

## KETERSEDIAAN AIR DAN SEDIMENTASI DI BENDUNGAN WAY BESAI

Dwi Jokowinarno<sup>1\*</sup>, Dyah Indriana Kusumastuti<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung  
\*d.jokowinarno@gmail.com

### ABSTRAK

PLTA Way Besai yang terletak di Kecamatan Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung dibangun untuk membangkitkan daya *output* maksimum sebesar 90,4 MW (2 x 45 MW) dengan memanfaatkan debit dan tinggi terjun air. Ketersediaan air dan sedimentasi merupakan permasalahan utama yang sering terjadi pada Bendungan PLTA. Dari *Flow Duration Curve* DAS Way Besai didapatkan nilai probabilitas  $Q_{10\%}$ ,  $Q_{20\%}$ ,  $Q_{30\%}$ ,  $Q_{40\%}$ ,  $Q_{50\%}$ ,  $Q_{60\%}$ ,  $Q_{70\%}$ ,  $Q_{80\%}$  dan  $Q_{90\%}$  sebesar 46 m<sup>3</sup>/det, 35 m<sup>3</sup>/det, 28 m<sup>3</sup>/det, 23 m<sup>3</sup>/det, 20 m<sup>3</sup>/det, 17 m<sup>3</sup>/det, 15 m<sup>3</sup>/det, 12 m<sup>3</sup>/det, 8 m<sup>3</sup>/det dan 1,25 m<sup>3</sup>/dt. Debit rancangan untuk kala ulang 2 th, 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th dan 200 th dengan menggunakan 4 data maksimum tahunan adalah 74 m<sup>3</sup>/det, 115 m<sup>3</sup>/det, 143 m<sup>3</sup>/det, 181 m<sup>3</sup>/det, 211 m<sup>3</sup>/det, 241 m<sup>3</sup>/det dan 272 m<sup>3</sup>/det. Sedimentasi yang didapat dari perhitungan dengan metode USLE sebesar 305 ton/ha/th yang tergolong dalam Kelas Bahaya Erosi IV atau berat, dan potensi sedimentasi 165.079 ton/tahun.

Kata kunci: PLTA, ketersediaan Air, sedimentasi

### ABSTRACT

*Way Besai Hydroelectric Power located in Sumber Jaya district, West Lampung regency, Lampung province was built to generate maximum output power 90.4 MW (2 x 45 MW) utilizes discharge and potential head. Water availability and sedimentation are the major problems in hydropower dams. From Flow Duration Curve of Way Besai catchment it is obtained that the probabilities of  $Q_{10\%}$ ,  $Q_{20\%}$ ,  $Q_{30\%}$ ,  $Q_{40\%}$ ,  $Q_{50\%}$ ,  $Q_{60\%}$ ,  $Q_{70\%}$ ,  $Q_{80\%}$  and  $Q_{90\%}$  are 46 m<sup>3</sup>/s, 35 m<sup>3</sup>/s, 28 m<sup>3</sup>/s, 23 m<sup>3</sup>/s, 20 m<sup>3</sup>/s, 17 m<sup>3</sup>/s, 15 m<sup>3</sup>/s, 12 m<sup>3</sup>/s, 8 m<sup>3</sup>/s and 1,25 m<sup>3</sup>/s respectively. Flood design for return periods of 2, 5, 10, 25, 50, 100 and 200 years using 4 annual maximum data are 74 m<sup>3</sup>/s, 115 m<sup>3</sup>/s, 143 m<sup>3</sup>/s, 181 m<sup>3</sup>/s, 211 m<sup>3</sup>/s, 241 m<sup>3</sup>/s dan 272 m<sup>3</sup>/s respectively. Calculated sediment yield using USLE method is 305 ton/ha/year which is classified as Erosion Risk Class IV or high risk, and sediment rate is 165,079 ton/year.*

*Keywords: Hydroelectric Power, water availability, sedimentation*

## **1. LATAR BELAKANG**

PLTA Way Besai yang terletak di Kecamatan Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung dibangun untuk membangkitkan daya *output* maksimum sebesar 90,4 MW (2 x 45 MW) dengan memanfaatkan debit dan tinggi terjun air. Secara teknis untuk mendapat dua parameter (debit dan *head*) tersebut dibangun waduk/bendungan dengan ketinggian tertentu.

