

MODEL REGRESI RATING CURVE STASIUN AWLR JURUG ANTARA TINGGI MUKA AIR DAN DEBIT PADA SUNGAI BENGAWAN SOLO

Supadi ¹

ABSTRACT

River of Bengawan Solo have been attached instrument of water discharge appliance which it's location in downstream of Colo Weir precisely at ± 200 m upstream of Jurug bridge and the AWRL Post was located most pate of upstream and founded in 1969 and also represent permanent building called AWLR (Automatic Water Level Recorder), so that shall have known the result of discharge curve which have been made from year to year. The Making of Rating curve in Post of Jurug at Bengawan Solo river represent model of rating curve discharge Result of a measurement between water level surface and discharge are highly varied since 1977 - 2000 (34 datas) and the result cause by change of river cross section influenced by agradation and degradation of river bed. So need to analyse of rating curve study in Jurug post before and after the construction of Wonogiri Dam. Discharge curve varied to be need observe and measurement in the long time and continuous measurement data from year to year and also performed a measurement charge by continuous and get result of discharge which different each other. The Rating Curve usefulness are obvious that is to know discharge of stream passing at the location from existence of change time to time.

PENDAHULUAN

Feasibility Steady waduk Wonogiri yang dilaksanakan tahun 1975 oleh konsultan JICA (*Japan International Corporation Agency*), sedangkan *detail design*-nya oleh konsultan NIPPON KOEI Co. Ltd pada tahun 1978, kemudian waduk Wonogiri selesai dibangun pada tahun 1983 dan mulai berfungsi pada tahun 1984.

Sungai Bengawan Solo telah dipasang alat pemantau debit yang berlokasi di hilir bendung Colo tepatnya ± 200 m di hulu jembatan Jurug dan pos tersebut terletak paling hulu didirikan pada tahun 1969 serta merupakan bangunan permanen yang disebut AWLR (*Automatic Water Level Recorder*), sehingga perlu mengetahui hasil lengkung debit yang di buat dari tahun ke tahun.

Pembuatan *Rating curve* di Pos Jurug (Surakarta) sungai Bengawan Solo merupakan model dalam pembuatan lengkung debit. Hasil pengamatan pengukuran antara tinggi muka air dengan debit sangat bervariasi sejak tahun 1977 – 2000 (34 data) diakibatkan karena adanya perubahan palung sungai yang dipengaruhi oleh degradasi maupun agradasi pada dasar sungai. Oleh karenanya perlu dilakukan analisa / kajian *rating curve* pada pos Jurug sebelum dan sesudah adanya waduk Wonogiri. Lengkung debit yang berbeda-beda membutuhkan pengamatan dan pengukuran yang panjang. Data pengukuran yang terus menerus dari tahun ke tahun serta diadakan pengukuran debit secara kontinyu dan mendapatkan hasil debit yang berbeda-beda. Kegunaan lengkung aliran cukup jelas yaitu untuk mengetahui aliran debit yang melewati

¹ S3 T. Sipil Universitas Diponegoro
Jl. Hayam Wuruk Semarang

Model Regresi Rating Curve Stasiun AWLR Jurug antara Tinggi Muka Air dan Debit pada Sungai Bengawan Solo

lokasi tersebut dari adanya perubahan waktu ke waktu.

Permasalahan yang muncul adalah *rating curve* / lengkung debit hubungan antara tinggi muka air dan debit pada Pos Jurug yang dibuat sebelum dan sesudah adanya waduk Wonogiri memiliki hasil yang berbeda / berubah-ubah, hal ini diakibatkan sebelum adanya waduk Wonogiri dasar sungai mengalami agradasi sedangkan setelah adanya waduk Wonogiri suplai sedimen berkurang sehingga terjadi degradasi pada dasar sungai untuk ini diperlukan kajian ulang hubungan antara tinggi muka air dan debit pada Pos Jurug.

Maksud dan tujuan pengkajian ini untuk mengetahui dan menganalisis perubahan lengkung debit dari tahun ke tahun di Pos Jurug sungai Bengawan Solo dan pengaruh hubungan tinggi muka air dengan debit akibat adanya perubahan dasar sungai sebelum dan sesudah adanya waduk Wonogiri. Kegunaan kajian ini sangat bermanfaat dan berguna baik secara teoritis maupun praktis untuk mengetahui aliran debit yang melewati lokasi pos AWLR Jurug dari waktu ke waktu.

