

## PENGISIAN DATA HUJAN YANG HILANG DENGAN METODE ARIMA

**Purwanto<sup>1\*</sup>, Setiono<sup>2</sup>, Roro Rintis Hadiani<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta,  
Jalan Ir.Sutami No. 36A Kentingan, Jebres, 57126  
\*E-mail : [purwantoengineer@gmail.com](mailto:purwantoengineer@gmail.com)

### ABSTRAK

Hujan merupakan kejadian alam yang umum terjadi di wilayah Indonesia, terutama pada saat musim penghujan. Kelengkapan data hujan merupakan salah satu bagian terpenting dalam kaitannya perencanaan manajemen keairan, manajemen sumber daya air, maupun perencanaan pembangunan, terlebih lagi untuk perencanaan bangunan air. Namun tidak jarang terjadi ketidaklengkapan data pada periode perekaman pada stasiun hujan yang ada di suatu wilayah. Maka dari itu, model hidologi untuk mengisi data hujan yang hilang diperlukan. Penelitian ini dilaksanakan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Dengkeng yang terletak di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Proses simulasi model diawali dengan mengeliminasi data dengan metode sampling, kemudian melakukan perhitungan dengan model untuk mendapatkan data hujan kembali dengan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dan metode *Reciprocal*. Parameter untuk menilai model adalah dengan melihat Q80 hasil perhitungan berbagai jenis data. Hasil penelitian menunjukkan korelasi data hujan observasi dengan data hujan simulasi metode Rerata menunjukkan nilai yang tertinggi pada kedua stasiun, yaitu sebesar 0,79 dan 0,94. Berdasarkan perhitungan Q80 diketahui bahwa metode *Reciprocal* merupakan metode yang paling sesuai untuk mengisi data hujan. Karena, hasil perhitungan Q80 dengan data simulasi *Reciprocal* mendekati hasil perhitungan Q80 dengan data observasi.

**Kata Kunci :** ARIMA, Debit Andalan, Metode Reciprocal

### ABSTRACT

*Rainfall is nature occurrence which occur commonly in Indonesia's region, especially in the wet season. The complete rainfall data is one of important piece in relevancy for water management, water resource management, also development planning, in especially water building plan. But not rare event incomplete data on period on rainfall gauge in a region. Then caused it, hydrological model for filling of missing rainfall data is needed. This research has been held in Dengkeng watershed located in Klaten regency, Central Java. Simulation process is begun from elimination data with sampling method, then calculating for get the rainfall data back with ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) Method and Reciprocal Method. The parameter to graded model is from seeing the Q80 result from calculation various data and also from values of Q80 difference. The result shown that correlation observation rainfall data with rainfall data from simulation Average method have given the highest value for two of gauge, that is 0,79 and 0,94. Based on calculation of Q80 ascertainable that Reciprocal method is the most appropriate method for filling rainfall data. Cause result of Q80 calculation with simulation Reciprocal rainfall data is the nearest result of Q80 calculation with observation data.*

**Keyword :** ARIMA, Dependable Flow, Reciprocal Method,

## PENDAHULUAN

Menurut Chay (1995), dalam daur hidrologi energi panas matahari dan faktor-faktor iklim lainnya menyebabkan terjadinya proses evaporasi pada permukaan vegetasi, tanah, di laut atau badan-badan air lainnya. Kemudian uap air hasil evaporasi tersebut akan terbawa angin melewati daerah pegunungan dan/atau daerah dataran yang jika kondisi atmosfer memungkinkan, sebgai uap tersebut terkondensasi dan akan turun sebagai hujan. Terdapat hubungan yang erat antara hujan, DAS, dan banjir, oleh sebab itu apabila diinginkan analisis hidrologi untuk mengetimasi banjir yang mungkin terjadi dapat dilakukan dengan cara menganalisis hujannya (Syifa, 2013).

