

ANALISIS STATISTIK DATA CURAH HUJAN HARIAN PADA DAS SIAK BERDASARKAN AIC (AKAIKE INFORMATION CRITERION)

Mega Putri Komalasari¹⁾, Bambang Sujatmoko²⁾, Manyuk Fauzi²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S1, ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil
Laboratorium Hidroteknik Teknik Sipil Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. H.R. Soebrantas KM. 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
E-mail: mega.putri@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Analysis of hydrological data is needed to determine the rainfall characteristics that suitable to space and time. Analysis of hydrological data can interpret the possibility of an upcoming event based on the data from the past. This interpretation uses probability distribution. The probability distribution that commonly used is Gamma Distribution, Exponential Distribution, Normal Distribution, Normal Log Distribution, Gumbel Distribution, and Log Person III Distribution. The purpose of this study was to choose the probability distribution based on Akaike Information Criterion (AIC) and to determine its compatibility with the Chi Square test and the Smirnov Kolmogorov test. The maximum likelihood value of each data distribution is evaluated by AIC value. The distribution that has the smallest AIC values were re-tested with Chi Square test and Smirnov Kolmogorov test. The results showed that in the Siak River Basin, Normal Distribution has the smallest AIC value with AIC value -2.203 for Buatan Station, -2.486 for Kandis Station, -2.939 for Pekanbaru Station and -3.184 for Petapahan Baru Station. However, Normal Distribution can not be accepted as the best distribution according to Chi Square test and Smirnov Kolmogorov test.

Keywords: Akaike Information Criterion (AIC), Probability Distribution, Chi Square test, Smirnov Kolmogorov test

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung/ pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama (Triatmodjo, 2008). Pada Provinsi Riau terdapat empat DAS, salah satunya adalah DAS Siak. DAS ini melewati empat wilayah administrasi kabupaten dan satu wilayah administrasi kota yaitu Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Bengkalis, Kabupaten Siak, Kabupaten Kampar dan Kota Pekanbaru. Sesuai namanya, DAS ini dialiri oleh sungai utama yaitu sungai Siak. Penelitian tentang DAS Siak menjadi hal yang menarik dilakukan karena Sungai Siak merupakan wilayah sungai strategis nasional yang memiliki potensi untuk kepentingan Pengelolaan Sumber Daya Air.

Salah satu data yang diperlukan dalam proses Pengelolaan Sumber Daya Air pada DAS Siak adalah data hujan. Data hujan digunakan sebagai masukan utama proses transformasi hujan menjadi aliran (Saragi, 2014). Kondisi dan besarnya debit

yang terjadi di sungai salah satunya dipengaruhi oleh hujan. Besar kecilnya curah hujan dapat menyebabkan banjir ataupun kekeringan (Simbolon C. D., 2013). Hujan memiliki karakteristik yang unik, dan sangat tergantung pada ruang dan waktunya. Karakteristik hujan dalam pengembangan sumber daya air dapat berupa kedalaman, intensitas, lama hujan, daerah tangkapan dan arah gerak (Suripin, 2004). Oleh karena itu, pengamatan karakteristik hujan pada setiap DAS akan memiliki sifat-sifat yang hanya berlaku pada DAS itu sendiri. Untuk mengetahui karakteristik hujan pada DAS Siak yang sesuai ruang dan waktunya diperlukan analisis data hidrologi.

Analisis data hidrologi dapat menafsirkan kemungkinan suatu kejadian yang akan datang berdasarkan data-data masa lampau. Penafsiran ini menggunakan distribusi probabilitas yang merupakan teori statistik. Distribusi tersebut adalah Distribusi Gamma, Distribusi Eksponensial, Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Person III. Setelah melakukan analisis distribusi, maka

akan dilakukan seleksi untuk pemilihan distribusi yang paling tepat. Pada penelitian ini pengujian kesesuaian distribusi curah hujan akan diuji berdasarkan *Akaike Information Criterion* (AIC).

AIC dikembangkan oleh Hirotugu Akaike pada tahun 1973. AIC mempertimbangkan banyaknya parameter yang digunakan sebagai acuan pemilihan model terbaik. Pengujian menggunakan AIC bertujuan untuk peramalan (*forecasting*), yaitu dapat menjelaskan kecocokan model dengan data yang ada (*insampel forecasting*) dan nilai yang terjadi di masa mendatang (*out of sampel forecasting*).

