

MODEL REGRESI NONPARAMETRIK DENGAN PENDEKATAN DERET FOURIER PADA POLA DATA CURAH HUJAN DI KOTA SEMARANG

¹Fatmawati Nurjanah, ²Tiani Wahyu Utami, ³Indah manfaati Nur

^{1,2,3}Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Semarang
Alamat e-mail : fatmawatinurjanah@gmail.com

ABSTRAK

Pendekatan regresi dapat dilakukan dengan tiga pendekatan yaitu pendekatan parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik. Pendekatan regresi nonparametrik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan deret Fourier. Estimasi deret Fourier dapat menggunakan LS (Least Square). Pada estimasi deret Fourier penentuan K optimal menggunakan GCV (Generalized Cross Validation). Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang penting di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pola curah hujan di kota Semarang dengan menghasilkan kurva sinus atau cosinus. Pendekatan deret Fourier adalah sebuah metode yang menghasilkan kurva sinus cosinus pada data yang bersifat periodik. Variabel independennya adalah waktu. Hasil dari data yang diolah pada penelitian ini untuk lokasi Semarang Barat menghasilkan sebesar 92%, lokasi Semarang Timur menghasilkan sebesar 95%, lokasi Semarang Utara menghasilkan sebesar 89%, dan lokasi Semarang Selatan menghasilkan sebesar 89% sehingga model yang didapatkan adalah sederhana.

Kata Kunci : Regresi Nonparametrik, GCV, Deret Fourier, Curah Hujan

PENDAHULUAN

Deret fourier adalah suatu model regresi nonparametrik yang digunakan dalam mengestimasi suatu pola data yang berbentuk trigonometri [3]. Pola data yang dapat digunakan dalam deret fourier adalah pola data yang berulang karena bersifat periodik [2]. Periodik sendiri memiliki arti yaitu suatu keadaan terjadi dengan selang waktu yang tetap [5]. Keadaan tersebut bisa disebut dengan pola musiman atau trend dimana banyak penelitian yang menggunakan data periodik dan menentukan metode penelitiannya. Salah satu yang paling banyak digunakan penelitian sebelumnya yaitu metode peramalan atau *time series* [4].

Curah hujan dan unsur iklim yang lain memiliki suatu pola yang teratur. Pola tersebut disebabkan oleh adanya keadaan iklim di suatu wilayah tertentu. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan (Y) dan waktu (X). Pola data curah hujan yang membentuk suatu deret berkala dipengaruhi oleh waktu sehingga waktu merupakan variabel yang sangat mempengaruhi curah hujan.

Berdasarkan informasi tentang banyaknya curah hujan menurut Stasiun Klimatologi Kota Semarang Tahun 2010 - Juni 2014 diketahui bahwa dalam waktu 3 setengah tahun terakhir ini frekuensi curah hujan mengalami peningkatan dan penurunan [1]. Tahun 2010 frekuensi curah hujan sebanyak 3.228 mm, tahun 2011 frekuensi curah

hujan sebanyak 1.879 mm, tahun 2012 frekuensi curah hujan sebanyak 2.248 mm, tahun 2013 frekuensi curah hujan sebanyak 2.628 dan pada akhir bulan juni tahun 2014 frekuensi curah hujan sebanyak 1.769 mm.

METODE PENELITIAN

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan data sekunder dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di kota Semarang Tahun 2008 - 2014. Dari waktu 7 tahun mulai tahun 2008 – 2014 akan digambarkan kurva untuk mengkaji ketepatan estimasi dari model regresi nonparametrik dengan pendekatan deret Fourier yang telah terbentuk. Sedangkan lokasi dalam penelitian ini diambil dari 4 daerah di kota Semarang yaitu Semarang Barat (Staklim Semarang), Semarang Timur (Tlogosari), Semarang Utara (Sta. Maritim Tanjung Emas), dan Semarang Selatan (Gunung Pati). Data curah hujan tersebut akan diolah dengan bantuan *software R*, yaitu dengan melakukan pengambilan sampel secara acak tanpa pengembalian. Variabel *independent* dalam penelitian ini yaitu waktu. Sedangkan variabel *dependent* dalam penelitian ini yaitu curah hujan di kota Semarang