Lokasi penelitian di sungai Bengawan Solo di pos AWRL Jurug berupa data tinggi muka air dan debit secara kontinyu dari tahun 1977 - 2000 (34 data).

Tabel 1. Data sebelum waduk Wonogiri (tahun 1977 – 1982)

No	Tanggal	Tinggi Muka Air	Debit
1	22/12/77	0.27	3.1
2	23/12/77	0.58	29.8
3	03/02/78	2.12	98.6
4	03/02/78	1.06	65.2
5	22/02/78	3.57	251
6	24/04/78	0.64	16.6
7	10/09/81	0.02	1.17
8	15/11/81	1.25	122
9	12/12/82	3.86	192
10	14/02/82	4.2	338
11	12/01/82	3.45	270

Tabel 2. Data sesudah W. Wonogiri berfungsi (th 1984 – 2000)

No	Tanggal	Tinggi Muka Air	Debit
1	01/08/91	0.13	4.5
2	04/12/91	0.99	68.5
3	30/01/92	2.8	126
4	21/09/92	0.6	21.9
5	17/11/92	4.05	423
6	01/12/92	2.42	147
7	23/01/93	6.08	702
8	10/05/93	0.62	38.7
9	29/09/93	0.35	13.8
10	11/02/94	2.6	247
11	25/02/94	4.34	412
12	18/09/94	0.26	10.6
13	23/11/94	0.85	55.1
14	16/07/95	0.5	32.1
15	17/02/95	1.68	102
16	06/07/95	0.79	44.1
17	07/09/95	0.24	17.3
18	09/02/99	2.75	305
19	24/02/99	5.97	793
20	20/02/00	1.2	75.9
21	21/02/00	3.77	361
22	23/02/00	6.45	907
23	24/02/00	2.68	277

TINJAUAN RATING CURVE

Penelitian *Rating Curve* model regresi hubungan antara tinggi muka air dengan debit pada stasiun AWRL pos Jurug sungai Bengawan Solo sebagai berikut :

$$\hat{Y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + \varepsilon \dots (1)$$

Analisa regresi merupakan salah satu analisa statistik yang cukup penting dan berkaitan dengan masalah permodelan matematik dan suatu pasangan data pengamatan. Selain hal tersebut diatas hubungan antara pasangan variabel tersebut dapat menunjukkan hubungan dan dua atau lebih variabel tersebut.

Analisa regresi merupakan teknik statistik yang banyak penggunaannya serta

mempunyai manfaat yang cukup besar bagi pengambil keputusan. Secara umum, dalam analisa regresi digunakan metode kuadrat terkecil (*least square method*) untuk mencari kecocokan garis regresi dengan data sampel yang diamati. Dalam pembuatan model matematika ada dua aspek penting yang dapat dijadikan sebagai pedoman yaitu:

- Representasi pemetaan dan karakteristik sistem kongkrit yang akan dipelajari.
- Abstraksi yang menupakan transformasi karakteristik sistem kongkrit yang akan dipelajari kedalam formula-formula matematika.
- Kesimpulan dalam analisa regresi diambil dengan mengambil dalih pada asumsi-asumsi yang menyangkut parameter populasi, dan apabila asumsi-asumsi tersebut dipenuhi maka prosedur kesimpulan parametriklah yang lazim paling sesuai untuk dipergunakan, dan apabila asumsi-asumsi tersebut dilanggar, maka penerapan prosedur parametrik bisa jadi akan menyebabkan hasil kesimpulan yang menyesatkan.
- Apabila kejadian tersebut terjadi dapat digunakan dengan pendekatan prosedur non parametrik.

Jika terdapat satu variabel tak bebas atau variabel terikat (*dependent variable*) tergantung pada satu atau lebih variabel bebas atau peubah bebas (*independent variable*) hubungan antara kedua variabel tersebut dapat dicirikan melalui model matematika (statistik) yang disebut sebagai model regresi. Sebuah model regresi linier yang meliputi lebih dari satu variabel bebas (*independent variable*) disebut model regresi berganda dan persamaannya dapat ditulis :

$$\hat{Y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + \varepsilon$$

Persamaan tersebut dikatakan sebagai sebuah model regresi linier berganda dengan n variabel bebas, sedangkan b_i

dimana $i = 1, 2, 3, \dots, n$ disebut koefisien model regresi.

