

KOMPARASI METODE FORMULASI INTENSITAS HUJAN ANTARA KAWASAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) SEMITAN DAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) SEBERANG (RANAI, KABUPATEN NATUNA)

Magdalena Delvia¹⁾, Azwa Nirmala²⁾, Nashrullah Chatib²⁾
Email: magda_holic@yahoo.co.id

Abstract

The rainfall station distance which is located not far apart will produce the same formulation rain intensity. The formulation that are commonly known to calculate the rainfall intensity is the Talbot formulation, Sherman formulation dan ishiguro formulation. The aim of this research is to know whether both of the watershed have the same or different formulation method. This research was conducted in Ranai City, Natuna. The result shows that of watershed Semitan has the smallest value of standard deviation that is 23,747 with Sherman formulation methods and the correlation value is 0,9997 whereas the Seberang of watershed has the smallest value of standard deviation that is 22,206 with Sherman formulation methods and the correlation value is 0,9996.

keywords : Rainfall Intensity, Ranai, Sherman, River

1. PENDAHULUAN

Jarak stasiun curah hujan yang letaknya tidak berjauhan akan menghasilkan formulasi intensitas hujan yang sama. Formulasi yang biasa dikenal untuk menghitung intensitas curah hujan yaitu formulasi Talbot, Sherman dan Ishiguro. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kedua DAS tersebut memiliki metode formulasi yang sama atau berbeda

2. GAMBARAN UMUM

2.1 Batas Wilayah

Batas wilayah Kabupaten Natuna:

- Sebelah utara: Vietnam dan Kamboja.
- Sebelah selatan: Kabupaten Kepulauan Riau.
- Sebelah barat: Semenanjung Malaysia dan Kabupaten Anambas.
- Sebelah timur: Malaysia Timur dan Kalimantan Barat.

2.2 Letak Geografis

Kabupaten Natuna terletak pada posisi 1° 16' - 7° 19' Lintang Utara (LU) dan 105° 00' - 110° 00' Bujur Timur (BT) dengan luas wilayah 264.788,51 km² terdiri dari wilayah perairan seluas 262.156,57 km² dan sisanya berupa luas daratan yaitu 2.631,940 km².

2.3 Kondisi Topografi

Berdasarkan kondisi fisiknya Kabupaten Natuna terdiri dari tanah berbukit dan gunung batu. Dataran rendah umumnya terdapat di pinggiran pantai dan sebagian terdapat daerah aliran sungai besar dan rawa.

2.4 Kondisi Hidrologi

Keberadaan hidrologi di Kabupaten Natuna ada dua macam yaitu air permukaan dan air tanah.

2.5 Kondisi Topografi DAS

- Topografi DAS Semitan
DAS Semitan terletak di Kecamatan Bunguran Timur Laut, Desa Pengadah. Luas DAS Semitan adalah 4753 Ha, panjangnya 25.513 m, lebarnya 20-200 m dan kedalamannya 5-15 m.
- Topografi DAS Seberang
DAS Seberang terletak di Kecamatan Bunguran Barat, Desa Piantengah. Luas DAS Seberang adalah 6691 Ha, panjangnya 32.741 m, lebarnya 3-25 m dan kedalamannya 5-10 m.

Tabel 1. Daftar Nama Stasiun Hujan

DAS	Nama Stasiun	Keterangan
Semitan	Setuik	Tidak Aktif
	Selulok	Tidak Aktif
	Semitan	Aktif
Seberang	Sebuton	Tidak Aktif
	Seberang	Aktif
	Senak	Tidak Aktif

Sumber : Kantor BMKG Propinsi Kepulauan Riau

3. TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungannya dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup.

3.2 Sungai

Sungai berfungsi sebagai pengumpul curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut.

3.3 Hujan

Hujan adalah titik-titik air yang jatuh dari awan melalui atmosfer ke permukaan bumi secara proses alam.

