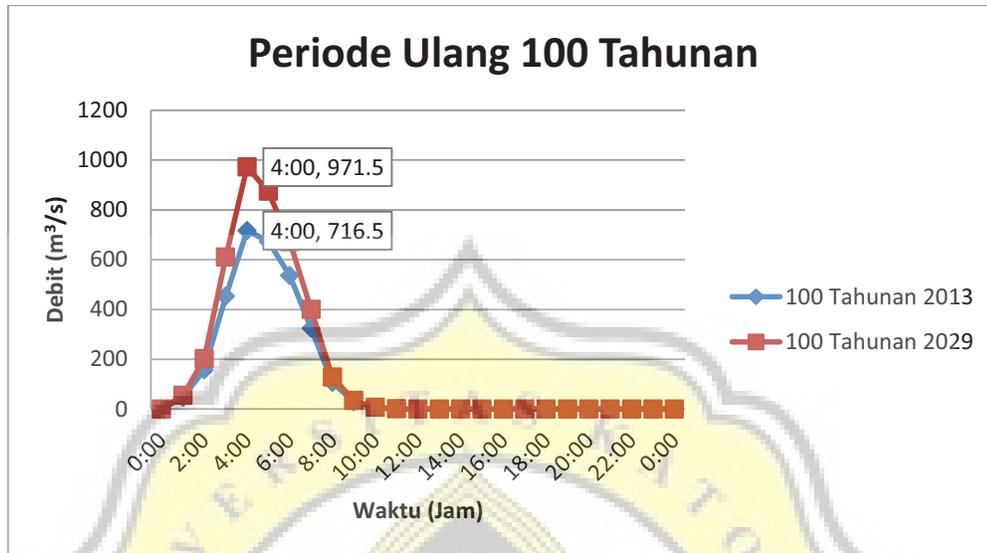
Project: Kali Beringin    Simulation Run: 100 Tahunan 2029  
Junction: Junction 1

Start of Run: 15Nov2013, 00:00    Basin Model: 100 Tahunan 2029  
End of Run: 16Nov2013, 00:00    Meteorologic Model: Data Hujan  
Compute Time: 06Aug2017, 21:13:15    Control Specifications: Control 1

Date	Time	Inflow from... (M3/S)	Inflow from... (M3/S)	Outflow (M3/S)
15Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	01:00	37.9	17.0	54.9
15Nov2013	02:00	173.3	28.7	202.0
15Nov2013	03:00	549.3	60.6	609.9
15Nov2013	04:00	918.9	52.6	971.5
15Nov2013	05:00	837.5	37.0	874.5
15Nov2013	06:00	643.8	27.6	671.3
15Nov2013	07:00	393.0	6.8	399.9
15Nov2013	08:00	127.0	1.3	128.2
15Nov2013	09:00	34.1	0.2	34.3
15Nov2013	10:00	6.8	0.0	6.8
15Nov2013	11:00	0.9	0.0	0.9
15Nov2013	12:00	0.1	0.0	0.1
15Nov2013	13:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	14:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	15:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	16:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	17:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	18:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	19:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	20:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	21:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	22:00	0.0	0.0	0.0
15Nov2013	23:00	0.0	0.0	0.0
16Nov2013	00:00	0.0	0.0	0.0

Gambar 4.34 Hasil Run Tahun 2029 Periode Hujan 100 Tahunan

Berdasarkan hasil nilai parameter-parameter yang sudah diinput dan dilakukan simulasi RUN pada HEC HMS akan mendapatkan nilai periode hujan 10 tahunan Tahun 2029 dengan debit puncak (*peak discharge*) seperti pada Gambar 4.34 dengan hasil debit 971,5 m<sup>3</sup>/s.