Data hujan mempunyai fungsi yang sangat banyak baik dalam bidang ilmu hidrologi maupun bidang lainnya. Kelengkapan data hujan merupakan salah satu bagian terpenting dalam kaitannya perencanaan manajemen keairan, manajemen sumber daya air, maupun perencanaan pembangunan, terlebih lagi untuk perencanaan bangunan air. Karena kelengkapan data hujan sangat mempengaruhi dalam proses analisis serta sangat erat hubungannya dengan hasil perhitungan. Namun tidak jarang terjadi ketidaklengkapan data pada periode perekaman pada stasiun hujan yang ada di suatu wilayah. Hal itu terjadi karena beberapa sebab diantaranya, kerusakan alat, kerusakan elektronik, dan kurangnya biaya (Starret dkk, 2010). Dari data hujan yang telah direkam oleh suatu stasiun hujan, selanjutnya data tersebut bisa digunakan untuk menghitung berbagai parameter hidrologi, termasuk perhitungan debit andalan. Debit andalan dalam kaitannya analisis hidrologi dapat digunakan untuk membuat model neraca air. Debit andalan dibutuhkan dalam menilai luas daerah potensial yang dapat dialiri sungai yang bersangkutan. Sehingga bisa membantu dalam perencanaan maupun pembuatan *masterplan*. Melihat pentingnya fungsi dari data hujan, maka mengisi data hujan yang hilang merupakan sebuah permasalahan yang perlu mendapat perhatian serius untuk dicari solusinya. Untuk itu mengetahui metode pengisian data hujan yang akurat menjadi sangat penting dan krusial untuk digunakan sebagai analisis lanjutan. Karena kesalahan

dalam pengisian data hujan mampu mempengaruhi keakuratan dari perhitungan debit andalan.

Dalam sebuah proses analisis hidrologi, terutama pada proses pengisian data hujan, perlu beberapa tahapan untuk menganalisis data yang secara dasar berfungsi untuk mengetahui dan mengkondisikan data. Salah satunya adalah tahapan uji konsistensi data.

Menurut Made (2011), uji konsistensi data dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran data lapangan yang secara nyata dipengaruhi oleh beberapa faktor :

- 1) Spesifikasi alat penakar berubah.
- 2) Tempat alat ukur dipindah.
- 3) Perubahan lingkungan di sekitar alat penakar.

$$\text{Faktor koreksi} = \frac{\beta}{\alpha} \quad (1)$$

Keterangan :

$\beta$  = Kemiringan kurva setelah patahan,

$\alpha$  = Kemiringan kurva sebelum patahan.

Jika terdapat perubahan gradient secara drastis pada saat plotting kumulatif data, maka pada bagian yang berubah tersebut, data harus disesuaikan dengan mengacu pada nilai dari data-data lainnya.

Tidak hanya uji konsistensi data, dengan mempertimbangkan faktor kesalahan alat, kesalahan catat maupun pengamatan, maka perlu untuk menilai data dari pola persebarannya yang terjadi selama setahun penuh.

Uji *boxplot* merupakan salah satu cara yang bisa digunakan untuk mengetahui data *outlier* yang merusak komposisi data. Menurut Helsel dan Hirsch (2002), *Boxplot* adalah sebuah grafik ringkas yang disajikan untuk meringkas persebaran dari sebuah data. Dalam analisis *boxplot* dikenal istilah-istilah seperti kuartil bawah (QL), yaitu persentil ke-25, kuartil tengah, yaitu median, dan kuartil atas (QU), yaitu persentil ke-75. (Gunawan, 2004).

Penelitian membutuhkan sample yang merupakan bagian terpenting sebagai masukan dan akan berpengaruh secara signifikan terhadap keluaran/hasil. Teknik sampling merupakan teknik pengambilan sampel untuk menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian. (Sugiyono, 2013). Penentuan sample yang tepat sangat diperlukan. Karena sample tersebut yang akan digunakan sebagai input atau batasan suatu penelitian.

Tabel 1. Jenis-Jenis Teknik Sampling

No	Probability Sampling	Non Probability Sampling
1	<i>Simple Random Sampling</i>	Sampling Sistematis
2	<i>Proportionate Stratified Random Sampling</i>	Sampling Kuota
3	<i>Disproportionate Stratified Random Sampling</i>	Sampling Isidental
4	<i>Cluster Sampling (Area Sampling)</i>	Sampling <i>Purposive</i>
5		Sampling Jenuh
6		<i>Snowball Sampling</i>

ARIMA merupakan model matematika yang menggabungkan dua proses yaitu AR (*Autoregressive*) berordo-p atau MA (*Moving Average*) berordo-q atau merupakan kombinasi keduanya. Model ARIMA diperkenalkan oleh Box dan Jenkins (Erwin, 2009). ARIMA merupakan metode yang membutuhkan data dengan sifat stasioner. Artinya, data yang digunakan adalah data dengan rata-rata dan varian yang konstan sepanjang waktu. Namun kondisi data deret waktu mempunyai sifat non-stasioner. Oleh sebab itu untuk mengolah data deret waktu, data perlu dibuat stasioner.