Pada Penelitian sebelumnya oleh Simbolon (2013), pengujian distribusi berdasarkan AIC dilakukan di empat stasiun curah hujan pada DAS Kampar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Distribusi Normal merupakan distribusi paling tepat pada DAS Kampar. Pada penelitian ini pemilihan distribusi untuk analisis data curah hujan berdasarkan AIC dilakukan pada DAS Siak untuk empat stasiun curah hujan.

Pemeriksaan Data (*screening data*)

Pemeriksaan data dilakukan dengan melihat adanya *Outlier*. *Outlier* adalah data dengan nilai jauh berbeda diantara data yang lain. Keberadaan *outlier* biasanya mengganggu pemilihan jenis distribusi frekuensi untuk suatu sampel data (Harto, 1993).

Persamaan yang digunakan untuk uji *outlier* adalah sebagai berikut.

$$x_h = \exp(\bar{x} + K_n \cdot S) \quad (1)$$

$$x_l = \exp(\bar{x} - K_n \cdot S) \quad (2)$$

dengan:

x_h = batas ambang atas

x_l = batas ambang bawah

\bar{x} = nilai rata-rata $x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

S = simpangan baku dari logaritma sampel data = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

K_n = besaran yang bergantung pada jumlah sampel data

Analisa Frekuensi

Analisis frekuensi memerlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakaran hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis ini berdasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Dengan anggapan sifat kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

Menurut suripin (2004), dalam analisa data digunakan beberapa nilai statistik yang meliputi.

1. Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^i x_i \quad (3)$$

2. Standar Deviasi

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^i (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

3. Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \quad (5)$$

4. Skewness

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^i (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (6)$$

5. Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^i (x_i - \bar{x})^4 \quad (7)$$

dengan :

n = jumlah pengamatan

C_v = koefisien variasi

C_s = asimetri (*skewness*)

C_k = koefisien kurtosis

Data yang digunakan untuk analisa frekuensi dipilih dari data lengkap hasil observasi selama beberapa tahun. Pada penelitian ini metode pengambilan data yang digunakan adalah Annual maximum series.

Annual maximum series digunakan apabila tersedia data debit atau hujan minimal 10 tahun data dengan memilih satu data hujan maksimum setiap tahun.

Distribusi Analisa Curah Hujan

Distribusi Gamma

Variabel acak X , mempunyai distribusi Gamma, dengan parameter α dan β , jika fungsi padat peluangnya diberikan oleh:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, \text{ untuk } x \geq 0 \quad (8)$$

Perhitungan nilai maksimum *likelihood*

$$\hat{\alpha} = \frac{\bar{x}^2}{s^2} \text{ dan } \hat{\beta} = \frac{s^2}{\bar{x}} \quad (9)$$

dengan $\hat{\alpha}$ adalah parameter bentuk; $\hat{\beta}$ adalah parameter skala terbalik, yaitu standar deviasi dari distribusi Gamma sebanding dengan $1/\beta$

Distribusi Eksponensial

Variabel acak kontinu X mempunyai distribusi Eksponensial dengan parameter β , jika fungsi padat peluangnya berbentuk (Sebayang, 2004) :

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{x}{\lambda}} \quad (10)$$

Perhitungan nilai maksimum *likelihood* untuk distribusi eksponensial adalah $\hat{\lambda} = \bar{X}$.

Distribusi Normal

Distribusi Normal disebut juga distribusi Gauss, dengan fungsi densitas peluangnya berbentuk (Triatmodjo, 2008):

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{(2\sigma)^2}\right] \quad (11)$$

dengan:

$p(x)$ = fungsi densitas peluang normal

x = variabel acak kontinu

μ = rata-rata nilai x

σ = simpangan baku dari nilai x

Estimasi *likelihood* distribusi Normal

$$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (12)$$

dan

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (13)$$

dengan x_i adalah data curah hujan ke- i ; n adalah jumlah data yang diamati.

Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel mempunyai fungsi probabilitas sebagai berikut (Triatmodjo, 2008):

$$f(x) = e^{-e^{-\frac{x-\alpha}{\beta}}} \quad (14)$$

dengan α adalah $\frac{\sqrt{6S}}{n}$; β adalah $\bar{x} - 0,5772$

α

Estimasi maksimum *likelihood*

$$\bar{\beta} = \bar{x} - \frac{\sum_{i=1}^n x_i e^{-\frac{x_i}{\beta}}}{\sum_{i=1}^n e^{-\frac{x_i}{\beta}}} \quad (15)$$

dan

$$\bar{\alpha} = -\bar{\beta} \log\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-\left(\frac{x_i}{\beta}\right)}\right] \quad (16)$$

Distribusi Log Person III

Fungsi Densitas probabilitas distribusi Log Person III mempunyai bentuk sebagai berikut (Triatmodjo, 2008):

$$f(x) = \frac{x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (17)$$

dengan α dan β adalah parameter.