Kegunaan lain model regresi linier berganda adalah dapat digunakan sebagai model pendekatan beberapa range variabel-variabel bebas dikarenakan hubungan fungsional yang sesungguhnya antara y dan x_1, x_2, \dots, x_n diketahui secara pasti.

Bagian penting dalam analisa regresi adalah pengujian hipotesis secara statistik terhadap perkiraan model regresi linier berganda yang diperoleh. Ada beberapa uji hipotesis yang dilakukan yaitu :

a. Uji kebeartian setiap koefisien

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah ada hubungan linier antara variabel terikat y dengan variabel bebas x_1, x_2, \dots, x_n . Adapun hipotesis yang digunakan :

$$H_0 : b_1 = b_2 = \dots = b_n = 0 \text{ dan } H_1 : b_i \neq 0$$

Penolakan $H_0 : b_i = 0$ menginformasikan bahwa paling sedikit satu variabel bebas x_1, x_2, \dots, x_n mempunyai sumbangan yang nyata pada model yang diperoleh.

b. Uji kebeartian model

Kegunaan dari pengujian tiap koefisien regresi adalah untuk mengetahui apakah nilai-nilai koefisien tersebut mempunyai pengaruh yang berarti atau tidak sehingga dapat diambil langkah efektif dengan menambah atau mengurangi variabel-variabel bebas yang digunakan untuk model regresi linier berganda yang dibuat.

$$H_0 : b_i = 0 \text{ dan } H_1 : b_i \neq 0$$

Jika $H_0 : b_i = 0$ tidak dapat ditolak, maka menunjukkan bahwa variabel bebas ke x_i dapat dihilangkan dari model tersebut atau dengan kata lain variabel tersebut tidak mempunyai pengaruh yang berarti dari model tersebut.

Populasi

Populasi adalah obyek atau subyek yang berada pada suatu wilayah dan memenuhi syarat-syarat tertentu yang mempunyai kaitan dengan masalah yang diteliti.

Populasi di pos AWLR Jurug sungai Bengawan Solo adalah seluruh data tinggi muka air dan debit yang diukur secara kontinu mulai dari tahun 1977 – 2000 (34 data). Populasi sasaran dalam penelitian ini adalah tinggi muka air dan debit pada sungai Bengawan Solo sebelum dan sesudah adanya waduk Wonogiri selama 34 data.

Sampel

Sampel adalah merupakan bagian dari populasi sedemikian sehingga dapat mewakili atau menggambarkan populasi. Dalam satu populasi dapat mempunyai satu atau lebih sampel tergantung pada karakteristik dan variabilitas data. Untuk memperoleh sampel yang baik yaitu yang dapat mewakili populasi diperlukan penguasaan teknik sampling.

Sampel di pos AWLR Jurug sungai Bengawan Solo adalah data tinggi muka air dan debit yang diukur pada waktu tertentu mulai dari tahun 1977 – 2000 (34 data). Menurut Arikunto (1996 : 107), pengambilan sampel apabila kurang dari 100 maka sampel yang ada diambil semua dalam penelitian. Dalam penelitian ini jumlah sampel yang digunakan selama 34 data.

Variabel

Variabel adalah merupakan karakteristik suatu obyek yang diamati. Dalam satu sampel atau populasi dapat dibuat beberapa variabel sesuai dengan karakteristik dari obyek yang diamati.

Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas (*independent*) dan variabel tak bebas (*dependent*). Variabel tak bebas berupa tinggi muka air(m)

sedangkan variabel bebasnya berupa debit (m^3/dt).

Data

Data sampel yang dipakai dalam penelitian ini adalah data tinggi muka air dan debit yang diukur pada pos AWRL Jurug sungai Bengawan Solo sebelum waduk Wonogiri selesai dibangun (tahun 1977-1982) dan waduk Wonogiri setelah berfungsi (tahun 1984 - 2000). Adapun data yang tersedia dimulai tahun 1977 sampai dengan tahun 2000 dan dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 diatas.

Validasi Data

Menurut Surakhmad (1994 : 100) berpendapat apabila ukuran populasi ± 100 maka pengambilan sampelnya sekurang-kurangnya 50 % dari ukuran populasi. Apabila ukuran populasi ± 1000 pengambilan sampelnya diharapkan sekurang-kurangnya 15 % dari ukuran populasi.