3.4 Analisis Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Parameter statistik analisis frekuensi adalah sebagai berikut:

- Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

- Standar deviasi (Sx)

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

- Koefisien kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)Sx^3} \sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^3$$

- Koefisien kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sx^4} \sum (Xi - X)^4$$

- Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sx}{\bar{X}}$$

3.5 Analisis Hujan Rencana

Untuk menghitung intensitas hujan rencana:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

Berdasarkan data hujan jangka pendek maka lengkung IDF dapat dibuat dengan beberapa formulasi sebagai berikut :

- Talbot

$$I = \frac{a}{t + b}$$

Dengan:

$$a = \frac{\sum(It) \sum(I^2) - \sum(I^2t) \sum I}{N \sum(I^2) - (\sum(I))^2}$$

$$b = \frac{\sum(I) \sum(It) - N \sum(I^2t)}{N \sum(I^2) - (\sum(I))^2}$$

I = intensitas curah hujan

t = lamanya curah hujan

- Sherman

$$I = \frac{a}{t^n}$$

Dengan:

$$a = \frac{\sum(\log I) \sum(\log t)^2 - \sum((\log t) \cdot \log I) (\sum \log t)}{N \sum(\log t)^2 - (\sum(\log t))^2}$$

$$n = \frac{\sum(\log I) \sum(\log t) - N \sum((\log t) \cdot \log I)}{N \sum(\log t)^2 - (\sum(\log t))^2}$$

I = intensitas curah hujan

t = lamanya curah hujan

- Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t + b}}$$

Dengan:

$$a = \frac{\sum(I\sqrt{t}) \sum I^2 - \sum(I\sqrt{t}) \sum(I)}{N \sum(I^2) - (\sum(I))^2}$$

$$b = \frac{\sum(I) \sum(I\sqrt{t}) - N \sum(I^2t)}{N \sum(I^2) - (\sum(I))^2}$$

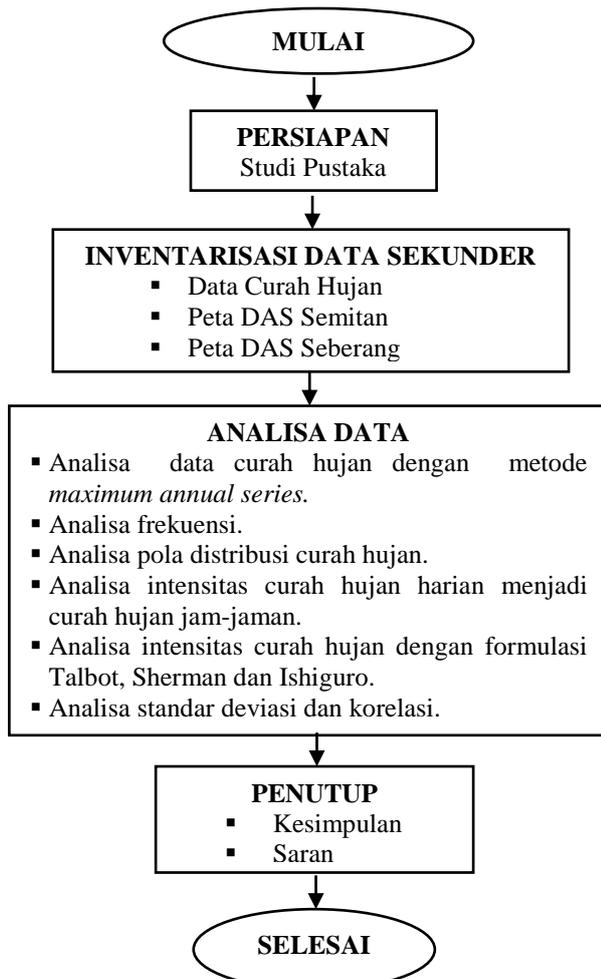
I = intensitas curah hujan

t = lamanya curah hujan

n = jumlah pengamatan

4. METODE PENELITIAN

4.1 Bagan ALir Penelitian



Gambar 1. Kerangka Pelaksanaan

4.2. Tahapan Penelitian

Secara umum metodologi penelitian meliputi survey lokasi, studi pustaka pengumpulan data, analisa data kemudian menarik kesimpulan dari hasil analisa data yang diperoleh.