Metode Analisis

Adapun langkah-langkah untuk melakukan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Diberikan model regresi nonparametric
2. Membuat plot data curah hujan (t, y)
3. Membuat program penentuan K optimal dengan metode GCV
4. Setelah didapat K optimal, selanjutnya adalah membuat program estimasi

- model regresi nonparametrik dengan pendekatan deret Fourier
5. Memodelkan curah hujan di Kota Semarang dengan pendekatan Deret Fourier

HASIL PENELITIAN

Diberikan data berpasangan sebagai berikut (y_j, t_{ij}) dengan $j = 1, 2, 3, \dots, n$ menyatakan banyaknya variabel pengamatan dan $i = 1, 2, 3, \dots, p$ menyatakan banyaknya variabel independen. Model regresi nonparametiknya adalah sebagai berikut [3] :

$$Y_i = X_i\beta + \varepsilon \tag{1}$$

Jika $y = f(t) + \varepsilon$ maka $f(t) = [f(t_1) f(t_2) f(t_3) \dots f(t_n)]$ (4.4) $f(t)$ merupakan kurva yang tidak diketahui bentuknya maka $f(t)$ didekati dengan menggunakan Deret Fourier yaitu sebagai berikut [2]:

$$f(t) = \frac{1}{2}\alpha_0 + \gamma_t + \sum_{k=1}^K \alpha_k \cos kt$$

Estimasi model nonparametrik menggunakan metode *Least Square (LS)* sehingga dapat dihasilkan persamaan berikut :

$$\hat{\theta} = (B^T B)^{-1} B^T Y \tag{2}$$

Dengan

$$B = \begin{bmatrix} 1 & t_1 & \cos t_1 & \dots & \cos kt_1 \\ 1 & t_2 & \cos t_2 & \dots & \cos kt_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & t_n & \cos t_n & \dots & \cos kt_n \end{bmatrix}_{n \times (k+2)}$$

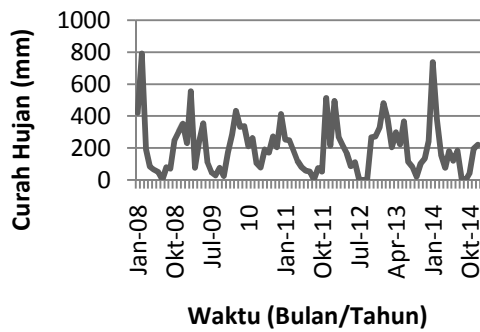
$$\hat{\theta} = \begin{bmatrix} \emptyset \\ \gamma \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_k \end{bmatrix}_{(k+2) \times 1}^T$$

$$\emptyset = \frac{n}{2}\alpha_0$$

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}_{n \times 1}$$

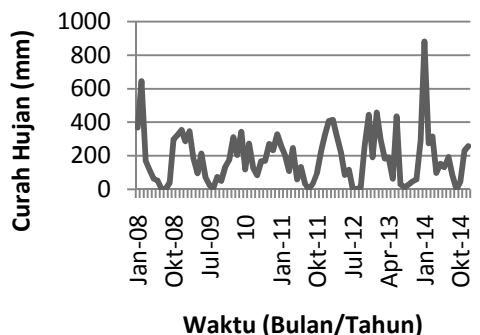
Persamaan 2 merupakan estimator regresi nonparametrik dengan pendekatan Deret Fourier.