Berikut ini adalah persamaan AR, MA dan ARIMA secara berturut-turut menurut Teguh (2005)

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + \dots + b_n Y_{t-n} + e_p \quad (3)$$

$$Y_t = w_0 - w_1 e_{t-1} - w_2 e_{t-2} - \dots - w_n e_{t-n} \quad (4)$$

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Y_{t-2} + \dots + b_p Y_{t-p} - w_1 e_{t-1} - w_2 e_{t-2} - \dots - w_q e_{t-q} + e_t \quad (5)$$

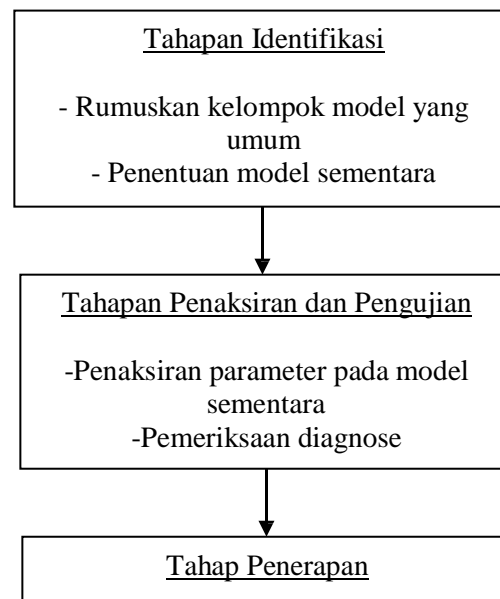
Keterangan :

- $Y_t$  = variabel dependen,
- $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-n}$  = variabel bebas yang merupakan lag dari variabel terikat,
- $b_0, b_1, b_n$  = koefisien regresi,
- $e_{t-1}, e_{t-2}, e_{t-n}$  = variabel bebas yang merupakan lag dari residual,
- $w_0, w_1, w_n$  = bobot,
- $e_p$  = residual.

Menurut Anie (2011), tahapan pemodelan ARIMA adalah sebagai berikut.

- 1) Pengujian kestasioneran data
- 2) Identifikasi model
- 3) Estimasi parameter sementara
- 4) Verifikasi model
- 5) Menggunakan model terpilih

Secara umum metode ini terbagi atas 3 tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi. Kemudian disusul dengan penaksiran dan pengujian. Setelah itu barulah model siap untuk digunakan dalam meprediksi.



Gambar 1. Tahapan Simulasi ARIMA

Menurut Bambang (2009), cara *Reciprocal Method* merupakan cara yang lebih baik dari metode perbandingan normal (*normal ratio method*) karena mempertimbangkan jarak antar stasiun. Berikut ini persamaan umum dari *Reciprocal Method*.

$$p_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}} \quad (6)$$

Keterangan

- $p_x$  = data hujan yang hilang di stasiun x,
- $p_i$  = data hujan disekitarnya pada periode yang sama,
- $L_i$  = jarak antar stasiun.

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, salah satu analisis hidrologi yang bisa dilakukan dari data hujan adalah menghitung debit andalan. Debit andalan merupakan debit yang selalu tersedia sepanjang tahun. Debit andalan bisa bernilai Q50, Q80, ataupun yang lainnya.

Untuk mengetahui debit andalan yang optimal, dapat diperoleh melalui Analisis *Basic Month*. Analisis ini dilakukan dengan cara menyusun data dari besar ke kecil kemudian menghitung probabilitasnya dengan persamaan *Weibull* : (KP-01, 2010).

$$P = i/(n+1) \times 100\% \quad (2)$$

dengan :

i = Nomor urut debit,

n = Jumlah data,

P = Probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%).

## METODE

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data curah hujan dan klimatologi yang diperoleh dari Balai Pengelolaan Sumber Daya Air (BPSDA) Bengawan Solo. Data yang dipakai merupakan data dari stasiun Bawak dan Kalijaran yang terdapat pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Dengkeng, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Luas DAS Dengkeng adalah 443,88 km<sup>2</sup> (Destiana, 2016). Tahapan penelitian untuk simulasi mengisi data hujan yang hilang adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis data dengan melakukan uji konsistensi, uji *boxplot*, dan sampling data.
2. Melakukan simulasi terhadap data hujan dengan metode *Reciprocal*.
3. Melakukan simulasi terhadap data hujan dengan metode ARIMA.