4.2.1. Pendahuluan

Adapun tahap pendahuluan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan guna mendapatkan teori-teori yang berkaitan dengan metode formulasi intensitas hujan di kawasan daerah aliran sungai (DAS) Semitan dan daerah aliran sungai (DAS) Seberang.

4.2.2. Inventarisasi Data Sekunder

Data yang dikumpul adalah data sekunder diperoleh dari instansi terkait, adapun data-data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut :

- Data curah hujan DAS Semitan dan DAS Seberang

Data curah hujan diperoleh dari kantor BMKG Kabupaten Natuna.

- Peta DAS Semitan dan DAS Seberang
Peta DAS Semitan dan DAS Seberang diperoleh dari kantor BAPPEDA Kabupaten Natuna.

4.2.3. Analisa Data

Adapun tahap-tahap analisa data adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan data curah hujan maksimum menggunakan metode maximum annual series. Cara maximum annual series dilakukan dengan mengambil satu data maksimum setiap tahun, yang berarti jumlah data dalam seri (tahun) akan sama dengan panjang data yang tersedia.
- b. Menghitung analisis frekuensi. Data yang telah diurutkan dari kecil ke besar, yaitu rerata (\bar{x}), standar deviasi (S), koefisien variasi (C_v), koefisien skewness (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k).
- c. Menentukan pola distribusi curah hujan yang cocok dengan menggunakan metode Normal, metode Log Normal, metode Gumbel dan metode Log Pearson.
- d. Menghitung intensitas curah hujan harian menjadi curah hujan jam-jaman, dimana perhitungan ini menggunakan metode Mononobe berdasarkan kala ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun dalam durasi 15, 30, 60, 90, 120 dan 180 menit.
- e. Menghitung intensitas curah hujan dengan metode Talbot, Sherman dan Ishiguro. Setelah menghitung nilai intensitas hujan tetap maka dilakukan perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan tiga formulasi yakni dengan metode Talbot, Sherman dan Ishiguro.
- f. Pengkomparasian berdasarkan nilai standar deviasi dan korelasi. Hasil komparasi yang dipilih adalah berdasarkan nilai standar deviasi terkecil dan nilai korelasi yang terbaik.

4.2.4. Penutup

Adapun yang meliputi bagian penutup adalah sebagai berikut :

a. Kesimpulan

Hasil analisis yang telah dikaji dan diperoleh akan ditarik kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian.

b. Saran

Meliputi beberapa hal yang dapat disarankan dalam penelitian ini guna

sebagai bahan pertimbangan untuk kemajuan penelitian yang mungkin akan dilakukan selanjutnya.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 DAS Semitan

Hasil analisis frekuensi dari perhitungan hujan rencana dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Besaran Intensitas Hujan

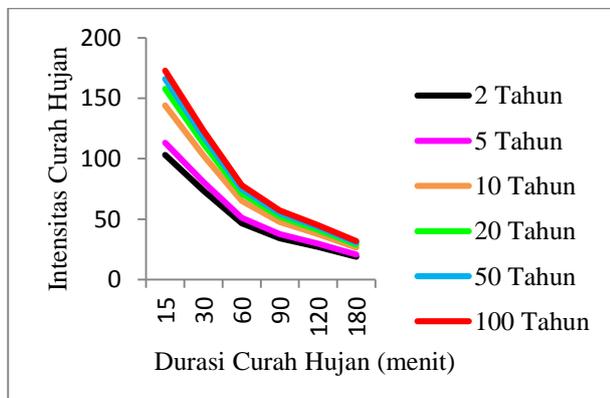
T	Intensitas hujan I (mm/jam) pada menit (t)					
	15	30	60	90	120	180
2	109.062	68.708	43.285	33.034	27.269	20.811
5	119.666	75.389	47.494	36.246	29.921	22.835
10	152.219	95.897	60.414	46.106	38.061	29.047
20	166.714	105.028	66.167	50.497	41.685	31.812
50	175.417	110.511	69.621	53.132	43.861	33.473
100	182.756	115.134	72.534	55.355	45.696	34.873