**Gambar 4.35** Perbandingan Hidrograf Aliran DAS Beringin Periode Ulang 100 Tahunan Pada Tahun 2013 dan 2029

Berdasarkan hasil nilai debit puncak periode ulang 100 tahunan pada tahun 2013 sebesar 716,5 m<sup>3</sup>/s dan kalibrasi pada tahun 2029 sebesar 971,5 m<sup>3</sup>/s, debit puncak yang terjadi pada hidrograf aliran mengalami peningkatan sebesar 255 m<sup>3</sup>/s atau sebesar 35,6 %.

**Tabel 4.41** Perbandingan *Peak Discharge* Tahun 2013 dan 2029

Periode	Debit Banjir ( <i>Peak Discharge</i> ) Tahun 2013	Debit Banjir ( <i>Peak Discharge</i> ) Tahun 2029
Kalibrasi	469,8 m <sup>3</sup> /s	956,7 m <sup>3</sup> /s
Periode 2 Tahunan	384,9 m <sup>3</sup> /s	534,0 m <sup>3</sup> /s
Periode 5 Tahunan	499,3 m <sup>3</sup> /s	689,4 m <sup>3</sup> /s
Periode 10 Tahunan	561,5 m <sup>3</sup> /s	771,7 m <sup>3</sup> /s
Periode 25 Tahunan	629,8 m <sup>3</sup> /s	871,0 m <sup>3</sup> /s
Periode 50 Tahunan	675,1 m <sup>3</sup> /s	918,8 m <sup>3</sup> /s
Periode 100 Tahunan	716,5 m <sup>3</sup> /s	971,5 m <sup>3</sup> /s



#### 4.8 Hasil Analisa Perubahan Tata Guna Lahan

Penggunaan lahan pada DAS Beringin dibagi menjadi 12 buah klasifikasi yaitu, air tawar, belukar/semak, danau, empang, gedung, hutan, kebun, pemukiman, rumput, sawah irigasi, sawah tadah hujan dan tegalan. Data tahun 2007 dan 2013 tersebut sesuai dengan yang didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Jawa Tengah sedangkan tahun 2029 berdasarkan hasil ekstrapolasi. Berikut hasil analisa pada penggunaan lahan DAS Beringin.

Tabel 4.42 Hasil Analisa Penggunaan Lahan DAS Beringin

Penggunaan Lahan	Luas DAS (km <sup>2</sup> )	Tahun 2013		Tahun 2029	
		Luas (km <sup>2</sup> )	(%)	Luas (km <sup>2</sup> )	(%)
AIR TAWAR	31,936	0,002	0,005	0	0
BELUKAR/SEMAK		0,632	1,980	0	0
DANAU		0,081	0,255	0,298	0,934
EMPANG		2,099	6,572	1,603	5,019
GEDUNG		2,221	6,953	7,582	23,743
HUTAN		0	0	0	0
KEBUN		16,596	51,967	4,825	15,107
PEMUKIMAN		6,725	21,059	15,846	49,620
RUMPUT		0,293	0,917	0	0
SAWAH IRIGASI		1,500	4,696	0	0
SAWAH TADAH HUJAN		1,568	4,911	1,781	5,578
TEGALAN		0,219	0,685	0	0



**Tabel 4.43** Hasil Analisa Perubahan Penggunaan Lahan DAS Beringin

Penggunaan Lahan	Perubahan Tahun 2013 - 2029	
	Luas (km <sup>2</sup> )	(%)
AIR TAWAR	-0,002	-100
BELUKAR/SEMAK	-0,632	-100
DANAU	+0,217	+266,667
EMPANG	-0,496	-23,638
GEDUNG	+5,362	+241,457
HUTAN	0	0
KEBUN	-11,772	-70,929
PEMUKIMAN	+9,121	+135,628
RUMPUT	-0,293	-100
SAWAH IRIGASI	-1,500	-100
SAWAH TADAH HUJAN	+0,213	+13,578
TEGALAN	-0,219	-100

Berdasarkan tabel diatas terlihat pada penggunaan lahan terjadi perubahan yang sangat signifikan pada kebun dan pemukiman, sedangkan yang lainnya mengalami perubahan yang relatif sedikit. Namun untuk wilayah penggunaan lahan air tawar, belukar/semak, hutan, rumput, sawah irigasi dan tegalan ditetaptkan sudah tidak ada atau beralih fungsi menjadi lahan pemukiman. Dari perubahan tersebut apabila dikaitkan dengan besarnya debit puncak banjir pada tahun 2029 mendatang kemungkinan besar banjir akan terulang kembali akibat dari perubahan penggunaan lahan yang sangat besar terutama pertumbuhan wilayah pemukiman.