Langkah – langkah dalam membuat pemodelan curah hujan di kota Semarang dengan deret fourier adalah sebagai berikut :



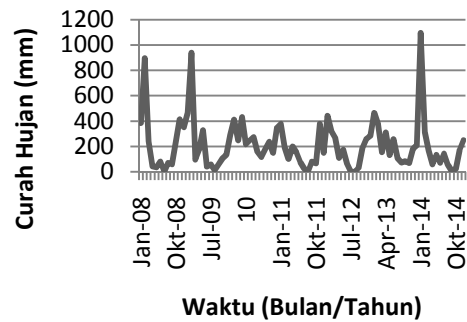
Gambar 1. Plot data curah hujan Semarang Barat

Grafik Gambar 1 menjelaskan bahwa curah hujan minimum terjadi pada bulan agustus 2011, sedangkan curah hujan maksimum terjadi pada bulan februari 2008 yaitu sebesar 791 mm per tahun.



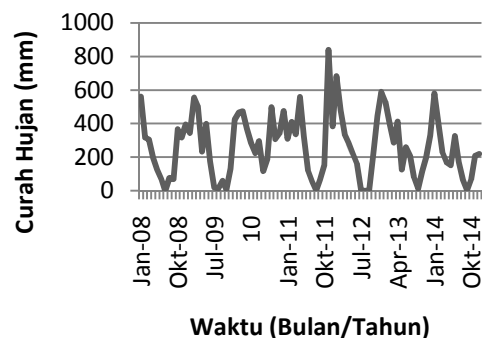
Gambar 2. Plot data curah hujan Semarang Timur

Plot data pada Gambar 2 diketahui bahwa kota Semarang Timur memiliki curah hujan minimum pada bulan juli agustus tahun 2008 yaitu memiliki curah hujan sebesar 0 mm per tahun, sedangkan curah hujan maksimum terjadi pada januari 2014 sebesar 880 mm per tahun.



Gambar 3. Plot data curah hujan Semarang Utara

Gambar 3 menggambarkan plot data curah hujan Semarang Utara, curah hujan minimum di daerah tersebut terjadi pada bulan juli 2008, agustus 2011 sebesar 0 mm per tahun, sedangkan curah hujan maksimum terjadi pada curah hujan sebesar 1094 mm per tahun.



Gambar 4. Plot data curah hujan Semarang Selatan

Gambar 4 menjelaskan bahwa curah hujan minimum terjadi pada bulan juli 2008 yaitu memiliki curah hujan sebesar 0 mm per tahun, sedangkan curah hujan maksimum terjadi pada November 2011 sebesar 839 mm per tahun.

Memodelkan Curah Hujan Semarang Barat dengan Deret Fourier

Tabel 1. Nilai GCV untuk setiap K optimal

Nilai K	GCV
60	17335,46
70	2876,27
80	$1,31 \times 10^{+06}$
90	$8,64 \times 10^{-27}$
99	$1,60 \times 10^{-26}$

Tabel 2. Nilai R^2 dan MSE untuk setiap K optimal

Nilai K	R^2	MSE
70	0,92 (92%)	2054,89
80	0,99 (99%)	121,9
90	1 (100%)	$8,43 \times 10^{-27}$

Berdasarkan Tabel 1 nilai GCV terkecil pada K=90 merupakan K yang optimal. Akan tetapi berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa untuk nilai K=70 sudah menghasilkan R^2 yang cukup tinggi, sehingga berdasarkan sifat parsimoni parameter maka K yang dipilih adalah K=70 jadi estimasi parameter yang harus dicari adalah sebanyak 72 parameter.