Hasil perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan formulasi Talbot dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 3. Intensitas Hujan Metode Talbot

T	Intensitas Hujan (mm/jam)					
	15	30	60	90	120	180
2	103.188	73.468	46.616	34.139	26.931	18.935
5	113.167	80.632	51.195	37.503	29.589	20.809
10	144.024	102.544	65.065	47.649	37.589	26.428
20	157.737	112.307	71.259	52.186	41.167	28.944
50	165.969	118.169	74.979	54.909	43.316	30.455
100	172.913	123.112	78.116	57.207	45.128	31.729

Sumber : hasil perhitungan



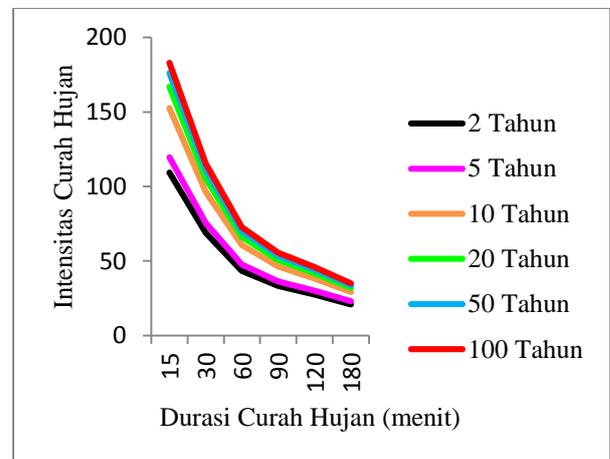
Gambar 2. Kurva IDF intensitas curah hujan metode Talbot

Hasil perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan formulasi Sherman dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 4. Intensitas Hujan Metode Sherman

T	Intensitas Hujan (mm/jam)					
	15	30	60	90	120	180
2	109.327	68.903	43.427	33.149	27.369	20.893
5	119.598	75.377	47.507	36.264	29.941	22.856
10	152.659	96.214	60.639	46.289	38.218	29.174
20	167.003	105.254	66.337	50.638	41.809	31.915
50	176.086	110.979	69.945	53.392	44.083	33.651
100	183.115	115.409	72.737	55.524	45.843	34.994

Sumber : hasil perhitungan



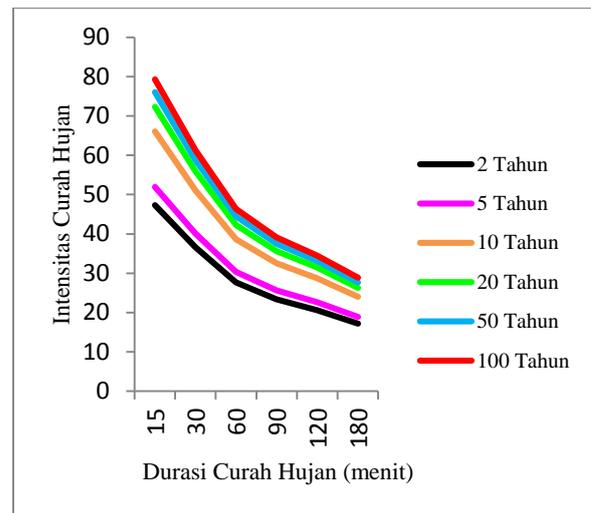
Gambar 3. Kurva IDF intensitas curah hujan metode Sherman

Hasil perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan formulasi Ishiguro dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Intensitas Hujan Metode Ishiguro