#### 4.9 Hasil Analisa Karakteristik DAS Beringin

Karakteristik DAS Beringin diambil dengan menganalisa dan membaca peta dari pengolahan data yang sudah dilakukan sebelumnya. Terdapat 3 (tiga) faktor karakteristik DAS hasil analisa dari karakteristik DAS Beringin, yaitu faktor meteorologi, faktor morfologi dan faktor morfometri.



#### 4.9.1 Karakteristik Meteorologi DAS

Hasil dari karakteristik meteorologi DAS Beringin berupa curah hujan yang diambil dari satu buah stasiun hujan Gunung Pati, berikut hasil data curah hujan tahunan DAS Beringin pada Tabel 4.44 dibawah ini:

Tabel 4.44 Curah Hujan Tahunan DAS Beringin

Tahun	Curah Hujan DAS ( $R_{24}$ ) (mm)
2006	174,0
2007	90,0
2008	114,0
2009	108,0
2010	165,0
2011	125,0
2012	99,0
2013	146,0
2014	148,0
2015	106,0

#### 4.9.2 Karakteristik Morfologi DAS

Hasil dari karakteristik meteorologi DAS Beringin berupa jenis tanah yang terdapat pada DAS Beringin dan topografi berupa ketinggian wilayah, kemiringan lahan wilayah DAS dan penggunaan lahan DAS. Jenis tanah yang terdapat pada DAS Beringin berupa tanah aluvial dan mediteran coklat dengan klasifikasi tanah untuk jenis tanah aluvial termasuk kelas A dan jenis tanah mediteran coklat termasuk kelas D.

Topografi wilayah DAS Beringin terletak pada ketinggian 1 mdpl hingga 219 mdpl. Ketinggian 1 mdpl sebagai titik terendah terdapat pada bagian hilir yang terletak di Kecamatan Tugu bagian Utara Kota Semarang. Sedangkan ketinggian 219 mdpl sebagai titik tertinggi terdapat pada bagian hulu yang terletak di Kecamatan Mijen.

Penggunaan lahan DAS Beringin tahun 2029 terbesar pada wilayah kebun dan pemukiman, wilayah kebun berubah menjadi 4,825 km<sup>2</sup> atau



sebesar 15,107% sedangkan wilayah pemukiman berubah menjadi 15,846 km<sup>2</sup> atau sebesar 49,620%. Untuk wilayah penggunaan lahan berupa air tawar, belukar/semak, hutan, rumput, sawah irigasi dan tegalan ditetapkan tidak ada atau sudah beralih fungsi menjadi lahan pemukiman.

#### 4.9.3 Karakteristik Morfometri DAS

Hasil dari karakteristik morfometri DAS Beringin berupa Luas keseluruhan DAS Beringin yang diteliti sebesar 31,936 km<sup>2</sup> yang didapat dari pengolahan data menggunakan bantuan *software* ArcGIS. Bentuk DAS Beringin berupa membulat atau melebar yang didapat dari persamaan:

$$Rc = \frac{4 \times \pi \times A}{P^2}$$

$$Rc = \frac{4 \times 3,14 \times 31,936}{34,953^2}$$

$$Rc = 0,328$$

Dari hasil nilai bentuk kebulatan DAS ( $Rc$ ) sebesar 0,328 yang berarti kurang dari 0,5 ( $<0,5$ ), maka bentuk DAS Beringin adalah membulat atau melebar dengan kenaikan maupun penurunan debit puncak berlangsung lama.