Mengingat data yang tersedia sebelum waduk Wonogiri selesai dibangun hanya 11 data dan sesudah waduk Wonogiri dibangun hanya 23 data, maka semua data diambil secara keseluruhan supaya akurasi sampel dapat mewakili secara keseluruhan. Disamping itu alat pencatat hubungan tinggi muka air dengan debit menggunakan peralatan yang otomatis sehingga data tersebut mempunyai tingkat akurasi yang dapat dipercaya kebenarannya.

Asumsi Data

Penelitian *rating curve* model regresi antara tinggi muka air dan debit pada stasiun AWLR pos Jurug sungai Bengawan Solo melalui model regresi linier dengan asumsi-asumsi sbb :

1. *Error* ε berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian σ^2 , dan bersifat *independent*
2. Variabel x bersifat tertentu.
3. Variabel y mempunyai sifat homoskedasitas, yang berarti bahwa

variasi nilai-nilai y di sekitar rata-rata adalah konstan.

4. Hubungan variabel *dependent* dan variabel *independent* adalah linier.

Berdasarkan asumsi bahwa error ϵ berdistribusi normal, variabel bebas x (debit) bersifat tertentu, hal ini menyebabkan variabel y (tinggi muka air) mempunyai distribusi normal.

Pengujian Asumsi Data

Tabel 3. Data Tinggi Muka Air dan Debit

No	Tanggal	Tinggi Muka Air	Debit
1	22/12/77	0.27	3.1
2	23/12/77	0.58	29.8
3	03/02/78	2.12	98.6
4	03/02/78	1.06	65.2
5	22/02/78	3.57	251
6	24/04/78	0.64	16.6
7	10/09/81	0.02	1.17
8	15/11/81	1.25	122
9	12/12/82	3.86	192
10	14/02/82	4.2	338
11	12/01/82	3.45	270
12	01/08/91	0.13	4.5
13	04/12/91	0.99	68.5
14	30/01/92	2.8	126
15	21/09/92	0.6	21.9
16	17/11/92	4.05	423
17	01/12/92	2.42	147
18	23/01/93	6.08	702
19	10/05/93	0.62	38.7
20	29/09/93	0.35	13.8

21	11/02/94	2.6	247
22	25/02/94	4.34	412
23	18/09/94	0.26	10.6
24	23/11/94	0.85	55.1
25	16/07/95	0.5	32.1
26	17/02/95	1.68	102
27	06/07/95	0.79	44.1
28	07/09/95	0.24	17.3
29	09/02/99	2.75	305
30	24/02/99	5.97	793
31	20/02/00	1.2	75.9
32	21/02/00	3.77	361
33	23/02/00	6.45	907
34	24/02/00	2.68	277

Untuk mengetahui hubungan antara debit (Q) dan tinggi muka air (H), maka dibuat model matematika dalam bentuk regresi linier, dengan tinggi muka air (H) sebagai variabel tak bebas, dan debit (Q) sebagai variabel bebas.

Untuk memenuhi asumsi distribusi normal dari data sampel, maka perlu dilakukan *test of normality* pada variabel tinggi muka air (H) karena variabel ini merupakan variabel tak bebas. *Test of normality* dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov dengan uji hipotesis sebagai berikut :

H_0 : Data tinggi muka air berdistribusi normal

H_1 : Data tinggi muka air tidak berdistribusi normal

Dengan menggunakan perangkat *software* SPSS didapatkan hasil output pengujian distribusi normal sebagai berikut :

Tabel 4. Tests of Normality

	Kolmogorov – Smirnov ^a			Shapiro - Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kedalaman	.186	34	.004	.890	34	.002

a. Lilliefors Significance Correction

Model Regresi Rating Curve Stasiun AWLR Jurug antara Tinggi Muka Air dan Debit pada Sungai Bengawan Solo

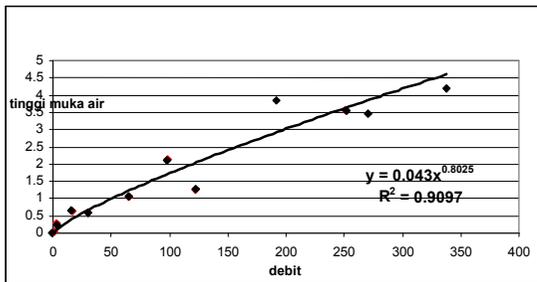
Dengan menggunakan $\alpha = 0.05$ keputusan dapat diambil berdasarkan angka signifikansi atau probabilitas sebagai berikut:

Karena probabilitas ($\text{sig } H = 0,004$) $< 0,05$, maka H_0 diterima.