PLTA Way Besai merupakan pembangkit dengan tipe *run off river* dengan tampungan atau Kolam Tando Harian untuk pengoperasian dalam rangka memenuhi kebutuhan listrik pada jam puncak. DAS (Daerah Aliran Sungai) Way Besai pada PLTA Way Besai memiliki luas 415 km<sup>2</sup>, dengan volume tampungan kotor pada KTH sebesar 1.200.000 m<sup>3</sup> sedangkan volume efektif 1.070.000 m<sup>3</sup>. Luas genangan tampungan sebesar 0,70 km<sup>2</sup> dengan debit pembangkit sebesar 24,30 m<sup>3</sup>/det.

PLTA Way Besai yang berada di Lampung Barat mengalami penurunan energi listrik. Penurunan daya mencapai 40 MW dimana sebelumnya memiliki pasokan energi 90 MW, namun saat ini hanya bisa dioperasikan sekitar 50 MW.

Ketersediaan air terutama air permukaan sangat bergantung pada pengelolaan asal air tersebut, yaitu sungai, dimana sungai-sungai bergabung dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Dalam konteks pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS), sedimentasi merupakan permasalahan yang penting karena kerugian yang ditimbulkan oleh adanya proses sedimentasi lebih besar dibanding manfaat yang diperoleh.

## **2. DATA MASUKAN**

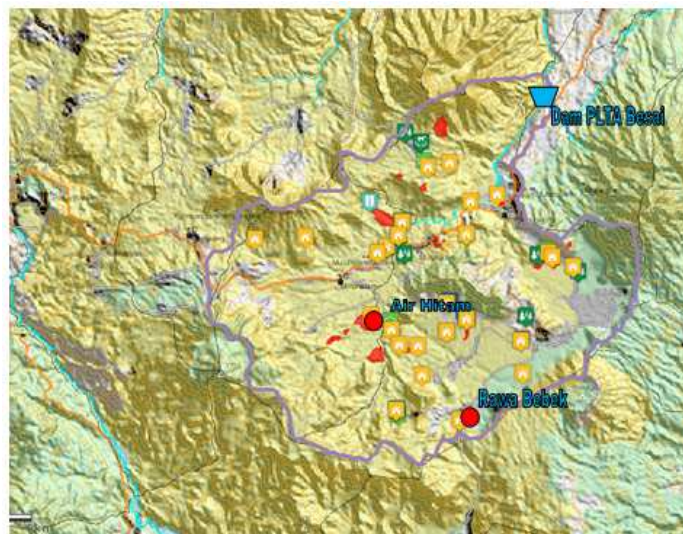
### **2.1. Data Hujan**

Terdapat beberapa stasiun hujan di dalam DAS Way Besai diantaranya stasiun hujan Mutar Alam, Pajar Bulan, Sumber jaya, Bungin, Pinau Jaya, Rawa bebek dan Air Item. Namun stasiun hujan yang masih memiliki data yang cukup bagus adalah Stasiun Rawa Bebek dan Stasiun Air Item. Periode pencatatan adalah dari tahun 1974 – 2005.

Lokasi masing-masing stasiun dapat dilihat pada tabel dan gambar peta lokasi stasiun hujan berikut :

Tabel 1. Lokasi Stasiun Hujan DAS Way Besai

Stasiun	Latitude	Longitude	Periode pencatatan
Air Item	5 <sup>0</sup> 4'59,999"	104 <sup>0</sup> 25'0,001"	1974 - 2005
Rawa Bebek	5 <sup>0</sup> 7'0,001"	104 <sup>0</sup> 28'59,999"	1974 - 2005