T	Intensitas Hujan (mm/jam)					
	15	30	60	90	120	180
2	47.318	36.558	27.668	23.315	20.585	17.206
5	51.919	40.114	30.358	25.583	22.587	18.879
10	66.044	51.026	38.617	32.542	28.731	24.014
20	72.332	55.884	42.294	35.639	31.466	26.301
50	76.108	58.801	44.501	37.501	33.109	27.674
100	79.292	61.261	46.363	39.069	34.494	28.831

Sumber : hasil perhitungan



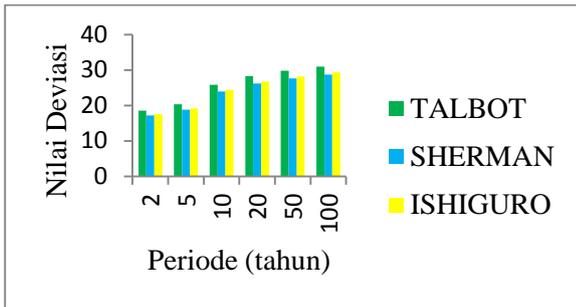
Gambar 4. Kurva IDF intensitas curah hujan metode Ishiguro

Kemudian dari hasil perhitungan formulasi Talbot, Sherman dan Ishiguro dilakukan pengkomparasian berdasarkan nilai perbedaan intensitas hujan terkecil dan nilai korelasi yang mendekati angka 1.

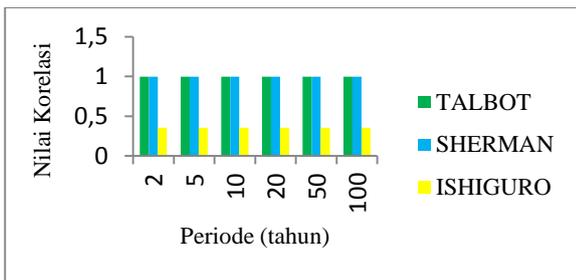
Tabel 6. Rekap Nilai Deviasi dan Korelasi Untuk Ketiga Formulasi Intensitas Hujan DAS Semitan

T	TALBOT		SHERMAN		ISHIGURO	
	DEVIASI	KORELASI	DEVIASI	KORELASI	DEVIASI	KORELASI
2	18.489	0.9995	17.159	0.9997	17.494	0.3552
5	20.342	0.9995	18.772	0.9997	19.195	0.3552
10	25.807	0.9995	23.961	0.9997	24.416	0.3552
20	28.264	0.9995	26.212	0.9997	26.741	0.3552
50	29.739	0.9995	27.638	0.9997	28.137	0.3552
100	30.983	0.9995	28.741	0.9997	29.313	0.3552
RERATA	25.604	0.9995	23.747	0.9997	24.216	0.3552

Sumber : hasil perhitungan



Gambar 5. Grafik Komparasi Nilai Deviasi Formulasi Ketiga Metode Intensitas Hujan



Gambar 6. Grafik Komparasi Nilai Korelasi Formulasi Ketiga Metode Intensitas Hujan

Berdasarkan tabel 5, maka dapat dikemukakan bahwa terdapat satu metode yang dipertimbangkan cukup baik digunakan sebagai masukan dalam perencanaan bangunan konservasi dan pemanfaatan Sumber Daya Air di kawasan DAS Semitan. Diantara ketiga metode formulasi tersebut, hanya metode formulasi Sherman merupakan metode yang paling sesuai karena mempunyai perbedaan nilai intensitas hujan terkecil yaitu 23,747 dan nilai korelasi paling baik yaitu 0,9997.