4. Menghitung korelasi data hujan simulasi yang telah didapat dengan data observasi
5. Menghitung debit dengan metode Mock untuk semua data.
6. Menghitung debit andalan dengan metode Weibull dari debit yang telah diperoleh sebelumnya.
7. Membandingkan rata-rata debit andalan dari data observasi dengan data simulasi dengan cara melihat nilai selisihnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dipakai merupakan data 10 tahun (2005 – 2014) dari stasiun Bawak dan stasiun Kalijaran yang terdapat pada DAS Dengkeng. Berikut ini disajikan data hujan bulanan stasiun Bawak dan stasiun Kalijaran pada Tabel 2 dan Tabel 3. Data tersebut merupakan data terkoreksi, yang artinya data sudah melalui proses uji konsistensi data dan uji *boxplot*. Ketika uji konsistensi dan uji *boxplot* dilakukan pada data, data hujan masih dalam bentuk sajian 15 harian. Hasil uji konsistensi menunjukkan data memiliki nilai korelasi  $R = 0,99$  yang berarti bahwa data sudah konsisten. Sedangkan untuk uji *boxplot*, menunjukkan beberapa data harus diganti dengan nilai tertinggi ataupun terendahnya sesuai dengan letak data pada cakupan data tinjauan.

Tabel 2. Data Observasi Hujan Stasiun Bawak

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
2005	130	157	228	243	0	0	25	0	0	40	127	203
2006	197	118	119	237	0	0	0	0	0	0	37	382
2007	12	282	162	264	0	41	0	0	0	25	64	662
2008	77	443	261	282	45	0	0	0	0	0	347	134
2009	378	248	225	127	93	75	31	0	0	86	0	143
2010	168	220	220	607	199	81	42	85	310	270	1340	246
2011	440	169	297	187	227	0	1	0	0	92	399	190
2012	218	227	135	135	110	7	0	0	7	33	220	172
2013	436	380	288	378	265	133	63	0	0	44	146	173
2014	271	364	40	202	144	41	0	0	0	0	287	309

Tabel 3. Data Observasi Hujan Stasiun Kalijaran

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
2005	252	192	0	237	0	0	0	0	0	40	128	174
2006	295	166	141	278	0	0	0	0	0	0	71	396
2007	5	0	0	0	0	0	0	0	0	20	76	744
2008	81	379	224	235	50	0	0	0	0	113	332	106
2009	349	262	249	156	98	28	36	5	0	87	0	0
2010	188	224	226	108	207	77	52	96	237	229	398	258
2011	441	182	312	197	233	0	2	0	0	104	416	254
2012	203	254	144	144	151	9	0	0	9	42	275	187
2013	478	404	301	395	284	155	71	0	0	53	153	248
2014	325	410	62	221	147	106	0	0	0	0	302	321

Jarak terukur antara stasiun Bawak dan Kalijaran adalah 1,44167 km. simulasi *Reciprocal* dilakukan dengan menggunakan data yang saling bersesuaian baik tahun ataupun bulan kejadiannya. Simulasi pengisian data hujan menggunakan metode *Reciprocal* dilakukan dengan kondisi data hujan masih dalam sajian 15 harian. Hal ini dilakukan karena metode ini masih bisa digunakan tanpa

ada batasan, terutama berkenaan dengan jumlah data. Oleh sebab itu, proses simulasi pengisian bisa dilakukan secara langsung pada hujan yang sebelumnya telah sengaja dihilangkan dengan metode *sampling purposive*. Hasil perhitungan data hujan dapat dilihat pada tabel 4 dan 5 untuk masing-masing stasiun.

Tabel 4. Data Hujan Simulasi Metode *Reciprocal* Stasiun Bawak

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
2005	161	184	146	230	0	0	0	0	0	35	127	203
2006	197	118	135	237	0	0	0	0	0	0	66	391
2007	4	171	43	166	0	9	0	0	0	20	64	418
2008	77	443	245	227	45	0	0	0	0	46	341	122
2009	347	258	232	140	96	28	0	0	0	86	0	143
2010	168	220	227	108	202	76	44	0	0	176	328	260
2011	450	170	307	193	228	0	2	0	0	104	399	190
2012	218	227	145	145	148	9	0	0	0	36	247	172
2013	459	390	305	367	123	103	1	0	0	44	146	173
2014	271	364	45	206	144	72	0	0	0	0	283	304