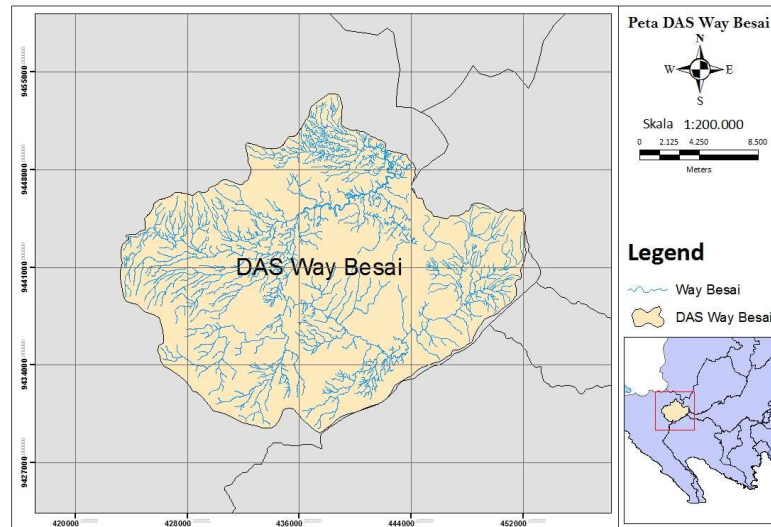


Gambar 1. Peta Lokasi Stasiun Hujan

## 2.2. Data Tinggi Muka Air

Pada penelitian ini, digunakan data tinggi muka air yang didapat dari AWLR di Way Petai.

## 2.3. Data spasial

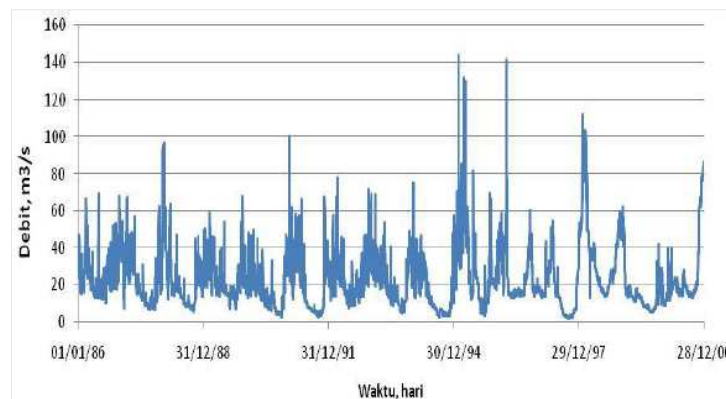


Gambar 2. Peta DAS Way Besai (Darojat, 2013)

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1. Ketersediaan Air

Berdasar data seri berkala debit harian tanggal 01 Januari 1986 sampai dengan 31 Desember 2000, bisa dipaparkan sebagai berikut:



Gambar 3. Fluktuasi debit harian dari tanggal 01 Jan 1986 - 31 Desember 2000.

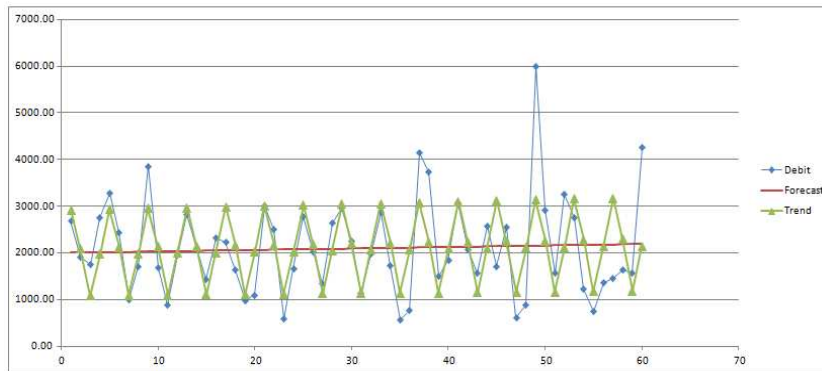
Data 5.479 hari tersebut mempunyai karakteristik nilai debit maksimum adalah  $141 \text{ m}^3/\text{det}$  yang terjadi pada tanggal 13 Februari 1995 dan 07 April 1996; debit rerata adalah  $23,05 \text{ m}^3/\text{det}$ ; serta debit minimum sebesar  $2,23 \text{ m}^3/\text{det}$  yang terjadi pada tanggal 27 September 1997, 28 September 1997, dan 03 Oktober 1997. Dengan menggunakan analisis frekuensi untuk berbagai  $n$  maksimum data, maka akan didapatkan debit untuk berbagai kala ulang.