Perhitungan *likelihood* distribusi Log Person III yaitu:

$$\hat{\alpha} = \frac{\bar{x}^2}{s^2} \text{ dan } \hat{\beta} = \frac{s^2}{x} \quad (18)$$

dengan $\hat{\alpha}$ adalah parameter bentuk; $\hat{\beta}$ adalah parameter skala terbalik, yaitu standar deviasi dari distribusi Log Person III sebanding dengan $1/\beta$.

Akaike Information Criterion (AIC)

Pemilihan distribusi terbaik menurut AIC adalah jenis distribusi yang memiliki nilai AIC terkecil. Perhitungan nilai AIC adalah sebagai berikut.

$$AIC = -2 \log L + 2K \quad (19)$$

dengan L adalah maksimum *likelihood*; k adalah jumlah parameter

Menurut Hu (2007) AIC memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan sebagai berikut.

1. Kelebihan AIC

- Dapat digunakan untuk model terkumpul dan tidak terkumpul
- Dapat digunakan sebagai perbandingan model dengan distribusi kesalahan yang berbeda

2. Kelemahan AIC

- Tidak dapat digunakan untuk model dengan jumlah data yang berbeda

- b. Harus menggunakan variabel yang sama untuk semua model
- c. Tidak dapat dijadikan sebagai pengujian hipotesis *error*.

Uji Chi Kuadrat

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus berikut (Suripin, 2004):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (20)$$

dengan:

- χ^2 = parameter chi-kuadrat terhitung
- G = jumlah Sub kelompok
- O_i = jumlah nilai pengamatan pada kelompok i
- E_i = jumlah nilai teoritis (frekuensi harapan kelompok i) pada sub kelompok

Uji Smirnov Komogorov

Uji kecocokan Smirnov Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu namun dengan memperhatikan kurva dan penggambaran data pada kertas probabilitas. Perbedaan jarak maksimum untuk Smirnov – Kolmogorov tertera pada rumus:

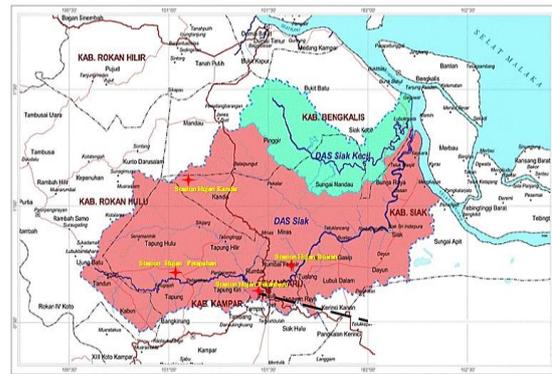
$$\Delta_{hit} = \max |p_{teoritik} - p_{data}| \quad (21)$$

Jarak penyimpangan terbesar merupakan nilai Δ_{maks} dengan kemungkinan didapat nilai lebih kecil dari nilai Δ_{kritis} , maka jenis distribusi yang dipilih dapat digunakan

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan Data Penelitian

Lokasi penelitian yang akan diteliti adalah salah satu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terdapat di Provinsi Riau yaitu DAS Siak. DAS Siak Dipilih karena memiliki data hujan yang lengkap. DAS Siak memiliki luas wilayah sebesar 11,026 km². DAS ini dialiri oleh Sungai Siak yang memiliki panjang 345 km dan kedalaman rata-rata antara 8 – 12 meter. Peta lokasi Das Siak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta DAS Siak (Sumber: Ilhami, 2016)

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data hujan dari Stasiun Hujan Buatan, Stasiun Hujan Kandis, Stasiun Hujan Pekanbaru, dan Stasiun Hujan Petapahan baru. Data hujan yang digunakan adalah data hujan selama 30 tahun yaitu dari tahun 1987 sampai tahun 2016. Data hujan *annual maximum series* tiap stasiun dari tahun 1987 sampai tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Data Hujan *Annual Maximum Series* Tiap Stasiun dari Tahun 1987 sampai Tahun 2016

No	Tahun	Stasiun Hujan			
		A	B	C	D
1	1987	98,5	87	140,5	90
2	1988	79,5	70,5	87,5	121
3	1989	54	118,5	137,5	79
4	1990	69	90	160	110
5	1991	75	85	133	49
6	1992	65	145,7	114	50
7	1993	70,5	110,8	103	56
8	1994	59	124,3	148,4	49
9	1995	70	102	114	82
10	1996	107,5	180,2	115,3	100
11	1997	118	79,3	100,2	66
12	1998	68,4	79	145	52
13	1999	68,4	79	139,5	44
14	2000	71,2	60,3	72	63
15	2001	98,7	89	92	160
16	2002	82,4	85	108,5	120
17	2003	72,2	70	119	110
18	2004	62,5	91	95	99