5.2 DAS Seberang

Hasil analisis frekuensi dari perhitungan hujan rencana dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Besaran Intensitas Hujan

T	Intensitas hujan I (mm/jam) pada menit (t)					
	15	30	60	90	120	180
2	108.911	68.613	43.226	32.988	27.232	20.782
5	117.401	73.962	46.595	35.559	29.355	22.403
10	142.552	89.806	56.577	43.178	35.643	27.202
20	153.381	96.628	60.875	46.458	38.351	29.268
50	159.835	100.694	63.437	48.413	39.965	30.499
100	165.185	104.065	65.559	50.033	41.302	31.521

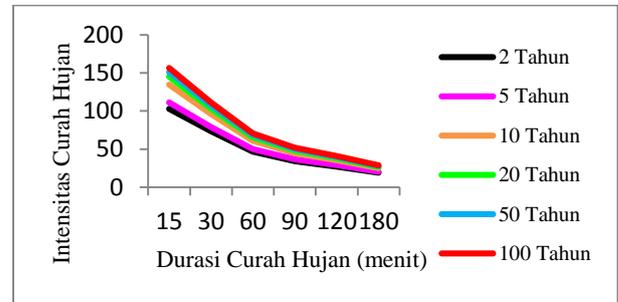
Sumber : hasil perhitungan

Hasil perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan formulasi Talbot dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 8. Intensitas Hujan Metode Talbot

T	Intensitas Hujan (mm/jam)					
	15	30	60	90	120	180
2	103.046	73.367	46.552	34.092	26.894	18.909
5	111.079	79.088	50.182	36.749	28.991	20.383
10	134.876	96.029	60.932	44.623	35.201	24.749
20	145.121	103.325	65.559	48.012	37.875	26.629
50	151.227	107.672	68.319	50.032	39.468	27.749
100	156.405	111.232	70.505	51.609	40.701	28.608

Sumber : hasil perhitungan



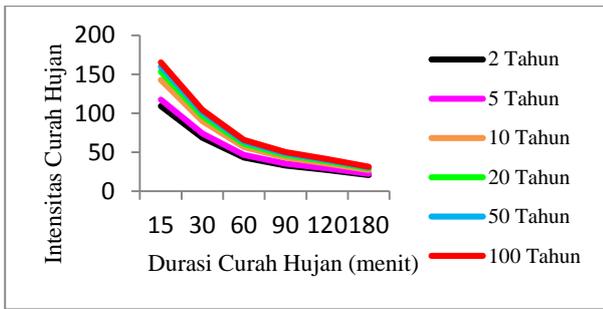
Gambar 7. Kurva IDF intensitas curah hujan metode Talbot

Hasil perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan formulasi Sherman dapat dilihat pada tabel 9.

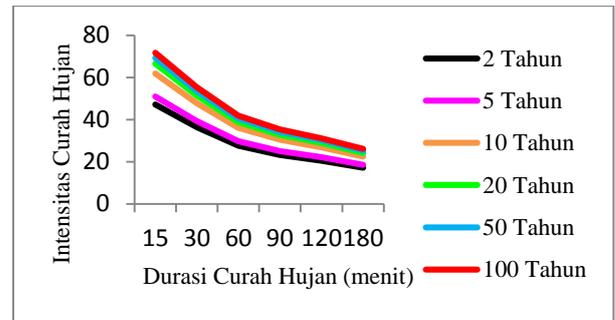
Tabel 9. Intensitas Hujan Metode Sherman

T	Intensitas Hujan (mm/jam)					
	15	30	60	90	120	180
2	109.327	68.903	43.427	33.149	27.369	20.893
5	117.686	74.172	46.747	35.685	29.463	22.489
10	142.799	89.999	56.722	43.299	35.749	27.289
20	153.364	96.658	60.919	46.503	38.395	29.309
50	160.223	100.981	63.644	48.582	40.112	30.619
100	165.472	104.289	65.729	50.174	41.426	31.622

Sumber : hasil perhitungan



Gambar 8. Kurva IDF intensitas curah hujan metode Sherman



Gambar 9. Kurva IDF intensitas curah hujan metode Ishiguro

Hasil perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan formulasi Ishiguro dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Intensitas Hujan Metode Ishiguro