Tabel 5. Data Hujan Simulasi Metode *Reciprocal* Stasiun Kalijaran

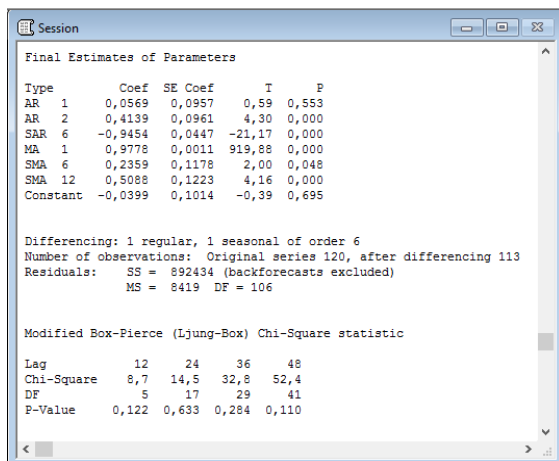
Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
2005	252	192	146	230	0	0	0	0	0	35	134	232
2006	245	137	135	237	0	0	0	0	0	0	71	396
2007	5	83	43	166	0	9	0	0	0	20	64	427
2008	79	436	245	227	45	0	0	0	0	46	332	106

Tabel 5. Data Hujan Simulasi Metode *Reciprocal* Stasiun Kalijaran (lanjutan)

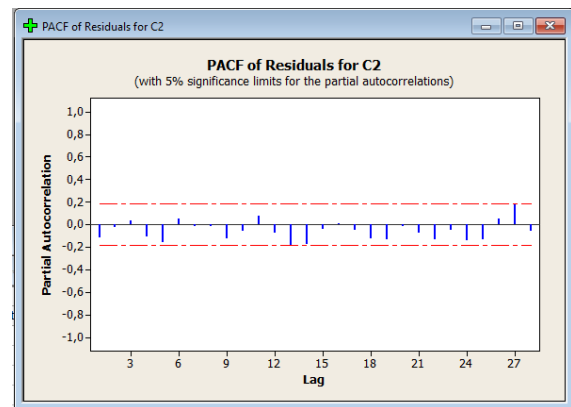
Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
2009	349	262	232	140	96	28	0	0	0	86	0	163
2010	180	221	227	108	202	76	44	0	0	176	398	258
2011	441	182	307	193	228	0	2	0	0	104	400	250
2012	203	250	145	145	148	9	0	0	0	36	275	187
2013	478	404	305	367	123	103	1	0	0	44	156	215
2014	309	379	45	206	144	72	0	0	0	0	283	321

Data observasi masing-masing stasiun kemudian dianalisis dengan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dengan orde yang sama untuk kedua stasiun yaitu ARIMA (2,1,1)(1,1,2)<sup>6</sup>. Data yang digunakan dalam simulasi merupakan data bulanan. Pemilihan data bulanan sebagai input disebabkan metode ARIMA pada program Minitab hanya mampu melakukan *forecasting* data sebanyak 150 data kedepan.

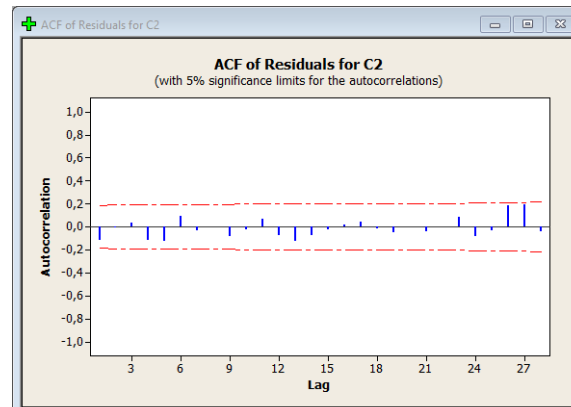
Hasil analisis ARIMA akan memperlihatkan parameter-parameter yang berguna untuk menilai model. Pada stasiun Bawak ditunjukkan pada gambar 2 serta hasil parameter untuk stasiun Kalijaran disajikan pada gambar 3. Parameter tersebut, dapat digunakan untuk mengetahui ketepatan model. Namun, juga perlu dilihat hasil plotting residual ACF dan PACF untuk memastikan model ARIMA benar-benar bisa digunakan untuk *forecasting*.