Tabel 2. Debit rancangan pada berbagai kala ulang berdasar data time series.

Kala Ulang (Tahun)	$Q_T$ (m <sup>3</sup> /detik)				
	1 Maksimum	2 Maksimum	3 Maksimum	4 Maksimum	5 Maksimum
2	80,9259	80,9699	74,4711	74,1871	83,5229
5	113,6227	129,5012	117,5993	114,505	132,122
10	175,3412	165,7691	150,5645	143,1383	169,659
25	233,8194	215,1129	197,1576	181,1759	223,047
50	277,9003	254,7786	235,3567	210,6233	267,075
100	326,5197	296,5872	276,7292	240,8301	314,993
200	378,297	341,047	321,5202	272,2421	367,126

Dari perhitungan debit rancangan dengan menggunakan model hujan-aliran dan yang berdasar *time series*, maka penentuan debit rancangan pada berbagai kala ulang berdasar *time series* dengan menggunakan 4 data maksimum merupakan metode yang lebih mendekati dengan data sebenarnya di lapangan.

Kecenderungan ketersediaan debit Way Besai dari waktu ke waktu menunjukkan *trend* naik, seperti yang tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. *Trend* debit dari Tahun 1986 hingga Tahun 2000

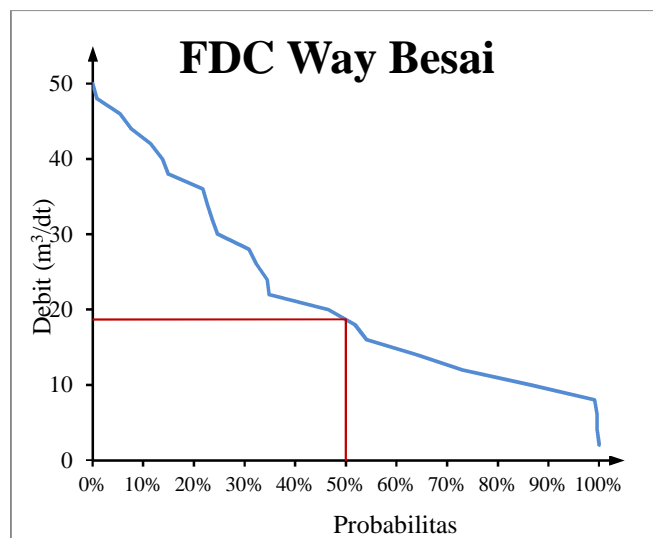
Trend ketersediaan debit yang naik tersebut mengikuti persamaan sebagai berikut:  $Y = 1999,471 + 3,20345 X$ . Walaupun *trend* ketersediaan debit tersebut menunjukkan kecenderungan naik, namun demikian dalam kaitannya dengan kebutuhan untuk PLTA, tidak berarti bisa optimal dimanfaatkan untuk produksi. Karena yang dibutuhkan adalah ketersediaan debit air pada saat "kemarau" supaya tetap memenuhi hingga 48 m<sup>3</sup>/det.

### 3.2. *FLOW DURATION CURVE*

*Flow Duration Curve* (FDC) adalah grafik hubungan antara debit dan waktu. FDC dapat memberikan informasi mengenai debit aliran yang melewati suatu lokasi tertentu dan pada rentang waktu tertentu yang bermanfaat untuk merancang suatu struktur PLTA, sehingga struktur PLTA tersebut dapat dirancang untuk beroperasi dengan maksimal pada rentang debit tertentu.