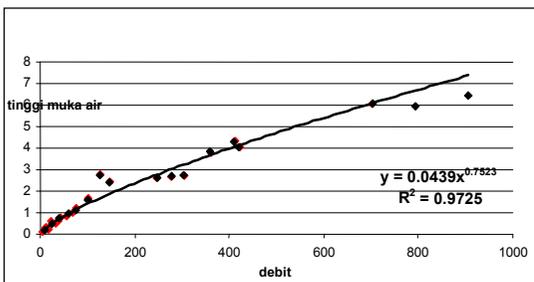
Sehingga dari hasil uji Kolmogorov Smirnov dapat disimpulkan bahwa sampel tinggi muka air (H) berdistribusi normal.

PENDEKATAN GARIS REGRESI LINIER

Hubungan antara tinggi muka air dengan debit dapat dilihat pada diagram *rating curve* sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Rating Curve Pos AWLR Jurug Sungai Bengawan Solo Sebelum Waduk Wonogiri



Gambar 2. Grafik Rating Curve Pos AWLR Jurug Sungai Bengawan Solo Sesudah Waduk Wonogiri

Model rating curve pos AWLR Jurug sungai Bengawan Solo melalui regresi linier sebelum adanya waduk Wonogiri adalah $Y = 0.043x^{0.8025}$ dan $Y = 0.039x^{0.7523}$ sesudah adanya waduk Wonogiri dengan Y adalah estimasi untuk variabel tinggi muka air (H) dan X adalah variabel debit (Q). Tingkat variansi sesudah adanya waduk Wonogiri lebih baik yaitu 0.9725 dibandingkan dengan sebelum adanya waduk Wonogiri yaitu 0.9097.

Pengujian nyata koefisien regresi sebelum adanya waduk Wonogiri dilakukan dengan pengujian hipotesis sebagai berikut :

Uji Hipotesis : $H_0 : \beta_1 = 0$
 $H_1 : \beta_1 \neq 0$

Test Statistika (uji F) :

$$F_0 = \frac{SS_R / 1}{SS_R / (n - 2)} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 / 1}{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - 2)} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :
 y_i = data tinggi muka air ke - i
 \bar{y} = rata tinggi muka air sebelum adanya waduk

Sehingga $F_0 = \frac{464.021}{51.55789} = 9$

Untuk $\alpha = 5 \%$, diperoleh dari tabel F bahwa didapat nilai F untuk $F_{0.05,1,9} = 5,12$.

Karena $F_0 = 9 > F_{0.05,1,9} = 5,12$ maka H_0 ditolak yang berarti menerima $\beta_1=0.043$ sebagai kostanta model regresi linier yang signifikan dengan tingkat signifikansi 95%.

Pengujian nyata koefisien regresi sesudah adanya waduk Wonogiri dilakukan dengan pengujian hipotesis sebagai berikut :

Uji Hipotesis : $H_0 : \beta_1 = 0$
 $H_0 : \beta_1 \neq 0$

Test Statistika (uji F) :

$$F_0 = \frac{SS_R / 1}{SS_R / (n - 2)} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 / 1}{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - 2)} = 21$$

Dimana :

y_i = data tinggi muka air ke - i

\bar{y} = rata tinggi muka air sesudah adanya waduk

$$\text{Sehingga } F_0 = \frac{3641.456}{173.4027} = 21$$

Untuk $\alpha = 5 \%$, diperoleh dari tabel F bahwa didapat nilai F untuk $F_{0.05,1,21} = 4,32$.

Karena $F_0 = 21 > F_{0.05,1,21} = 4,32$ maka H_0 ditolak yang berarti menerima $\beta_1=0.0439$ sebagai kostanta model regresi linier yang signifikan dengan tingkat signifikansi 95%.