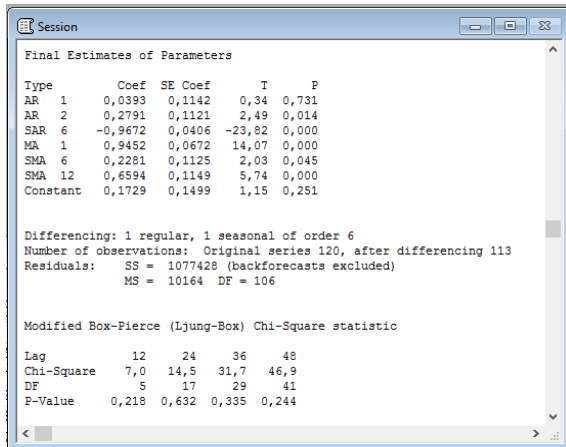
Gambar 2 Parameter ARIMA Stasiun Bawak



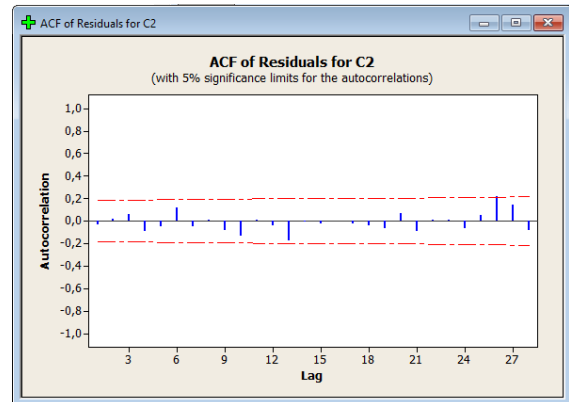
Gambar 3. Ploting Residual PACF Stasiun Bawak



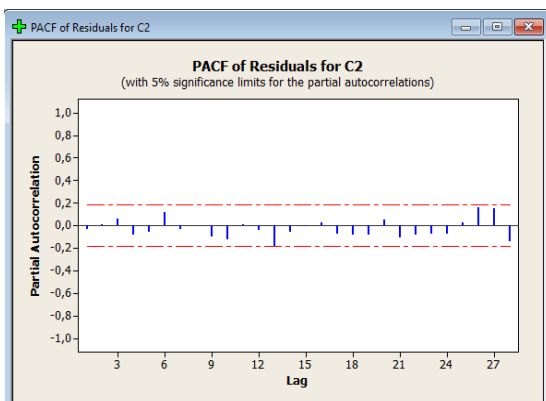
Gambar 4. Ploting Residual ACF Stasiun Bawak



Gambar 5. Parameter ARIMA Stasiun Kalijaran



Gambar 7. Ploting Residual ACF Stasiun Kalijaran



Gambar 6. Ploting Residual PACF Stasiun Kalijaran

Melihat dari parameter yang disajikan pada gambar 2, menunjukkan bahwa nilai P-value lebih besar dari 0,05. Hal itu menunjukkan bahwa ordo ARIMA (2,1,1)(1,1,2)<sup>6</sup> pada stasiun Bawak merupakan model yang tepat. Acuan penggunaan parameter P-value > 0,05 didasarkan pada penggunaan signifikansi  $\alpha$  sebesar 0,05. Begitu juga model ARIMA (2,1,1)(1,1,2)<sup>6</sup> pada stasiun Kalijaran. Pada stasiun Kalijaran secara nyata menunjukkan juga nilai P-value > 0,05.

Ploting residual ACF dan PACF di kedua stasiun pun secara signifikan menunjukkan bahwa nilainya tidak melebihi batas atas maupun batas bawah di semua lag-nya. Hal ini semakin menguatkan bahwa model memang bisa digunakan untuk *forecasting*.

Tabel 6. Data Hujan Simulasi Metode ARIMA Stasiun Bawak

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
2005	345	372	190	284	170	91	56	36	58	71	127	203
2006	197	118	182	270	178	103	75	58	71	88	258	251
2007	314	330	182	266	188	117	95	79	83	103	64	418
2008	77	443	182	263	197	130	111	97	93	117	261	247
2009	301	314	182	259	205	140	126	113	102	129	0	143
2010	168	220	181	256	212	149	138	127	110	139	262	243
2011	290	300	180	252	217	157	149	139	116	147	399	190
2012	218	227	178	248	221	163	158	148	120	154	261	237
2013	278	286	176	244	224	168	165	156	124	159	146	173
2014	271	364	173	239	226	171	171	163	126	163	257	230