### 3.2.1. FDC Debit Produksi

FDC dibuat berdasarkan data debit yang tercatat pada waduk PLTA Way Besai selama 9 tahun dari tahun 2004 sampai tahun 2012. Grafik FDC dapat dilihat pada Gambar 5.

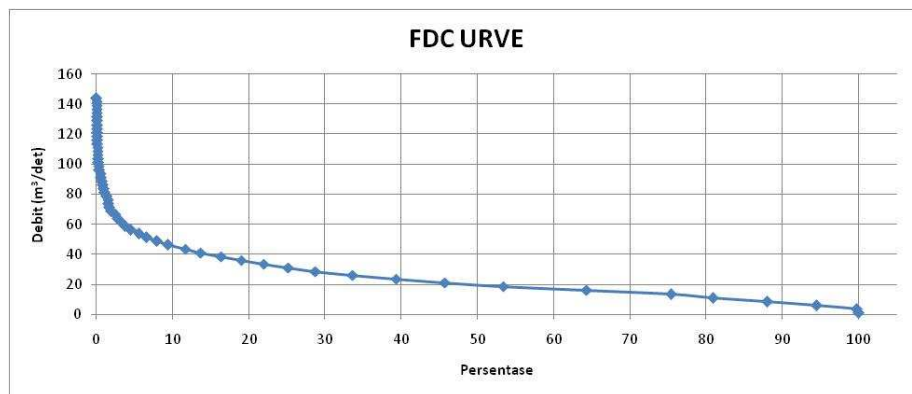


Gambar 5. FDC debit produksi

Tabel 3. Nilai debit untuk masing-masing probabilitas

No.	Probabilitas	Debit (m³/dt)
1	10%	42,73
2	20%	36,50
3	30%	28,28
4	40%	21,11
5	50%	18,68
6	60%	14,80
7	70%	12,67
8	80%	10,48
9	90%	9,44
10	100%	2,00

### 3.2.2. FDC Debit Time Series (1986-2000)



Gambar 6. Kurva FDC berdasar data debit *time series*.

Tabel 4. Nilai debit Tahun 1986-2000 untuk masing-masing probabilitas

No.	Probabilitas	Debit (m <sup>3</sup> /dt)
1	10%	45,56
2	20%	35,39
3	30%	28,08
4	40%	23,47
5	50%	19,84
6	60%	17,23
7	70%	14,97
8	80%	11,65
9	90%	7,99
10	100%	1,25

Nilai debit untuk masing-masing probabilitas pada Kurva FDC yang berdasar pada data debit *time series* adalah lebih besar dibanding debit produksi, karena kurva FDC pada Gambar 4. merupakan debit air yang digunakan untuk produksi listrik, dimana sering kali debit yang ada dibuang dan dialirkan melalui pelimpah (*spillway*). Dari Kurva FDC terlihat bahwa probabilitas debit pada rentang waktu 1986-2000 dengan rentang waktu 2004-2012 tidak berbeda signifikan.

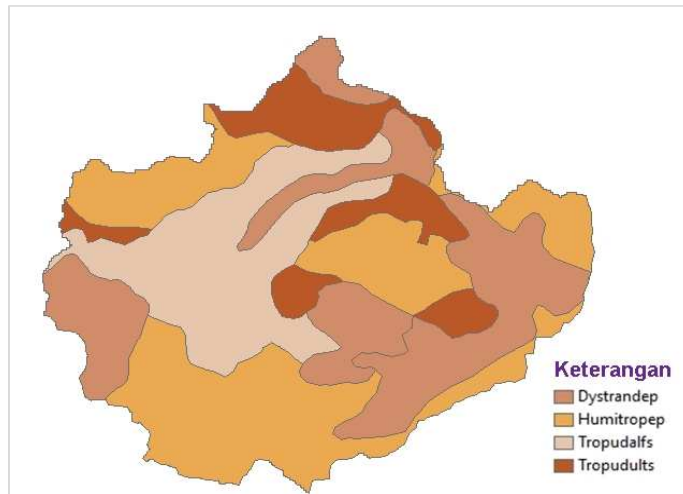
### 3.3. Sedimen

Analisis sedimen dilakukan pada DAS Way Besai, yaitu pada Pekon Way Petai Kecamatan Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat. Metode USLE digunakan untuk menganalisis sedimen pada Pekon Way Petai.