KOMPUTASI METODE STATISTIK

Dalam penggunaan komputasi metode statistik dipakai perangkat software SPSS 11, sedangkan komputasi dalam analisis model regresi dengan tinggi muka air sebagai variabel tak bebas dan debit sebagai variabel bebas sebagai berikut :

Komputasi Sebelum Adanya Waduk Wonogiri

Tabel 5. *Descriptive Statistics* sebelum adanya waduk

	Mean	Std. Deviation	N
TMA	1.9109	1.58176	11
Debit	126.1336	119.17799	11

Tabel 6. *Correlations* sebelum adanya waduk

		TMA	Debit
Pearson Correlation	TMA	1.000	.953
	Debit	.953	1.000
Sig. (1-tailed)	TMA	.	.000
	Debit	.000	.
N	TMA	11	11
	Debit	11	11

Tabel 7. *Variables Entered / Removed*^b sebelum adanya waduk

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Debit ^a	.	Enter

- a. All requested variables entered
- b. Dependent variable : TMA

Tabel 8. *Model Summary*^b sebelum adanya waduk

Model	R	R. Square	Adjusted R. Square	Std. Error of The Estimate	Change Statistics			Sig F. Change	Durbin-Watson
					R. Square Change	F. Change	df1 df2		
1	.953 ^a	.908	.898	.50551	.908	88.908	1 9	.000	2.786

- a. Predictors : (Constant), DEBIT
- b. Dependent Variable : TMA

Tabel 9. Anova^b Sebelum Ada Waduk

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	22.20	1	22.720	88.908	.000 ^a
	Residual	2.300	9	.256		
	Total	25.019	10			

- a. Predictors : (Constant), Debit
- b. Dependent Variables : TMA

Model Regresi Rating Curve Stasiun AWLR Jurug antara Tinggi Muka Air dan Debit pada Sungai Bengawan Solo

Tabel 10. Coefficients^a sebelum ada waduk

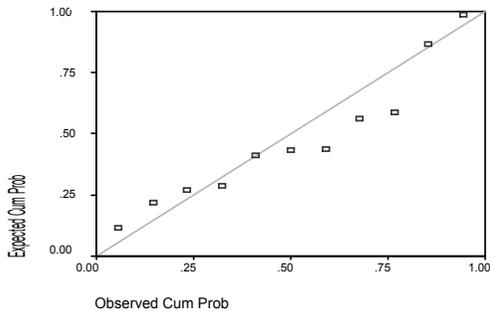
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	T	Sig.
		B	Std. Error	BetaCoefficients		
1	(Constant)	.316	.228		1.386	.119
	Debit	1.265E-02	.001	.953	9.429	.000

a. Dependent Variable : TMA

Tabel 11. Residuals Statistics^a sebelum ada waduk

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	.3304	4.5905	1.9109	1.50730	11
Residual	-.6086	1.1160	.0000	.47957	11
Std. Predicted Value	-1.049	1.778	.000	1.000	11
Std. Residual	-1.204	2.208	.000	.949	11

a. Dependent Variable : TMA



Gambar 3. Grafik Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual Dependent Variable : TMA sebelum ada waduk

Komputasi Sesudah Adanya Waduk Wonogiri

Tabel 12. *Descriptive Statistics* sesudah adanya waduk

	Mean	Std. Deviation	N
TMA	2.2661	2.00683	23
Debit	225.4130	265.63458	23

Tabel 13. *Correlations* sesudah adanya waduk

	TMA	Debit
Pearson Correlation	TMA 1.000	Debit .970
	Debit .970	1.000
Sig. (1-tailed)	TMA .	Debit .000
	Debit .000	.
N	TMA 23	Debit 23
	Debit 23	23

Tabel 14. *Variables Entered / Removed*^b sesudah adanya waduk

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Debit ^a	.	Enter

- a. All requested variables entered
- b. Dependent variable : TMA

Tabel 15. *Model Summary*^b sebelum adanya waduk

Model	R	R. Square	Adjusted R. Square	Std. Error of The Estimate	R. Square Change	Change Statistics			Durbin-Watson	
						F. Change	df1	df2		
1	.970 ^a	.941	.938	.49970	.941	333.832	1	21	.000	2.111

a. Predictors : (Constant), DEBIT

b. Dependent Variable : TMA

Tabel 16. ANOVA^b sebelum ada waduk

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	83.358	1	88.358	333.832	.000 ^a
	Residual	5.244	21	.250		
	Total	88.602	22			

a. Predictors : (Constant), Debit

b. Dependent Variables : TMA

Tabel 17. Coefficients^a sebelum ada waduk

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	T	Sig.
		B	Std. Error	BetaCoefficients		
1	(Constant)	.614	.138		4.53	.000
	Debit	7.328E-03	.000	.970	18.271	.000