Tabel 7. Data Hujan Simulasi Metode ARIMA Stasiun Kalijaran

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
2005	252	192	229	309	188	131	71	58	84	116	298	313
2006	385	391	251	329	220	166	111	99	120	154	71	396
2007	5	83	279	356	256	204	154	143	159	194	359	369
2008	434	440	310	386	295	246	199	189	200	238	332	106
2009	349	262	345	420	337	290	247	238	245	283	432	440
2010	498	503	383	457	382	337	298	289	292	332	398	258
2011	441	182	424	497	430	387	351	343	342	384	519	523
2012	576	581	469	541	481	439	407	399	395	438	275	187
2013	478	404	517	588	535	495	465	458	451	495	618	620
2014	668	673	568	639	591	553	526	520	510	555	673	321

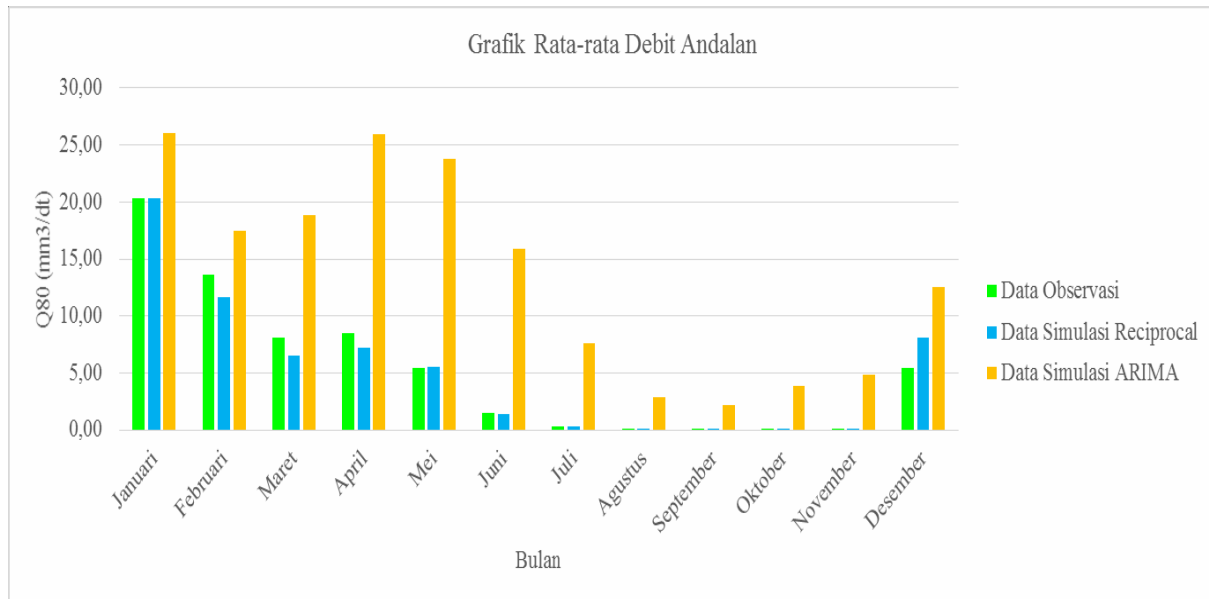
Untuk melihat kesesuaian data hujan simulasi yang dihasilkan dengan data observasi, maka dicari nilai korelasi data hujan dari masing-masing stasiun. Untuk stasiun Bawak nilai korelasi antara data hujan observasi dengan data hujan simulasi ARIMA adalah 0,62 dan untuk stasiun Kalijaran nilai korelasi antara data hujan observasi dengan data hujan simulasi ARIMA adalah 0,42. Sedangkan korelasi data observasi dengan data simulasi menggunakan metode *Reciprocal*

untuk stasiun Bawak dan Kalijaran secara berturut-turut adalah 0,78 dan 0,94. Selanjutnya untuk menilai model, dilakukan juga perhitungan debit andalan dan membandingkan kesemua hasilnya rata-ratanya (gambar 8). Untuk menghitung debit andalan, terlebih dahulu dihitung debit bulanan dengan metode Mock. Kemudian hasil dari hasil yang didapat, dihitung debit andalan (Q80). Hasil hitungan rata-rata debit andalan disajikan pada tabel 8.