Tabel 1 Data Hujan *Annual Maximum Series* Tiap Stasiun dari Tahun 1987 sampai Tahun 2016 (lanjutan)

No	Tahun	Stasiun Hujan			
		A	B	C	D
19	2005	62,5	80,3	127	150
20	2006	74	76,4	99,5	95
21	2007	98,4	90,5	107,5	120
22	2008	96,7	98	97	167
23	2009	85,9	80,4	130	160,4
24	2010	87,3	70,6	60,7	164,2
25	2011	62	69,2	58,1	147,2
26	2012	67,4	126	108,6	150
27	2013	71,2	70,8	57	74,2
28	2014	50,5	90,4	82	85
29	2015	53	80,2	79	65
30	2016	63,3	80,3	94	71,2

Ket : A = Buatani; B= Kandis ; C= Pekanbaru; D=Petapahan Baru; E= DAS Siak

Analisis Penelitian

Masing-masing distribusi curah hujan akan diuji menggunakan AIC sebagai pemilihan distribusi terbaik. Distribusi terbaik berdasarkan AIC ini, akan diuji kesesuaiannya dengan Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Outlier

Hasil perhitungan uji *outlier* setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Uji *Outlier* Setiap Stasiun

Stasiun	Data Curah Hujan		Uji <i>Outlier</i>		Ket
	Min (mm)	Max (mm)	x_l (mm)	x_h (mm)	
A	50,500	118,000	42,732	127,204	○
B	60,300	180,200	48,233	165,445	✕
C	57,000	160,000	51,202	210,593	○
D	44,000	167,000	31,516	259,857	○
E	66,625	125,75	138,386	61,409	○

Ket : A = Buatani; B= Kandis ; C= Pekanbaru; D=Petapahan Baru; E= DAS Siak
○= Semua data digunakan; ✕= Tidak semua data digunakan

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada Stasiun Buatani, Stasiun Pekanbaru dan Stasiun Petapahan Baru semua data dapat digunakan dalam analisis. Sementara untuk Stasiun Kandis data maksimumnya tidak dapat digunakan dalam analisis karena data tersebut lebih besar dari batas ambang atasnya.

Perhitungan Nilai Statistik

Hasil perhitungan nilai statistik setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Nilai Statistik Setiap Stasiun

Stasiun	Perhitungan Nilai Statistik				
	\bar{x} (mm)	S (mm)	C_v	C_s	C_k
A	75,400	16,755	0,222	0,849	3,389
B	88,948	19,653	0,221	1,279	4,976
C	107,493	27,414	0,255	-0,098	2,652
D	98,307	39,776	0,405	0,389	2,132
E	93,298	14,570	0,156	0,136	2,934

Ket : A = Buatani; B= Kandis ; C= Pekanbaru; D= Petapahan Baru; E= DAS Siak

Perhitungan Nilai AIC

Perhitungan nilai AIC untuk setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Perhitungan Nilai AIC untuk Setiap Stasiun

AIC	A	B	C	D	E
1	0,245	0,102	-0,063	0,015	0,060
2	-1,755	-1,898	-2,063	-1,985	-1,940
3	-2,203	-2,485	-2,939	-3,184	-2,267
4	4,446	4,420	4,092	1,699	4,618
5	2,618	2,427	1,369	0,133	3,338
6	3,457	3,424	3,391	3,417	3,413

Ket : A = Buatani; B= Kandis ; C= Pekanbaru; D= Petapahan Baru; E= DAS Siak
1 = Gamma; 2 = Eksponensial; 3= Normal;
4= Log Normal; 5= Gumbel; 6= Log Person

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa distribusi Normal adalah distribusi yang paling tepat digunakan untuk DAS Siak menurut AIC karena memiliki nilai AIC terkecil.

Uji Smirnov Kolmogorov

Hasil perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov pada setiap stasiun dituangkan dalam Tabel 5.