T	Intensitas Hujan (mm/jam)					
	15	30	60	90	120	180
2	47.253	36.508	27.629	23.283	20.556	17.182
5	50.937	39.354	29.784	25.098	22.159	18.521
10	61.849	47.785	36.164	30.475	26.906	22.489
20	66.547	51.414	38.911	32.789	28.949	24.197
50	69.347	53.578	40.548	34.169	30.168	25.215
100	71.669	55.371	41.905	35.313	31.178	26.059

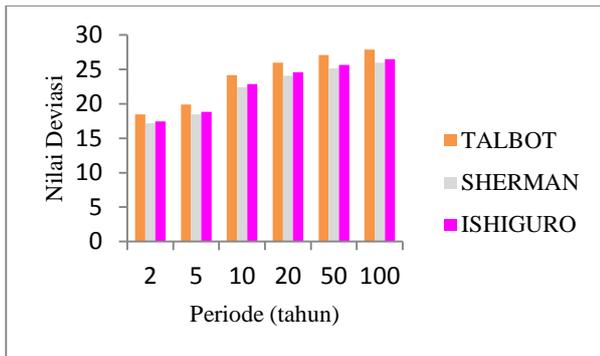
Sumber : hasil perhitungan

Kemudian dari hasil perhitungan formulasi Talbot, Sherman dan Ishiguro dilakukan pengkomparasian berdasarkan nilai perbedaan intensitas hujan terkecil dan nilai korelasi yang mendekati angka 1.

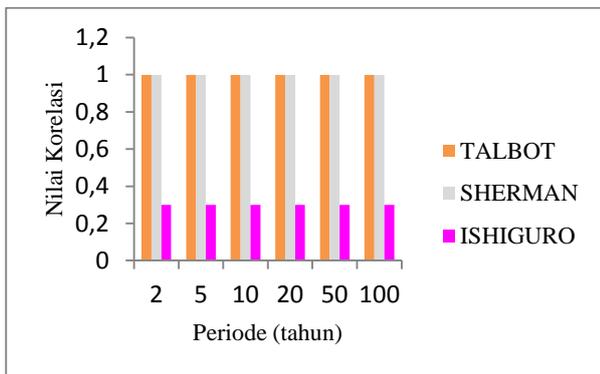
Tabel 11. Rekap Nilai Deviasi dan Korelasi Untuk Ketiga Formulasi Intensitas Hujan DAS Seberang

T	TALBOT		SHERMAN		ISHIGURO	
	DEVIASI	KORELASI	DEVIASI	KORELASI	DEVIASI	KORELASI
2	18.465	0.9994	17.159	0.9996	17.469	0.3000
5	19.904	0.9994	18.471	0.9996	18.831	0.3000
10	24.168	0.9994	22.413	0.9996	22.865	0.3000
20	26.003	0.9994	24.072	0.9996	24.602	0.3000
50	27.097	0.9994	25.148	0.9996	25.637	0.3000
100	27.886	0.9994	25.972	0.9996	26.495	0.3000
RERATA	23.919	0.9994	22.206	0.9996	22.649	0.3000

Sumber : hasil perhitungan



Gambar 10. Grafik Komparasi Nilai Deviasi Formulasi Ketiga Metode Intensitas Hujan



Gambar 11. Grafik Komparasi Nilai Korelasi Formulasi Ketiga Metode Intensitas Hujan

Berdasarkan tabel 11, maka dapat dikemukakan bahwa terdapat satu metode yang dipertimbangkan cukup baik digunakan sebagai masukan dalam perencanaan bangunan konservasi dan pemanfaatan Sumber Daya Air di kawasan DAS Seberang. Diantara ketiga metode formulasi tersebut, hanya metode formulasi Sherman merupakan metode yang paling sesuai karena mempunyai perbedaan nilai intensitas hujan terkecil yaitu 22,206 dan nilai korelasi paling baik yaitu 0,9996.