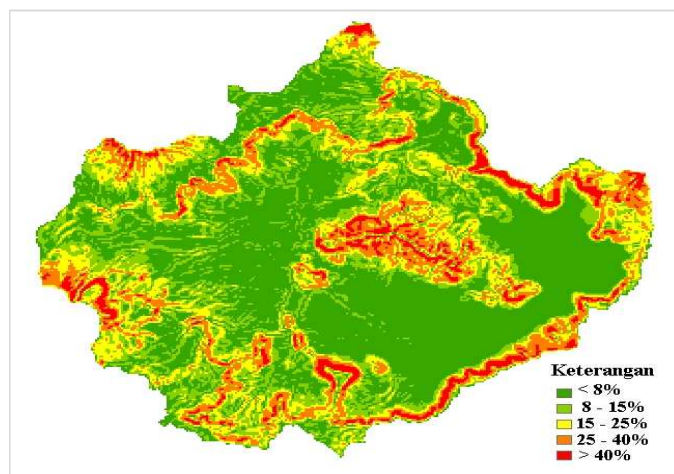
Besar kecilnya tingkat erosi tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor penyebab erosi. Faktor erosivitas (R), erodibilitas (K), kelerengan (Ls), pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi (P) tanah merupakan lima faktor yang dipertimbangkan dalam prediksi erosi menggunakan metode USLE. Formulasi dari metode USLE adalah (Asdak, 2007):

$$E = R.K.Ls.C.P$$

Aliran air yang terakumulasi pada suatu tempat akan menimbulkan tingginya tingkat erosi di daerah tempat terakumulasi air tersebut (As syakur, 2008). Menurut Arsyad (1989) air yang mengalir di permukaan tanah akan terkumpul di ujung lereng yang menyebabkan jumlah dan kecepatan air akan lebih besar di bagian bagian bawah lereng, hal ini mengakibatkan erosi yang terjadi akan lebih besar di bagian bawah lereng daripada bagian atas.

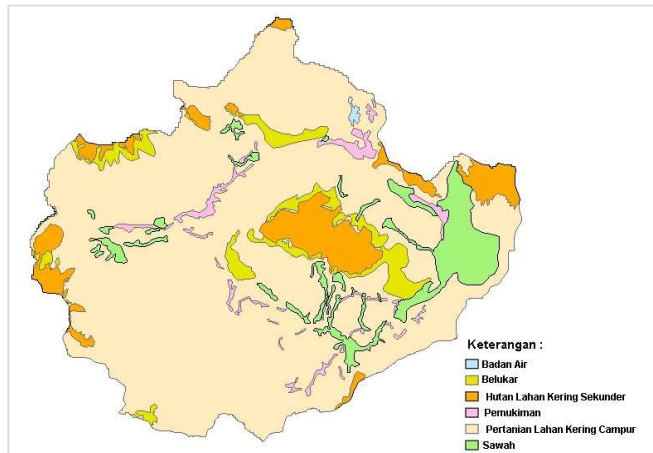


Gambar 7. Peta Jenis Tanah DAS Way Besai



Gambar 8. Peta Kemiringan Lereng DAS Way Besai





Gambar 9. Peta Jenis Tutupan Lahan DAS Way Besai

Tabel 5. Besarnya Nilai Erosi pada DAS Way Besai

Kemiringan Lahan (%)	R	K	Ls	C	P	Erosi (ton/ha/th)
< 8%	1473,350	0,208	0,400	0,108	0,437	5,76
8% -15%	1473,350	0,208	1,400	0,108	0,437	20,14
15% - 25%	1473,350	0,208	3,100	0,108	0,437	44,60
25% - 45%	1473,350	0,208	6,800	0,108	0,437	97,84
>45%	1473,350	0,208	9,500	0,108	0,437	136,69
Jumlah Tingkat Bahaya Erosi						305,03