Tabel 5 Hasil perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov DAS Siak

Stasiun	Normal		Log Normal		Gumbel		Log Person III	
	Ket	χ^2	Ket	χ^2	Ket	χ^2	Ket	χ^2
A	×	20,4	✓	3,2	✓	6	✓	1,6
B	×	15,897	×	8,862	×	8,862	×	10,517
C	✓	5,2	✓	3,2	✓	3,2	×	10,4
D	✓	7,6	✓	2	✓	2	✓	1,6
E	✓	7,6	×	38,4	✓	0,04	✓	2

Ket: ✓ = diterima ; ✗ = ditolak

Tabel 5 menunjukkan bahwa menurut Uji Smirnov Kolmogorov seluruh distribusi di Das Siak dapat diterima sebagai pilihan distribusi. Namun, dipilih jenis distribusi dengan hasil Uji Smirnov Kolmogorov terkecil yaitu Distribusi Gumbel

Uji Chi Kuadrat

Hasil Uji Chi Kuadrat pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6 Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat DAS Siak

Stasiun	Normal		Log Normal		Gumbel		Log Person III	
	Ket	Δ maks	Ket	Δ maks	Ket	Δ maks	Ket	Δ maks
A	✓	0,104	✓	0,136	✓	0,060	✓	0,048
B	✓	0,027	✓	0,040	✓	0,069	✓	0,096
C	✓	0,104	✓	0,044	✓	0,060	✓	0,189
D	✓	0,104	✓	0,065	✓	0,060	✓	0,049
E	✓	0,104	✓	0,029	✓	0,036	✓	0,036

Ket : A = Buatan; B= Kandis ; C= Pekanbaru;
D= Petapahan Baru; E= DAS Siak
✓= diterima; ✗ = ditolak

Tabel 6 menunjukkan bahwa menurut Uji Chi Kuadrat seluruh distribusi di DAS Siak dapat diterima sebagai pilihan distribusi. Namun, dipilih jenis distribusi dengan hasil χ^2 terkecil yaitu Distribusi Gumbel.

Pada Stasiun Hujan Kandis seluruh jenis distribusi yang diuji ditolak atau tidak bisa digunakan karena nilai χ^2 yang sangat besar dari nilai χ_{cr}^2 . χ^2 yang ekstrim pada Stasiun Hujan Kandis ini, disebabkan oleh pendistribusian nilai hujan Maksimum tahunan yang tidak merata pada tiap kelas uji Chi Kuadrat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil uji *outlier* menunjukkan bahwa Stasiun Buatan, Pekanbaru dan Petapahan Baru semua data digunakan untuk analisa. Sedangkan pada Stasiun Kandis, data maksimum tidak digunakan karena lebih besar dari batas ambang atas nilai uji *outlier*.
2. Berdasarkan nilai AIC distribusi yang memiliki nilai AIC terkecil pada setiap stasiun DAS Siak adalah Distribusi Normal.
3. Pada pengujian Smirnov Kolmogorov dan Chi Kuadrat Distribusi Normal yang memiliki nilai AIC terkecil diterima untuk semua stasiun DAS Siak. Namun Distribusi yang memiliki nilai terkecil adalah Distribusi Gumbel.
4. Penelitian sebelumnya pengujian AIC dilakukan pada DAS Kampar (Simbolon, 2013), hasil penelitian menunjukkan Distribusi Normal memiliki nilai AIC terkecil. Pada penelitian ini Distribusi Normal juga memiliki nilai AIC terkecil. Hal ini disebabkan oleh hasil pengolahan nilai Maksimum *likelihood* yang lebih kecil dari Distribusi lain.

Saran

Pada peneitian selanjutnya disarankan menguji nilai AIC pada DAS lain agar dapat dilihat perbandingan penggunaan AIC pada data hujan. Selain itu sebaiknya menggunakan rentang data yang lebih panjang agar hasil penelitian lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Harto, S. (1993). *Analisa Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Hu, S. (2007). *Akaike Akaike Information Criterion*. Diambil kembali dari <http://www4.ncsu.edu/~shu3/Presentation/AIC.pdf>
- Ilhami, Z. (2016). Analisa Efektifitas Penggabungan Metode Transformasi Wavelet-GR4J Guna Pengalihragaman Hujan Debit (Studi Kasus: DAS Siak Hulu). *JOM FTEKNIK*, 7.
- Saragi, S. (2014). Pola Distribusi Hujan Jam-jaman (Studi Kasus Stasiun Hujan Kecamatan Senapelan). *Jom FTEKNIK Volume 1 No. 2 Oktober 2014*, 1.
- Sebayang, M. (2004). *Probabilitas dan Statistik dalam Ilmu Rekayasa*. Pekanbaru: Teknik Sipil FT UR.
- Simbolon, C. D. (2013). *Analisa Statistik Untuk Curah Hujan Harian Pada DAS Kampar Berdasarkan AIC (Akaike Information Criterion)*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.