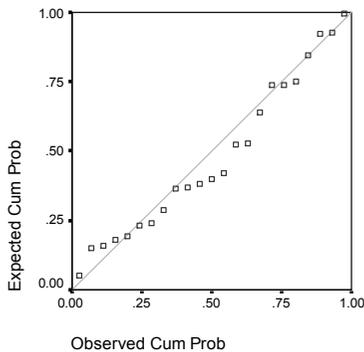
a. Dependent Variable : TMA

Tabel 18. Residuals Statistics^a sebelum ada waduk

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	.6473	7.2607	2.2661	1.94654	23
Residual	-.8107	1.2624	.0000	.48821	23
Std. Predicted Value	-.832	2.566	.000	1.000	23
Std. Residual	-1.622	2.526	.000	.977	23

a. Dependent Variable : TMA

Model Regresi Rating Curve Stasiun AWLR Jurug antara Tinggi Muka Air dan Debit pada Sungai Bengawan Solo



Gambar 4. Grafik Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual
Dependent Variable : TMA setelah ada waduk

KESIMPULAN

Rating curve pos AWLR Jurug sungai Bengawan Solo sebelum waduk wonogiri $Y = 0.043x^{0.8025}$ dan setelah waduk Wonogiri dibangun dengan $Y=0.039x^{0.7523}$. Berdasarkan persamaan regresi tersebut maka terjadi kenaikan debit untuk tinggi muka air pada posisi 4 meter, maka debit yang melewati pos AWLR Jurug sungai Bengawan Solo sebesar 402,54 m³/dt sedangkan sebelumnya hanya sebesar 283,84 m³/dt sehingga terjadi kenaikan debit sebesar ± 41,82 %. Hal ini disebabkan adanya degradasi pada dasar sungai akibat dibangunnya waduk Wonogiri sehingga merubah kemiringan dasar sungai sehingga debit yang melewati pos AWLR Jurug sungai Bengawan Solo lebih terjal dibandingkan dengan sebelum waduk Wonogiri dibangun.

Pemantauan untuk sistem dini peringatan banjir akan lebih mendekati kondisi aliran air banjir sebenarnya sehingga apabila terjadi bahaya banjir maka akan memberikan informasi yang bermanfaat

bagi penduduk yang bermukim di hilirnya dalam rangka menyelamatkan nyawa, harta benda dan surat berharga termasuk data luas genangan banjir yang akurat.

Kemudian pada musim kemarau pos AWLR Jurug sungai Bengawan Solo juga berfungsi untuk mengantisipasi debit andalan yang diperuntukkan untuk memenuhi air irigasi di bagian hilirnya.

SARAN

Dalam setiap 5 tahun *rating curve* di pos AWLR Jurug sungai Bengawan Solo sebaiknya perlu dikaji ulang mengingat dari hasil kajian ternyata terdapat perubahan *rating curve* yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Institute of Hydraulic Engineering Bandung : *Preparation of Rating Curve and Rating Tables/or Computation of Stream flow Records*. by GW Caughren 1997.

Ministry of Irigation and Power India : *Discharge Estimation from Stage Discharge Relation Strean Gauging* : By MG Hiranandani, Chapter XIX, 1960.

Mustafid (2003), *Statistika Terapan*, Undip, Semarang

NIPPON KOEI Co,Ltd in assosiation with PT. Indah Karya (1984), *Upper Solo River Improvement and Madiun Urgent Flood Control Project*, NIPPON KOEI Co,Ltd in assosiation with PT. Indah Karya

Riduwan (2004), *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*, CV. Alfabeta. Bandung

Tata Mc Graw - Hill Publishing Company : *Discharge Computation from Measured Data* :Engineering Hydrology, by Jaromin Nemece, 1973.

United States Departernent of The Interio Geological Survey; *Discharge Rating a Gauging Station*. Chapter 12, 1995