Tabel 9 Hasil Perhitungan Rata-rata Debit Andalan

Debit Andalan Data Observasi												
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	
20,32	13,58	8,07	8,45	5,42	1,46	0,31	0,07	0,01	0	0	5,39	
Debit Andalan Data Simulasi <i>Reciprocal</i>												
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	
20,32	11,68	6,48	7,19	5,56	1,34	0,28	0,06	0,01	0	0	8,13	
Debit Andalan Data Simulasi ARIMA												
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	
26,07	17,49	18,81	25,91	23,81	15,90	7,58	2,90	2,21	3,82	4,80	12,50	





Gambar 8. Grafik Perbandingan Debit Andalan

Untuk melihat simulasi yang hasilnya paling mendekati data observasi, selain dengan melihat secara visual dari grafik rata-rata debit andalan berbagai jenis data, juga bisa dilihat

dari hitungan matematis melalui nilai selisih. Hasil perhitungan nilai selisih disajikan pada tabel 8.

Tabel 9 Selisih Rata-rata Debit Andalan

Observasi – Reciprocal											
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
0	1,89	1,59	1,27	0,14	0,12	0,03	0,01	0	0	0	2,74
Observasi – ARIMA											
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sept	Okt	Nov	Des
5,75	3,92	10,74	17,46	18,39	14,43	7,27	2,83	2,20	3,82	4,80	7,11

**SIMPULAN DAN SARAN**

Dari analisis simulasi menggunakan metode ARIMA didapatkan orde terbaik untuk stasiun Bawak dan Kalijaran adalah ARIMA (2,1,1)(1,1,2)<sup>6</sup>. Dengan menggunakan model tersebut kemudian diperoleh hasil dari proses forecasting dengan nilai korelasi antara data observasi dan data simulasi untuk stasiun Bawak sebesar 0,62 dan stasiun Kalijaran 0,42. Sedangkan dengan menggunakan metode Reciprocal didapatkan korelasi untuk stasiun Bawak dan Kalijaran secara berturut-turut 0,78 dan 0,94. Dengan melihat perhitungan selisih debit andalan antara data observasi dengan data simulasi, didapatkan nilai selisih terkecil pada simulasi Reciprocal. Hal tersebut menandakan bahwa simulasi Reciprocal menghasilkan data yang mendekati data sebenarnya.

Kepada peneliti selanjutnya, perlu adanya evaluasi lebih lanjut, terutama terkait penggunaan metode pengisian data hujan lainnya selain metode Reciprocal dan metode ARIMA. Karena masih banyak metode pengisian data hujan yang berpotensi untuk lebih baik lagi dalam pengisian data hujan.

Kepada pengguna, sebaiknya mempertimbangkan penggunaan metode Reciprocal untuk digunakan sebagai metode pengisian data hujan yang hilang dengan pertimbangan karakteristik DAS yang sama dengan DAS Dengkeng.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Rr. Rintis Hadiani, M.T., dan Setiono, S.T., M.Sc., yang telah membimbing dan memberi arahan serta masukan dalam penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Asdak, Chay. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Fauziah, Syifa, Sobriyah, dan Susilowati. 2013. *Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Kota Surakarta*. e-Journal MATRIKS TEKNIK SIPIL. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Helsel, D.R. dan Hirsch, R.M. 2002. *Statiscal Methods in Water Resources*, U.S Geological Survey.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Lusiani, Anie dan Habinuddin, Endang. 2011. Pemodelan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Curah Hujan di Kota Bandung, Jurnal, Sigma-Mu Vol.3 No.2 Politeknik Negeri Bandung.
- Prasetyo, Erwin Indra. 2009. *Analisis Hubungan Curah Hujan dan Produksi Kelapa Sawit dengan Model Fungsi Transfer*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Santoso, R. Gunawan. 2004. *Statistik*. Yogyakarta : Andi.
- Standar Perencanaan Irigasi KP-01. 2010. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Starrett, Steven K., dkk. 2010. *Filling in Missing Peakflow Data Using Artificial Neural Network*. APRN Journal of Engineering and Applied Science, Vol. 5, No. 1, USA.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Bandung : ALFABET, CV.
- Suprpto, Adi Teguh. 2005. Peramalan Kurs Rupiah terhadap Dolar Amerika Dengan Menggunakan Model ARIMA Studi Empiris Kurs Harian Rp/US\$ 24/01/2001-30/06/2005, Tesis, Program Studi Magister Manajemen Universitas Diponegoro, Semarang.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Wahyu, P., Destiana. 2016. *Transformasi Hujan-Debit Berdasarkan Analisis Tank Model dan GR2M di DAS Dengkeng*, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.