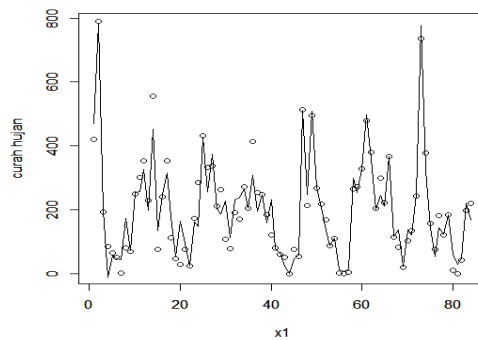
Tabel 3. Nilai Parameter untuk K=70

P	Nilai	P	Nilai	P	Nilai
α_0	-3300	α_{23}	13,91	α_{47}	204,56
γ	29,1	α_{24}	154,88	α_{48}	128,41
α_1	-311,07	α_{25}	-995,82	α_{49}	24,60
α_2	-58,25	α_{26}	-115,46	α_{50}	328,29
α_3	-293,47	α_{27}	83,31	α_{51}	292,77
α_4	-150,65	α_{28}	56,43	α_{52}	21,30
α_5	-20,65	α_{29}	117,27	α_{53}	191,80
α_6	-471,32	α_{30}	10,55	α_{54}	134,32
α_7	-428,74	α_{31}	4533,6	α_{55}	50,95
α_8	22,23	α_{32}	348,62	α_{56}	479,65
α_9	-290,71	α_{33}	22,84	α_{57}	415,95
α_{10}	-145,93	α_{34}	104,43	α_{58}	27,47
α_{11}	-56,68	α_{35}	206,72	α_{59}	125,19
P	Nilai	P	Nilai	P	Nilai
α_{12}	-622,47	α_{36}	-26,06	α_{60}	147,89
α_{13}	-637,42	α_{37}	285,89	α_{61}	69,77
α_{14}	-16,89	α_{38}	287,60	α_{62}	59,14
α_{15}	-178,14	α_{39}	18,81	α_{63}	0,44

α_{16}	-157,16	α_{40}	117,88	α_{64}	110,71
α_{17}	-100,07	α_{41}	195,89	α_{65}	58,10
α_{18}	-14,62	α_{42}	28,82	α_{66}	125,44
α_{19}	564,49	α_{43}	200,62	α_{67}	9,9
α_{20}	-184,41	α_{44}	3254,7	α_{68}	-33,55
α_{21}	-26,86	α_{45}	200,39	α_{69}	752,57
α_{22}	-57,22	α_{46}	30,60	α_{70}	109,36

Keterangan : P = parameter

Model yang didapatkan untuk lokasi Semarang Barat adalah sebagai berikut :
 $\hat{y} = -3300,4 + 29,1 t - 311,07 \cos t - 58,25 \cos 2t - 293,47 \cos 3t + \dots + 109,36 \cos 70t$



Gambar 5. Plot Data Curah Hujan Semarang Barat dengan Deret Fourier

Gambar 5 menunjukkan bahwa curah hujan tertinggi terjadi pada bulan februari 2011 dengan curah hujan (\hat{y}) sebesar 827.67 mm per tahun sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan agustus 2011 dengan curah hujan (\hat{y}) yaitu sebesar -0.0204268 mm per tahun.

Memodelkan Curah Hujan Semarang Timur dengan Deret Fourier

Tabel 4. Nilai GCV untuk setiap K optimal

Nilai K	GCV
70	1533,77
80	$2,50 \times 10^{+06}$
90	$8,62 \times 10^{-27}$
99	$6,41 \times 10^{-27}$

Tabel 5. Nilai R^2 dan MSE untuk setiap K optimal

Nilai K	R^2	MSE
70	0,95 (95%)	1095,77
80	0,99 (99%)	231,67
90	1 (100%)	$8,42 \times 10^{-26}$

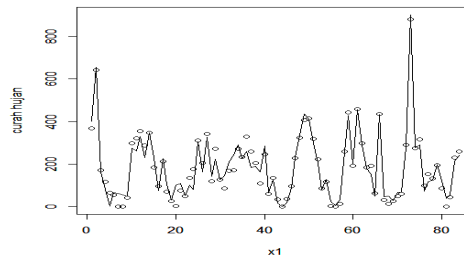
Berdasarkan Tabel 4 nilai GCV terkecil pada $K=99$ merupakan K yang optimal. Akan tetapi pada Tabel 5 menggambarkan nilai $K=70$ sudah menghasilkan R^2 yang cukup tinggi, sehingga $K=70$ yang dipilih maka estimasi parameter yang harus dicari sebanyak 72 parameter.