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari perhitungan yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Metode formulasi intensitas curah hujan terbaik (paling sesuai) untuk DAS Semitan adalah metode Sherman, karena memiliki perbedaan nilai terkecil yaitu 23,747 dan nilai korelasi yang paling mendekati angka 1 yaitu 0,9997.
- 2) Metode formulasi intensitas curah hujan terbaik (paling sesuai) untuk DAS Seberang

adalah metode Sherman, karena memiliki perbedaan nilai terkecil yaitu 22,919 dan nilai korelasi yang paling mendekati angka 1 yaitu 0,9996.

- 3) DAS Semitan dan DAS Seberang memiliki metode formulasi intensitas curah hujan yang sama. Hal ini dikarenakan kedua DAS tersebut memiliki karakteristik DAS yang hampir sama. Kemudian sesuai dengan informasi yang diperoleh dari Kantor Dinas Pekerjaan Umum kedua DAS tersebut memiliki vegetasi penutup lahan yang sama yaitu berupa nipah dan semak belukar, pola aliran yang sama pula yaitu berbentuk radial dan jarak kedua DAS cukup dekat yaitu sekitar 96 km.
- 4) Berdasarkan data curah hujan yang terjadi selama 15 tahun dapat diketahui bahwa daerah Kota Ranai Kabupaten Natuna tidak memiliki perbedaan yang signifikan intensitas antara musim hujan dan musim kemarau.

6.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan perbaikan stasiun-stasiun pencatat curah hujan yang ada di wilayah kawasan DAS Semitan dan DAS Seberang agar stasiun-stasiun tersebut dapat beroperasi secara maksimal, mengingat data curah hujan sangat penting dalam pembangunan dan pengembangan wilayah khususnya dalam bidang Teknik Sumber Air.
2. Data curah hujan yang hilang sebaiknya dibangkitkan dengan metode Markov atau bilangan acak.
3. Sebaiknya untuk 5-10 tahun yang akan datang skripsi/penelitian ini dapat dikaji ulang dengan memasukkan stasiun curah hujan yang lain agar diketahui apakah hasil analisa pada penelitian ini masih sesuai dan relevan dengan kondisi stasiun-stasiun curah hujan yang di kawasan DAS Semitan dan DAS Seberang.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay, 2007, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Dewi, V, A, K, 2015, *Kajian Persamaan Model Intensitas Hujan Untuk Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Amprong Kecamatan Kedungkandang Kota Malang*, Skripsi, Universitas Brawijaya, Malang.
- Hadisutanto, Nugroho, 2010, *Aplikasi Hidrologi*, Penerbit Jogja Media Utama, Malang.

- Handajani, Novie, 2005, 'Analisa Distribusi Curah Hujan dengan Kala Ulang Tertentu', *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, vol.1, no.3.
- Handayani, Y, L, 2007, 'Pemilihan Metode Intensitas Hujan Yang Sesuai Dengan Karakteristik Stasiun Pekanbaru', *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 8, no.1, hal. 1-15.
- JR, Linsley K Ray, dkk, 1996, *Hidrologi Untuk Insinyur*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Machairiyah, 2007, *Analisis Curah Hujan Untuk Pendugaan Puncak Dengan Metode Rasional Pada DAS Percut Kabupaten Deli Serdang*, Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Rohmat, Dede dan Indratmo Soekarno, 2005, 'Persamaan Pola Intensitas Hujan Fungsi Dari Durasi dan Probabilitas Hujan Untuk Kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Bagian Hulu (Kasus DAS Cimanuk – Jawa Barat)', *Media Komunikasi Teknik Sipil*, vol.13, no.3.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Penerbit NOVA, Bandung.
- Sosrodarsono, Suyono, 1976, *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suroso, 2006, 'Analisis Curah Hujan Untuk Membuat Kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF) Di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyumas', *Jurnal Teknik Sipil*, vol.3, no.1.
- Sutarlim, 2012, *Komparasi Metode Formulasi Intensitas Hujan Di Kawasan Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo*, Skripsi, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Triatmodjo, Bambang, 2008, *Hidrologi Terapan*, Penerbit Beta Offset, Jakarta.