Berdasarkan tabel perhitungan di atas dapat diketahui tingkat bahaya erosi DAS Besai sebesar 305,03 ton/ha/th yang tergolong dalam Kelas Bahaya Erosi IV atau berat (Departemen Kehutanan, 2008). Untuk mengurangi tingkat bahaya erosi yang tinggi tersebut, upaya yang dapat dilakukan terutama dengan melakukan atau mengurangi nilai pengelolaan tanaman dan faktor konservasi tanah (Sucipto, 2008).

Tabel 6. Perhitungan Prakiraan Besarnya Sedimen Way Besai

Kemiringan Lahan (%)	Erosi (ton/ha/th)	Luas (Ha)	SDR	Sedimentasi Potensial (ton/th)
0-8	5,76	18101,78	0,086	8979,57
8-15	20,14	9282,33	0,105	19691,48
15-25	44,60	6911,67	0,115	35469,91
25- 45	97,84	6096,00	0,119	71257,55
>45	136,69	1082,00	0,201	29680,63
Jumlah Sedimen				165079,13

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

#### **4.1. Kesimpulan**

1. Dari *Flow Duration Curve* DAS Way Besai didapatkan nilai probabilitas  $Q_{10\%}$ ,  $Q_{20\%}$ ,  $Q_{30\%}$ ,  $Q_{40\%}$ ,  $Q_{50\%}$ ,  $Q_{60\%}$ ,  $Q_{70\%}$ ,  $Q_{80\%}$  dan  $Q_{90\%}$  sebesar 46 m<sup>3</sup>/det, 35 m<sup>3</sup>/det, 28 m<sup>3</sup>/det, 23 m<sup>3</sup>/det, 20 m<sup>3</sup>/det, 17 m<sup>3</sup>/det, 15 m<sup>3</sup>/det, 12 m<sup>3</sup>/det, 8 m<sup>3</sup>/det dan 1,25 m<sup>3</sup>/dt
2. Debit rancangan untuk kala ulang 2 th, 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th dan 200 th dengan menggunakan 4 data maksimum tahunan adalah 74 m<sup>3</sup>/det, 115 m<sup>3</sup>/det, 143 m<sup>3</sup>/det, 181 m<sup>3</sup>/det, 211 m<sup>3</sup>/det, 241 m<sup>3</sup>/det dan 272 m<sup>3</sup>/det.
3. Sedimentasi yang didapat dari perhitungan dengan metode USLE sebesar 305 ton/ha/th yang tergolong dalam Kelas Bahaya Erosi IV atau berat atau potensi sedimentasi sebesar 165.079 ton/tahun.

#### **4.2. Saran**

1. FDC yang baik dihasilkan oleh DAS dengan debit yang tidak fluktuatif yang berarti dengan menjaga kualitas DAS
2. Mengurangi transformasi hujan menjadi aliran akan mengurangi puncak debit rancangan.
3. Konservasi perlu dilakukan untuk menurunkan laju sedimentasi
4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai Hidrograf Satuan Terukur untuk sistem Waduk.

#### **REFERENSI**

- Arsyad, S., 1989, Konservasi Tanah dan Air, IPB Press: Bogor.
- Asdak, C., 2007, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- As-syakur, Rahman, A., 2008, Prediksi Erosi Dengan Menggunakan Metode USLE dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Pikel di Daerah Tangkapan Air Danau Buyan, Jurnal Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Universitas Udayana: Bali.
- Darojat, A., 2013, Analisis Sedimentasi Untuk Studi Kelayakan Plta Pada Way Semaka Dan Way Semung, Skripsi, Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Departemen Kehutanan, 2008, Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Teknik Lapangan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai, Departemen Kehutanan: Jakarta.

Sucipto, 2008, Kajian Sedimentasi di Sungai Kaligarang Dalam Upaya Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kaligarang – Semarang, Universitas Diponegoro: Semarang.