Tabel 6. Nilai Parameter untuk $K=70$

P	Nilai	P	Nilai	P	Nilai
α_0	3656,8	α_{23}	-90,25	α_{47}	142,87
γ	32,56	α_{24}	193,39	α_{48}	93,81
α_1	-242,51	α_{25}	-1113,10	α_{49}	5,90
α_2	-54,87	α_{26}	-203,02	α_{50}	319,52
α_3	-165,52	α_{27}	85,32	α_{51}	225,38
α_4	-123,58	α_{28}	41,60	α_{52}	12,42
α_5	19,33	α_{29}	79,92	α_{53}	164,54
α_6	-483,14	α_{30}	8,28	α_{54}	89,75
α_7	-327,68	α_{31}	397,42	α_{55}	29,96
α_8	42,23	α_{32}	353,03	α_{56}	450,15
α_9	-263,41	α_{33}	15,17	α_{57}	369,38
α_{10}	-87,03	α_{34}	77,27	α_{58}	1,5
α_{11}	-44,61	α_{35}	165,53	α_{59}	100,70
α_{12}	-643,42	α_{36}	-30,99	α_{60}	76,71
α_{13}	-568,52	α_{37}	197,37	α_{61}	100,22
α_{14}	-2,37	α_{38}	275,18	α_{62}	-48,66
α_{15}	-144,12	α_{39}	-7,71	α_{63}	-65,90
α_{16}	-72,97	α_{40}	70,18	α_{64}	102,36
α_{17}	-137,48	α_{41}	128,57	α_{65}	18,63
α_{18}	162,86	α_{42}	27,12	α_{66}	76,12
α_{19}	705,09	α_{43}	158,67	α_{67}	62,20
α_{20}	-199,02	α_{44}	3530,84	α_{68}	-55,70
α_{21}	53,83	α_{45}	148,01	α_{69}	810,81
α_{22}	-33,27	α_{46}	35,15	α_{70}	127,99

Keterangan : P = parameter

Model yang didapatkan untuk lokasi Semarang Timur adalah sebagai berikut :
 $\hat{y} = 3656,83 + 32,56 t - 242,51 \cos t - 54,87 \cos 2t - 165,52 \cos 3t + \dots + 127,99 \cos 70t$



Gambar 6. Plot Data Curah Hujan Semarang Timur dengan Deret Fourier

Gambar 6 menunjukkan bahwa curah hujan (\hat{y}) tertinggi untuk kota Semarang Timur terjadi pada bulan Januari 2014 yaitu sebesar 877.97 mm per tahun sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus 2011 dengan curah hujan (\hat{y}) yaitu sebesar -0.02136182 mm per tahun..

Memodelkan Curah Hujan Semarang Utara dengan Deret Fourier

Tabel 7. Nilai GCV untuk setiap K optimal

Nilai K	GCV
60	23342,91
70	3466,26
80	$4,99 \times 10^{+05}$
90	$1,13 \times 10^{-26}$

Tabel 8. Nilai R^2 dan MSE untuk setiap K optimal

Nilai K	R^2	MSE
70	0,93 (93%)	2476,39
80	0,99 (99%)	46,44
90	1 (100%)	1,10

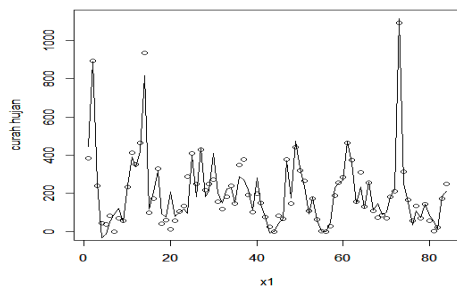
Berdasarkan Tabel 7 nilai GCV terkecil pada $K=90$ merupakan K yang optimal. Akan tetapi berdasarkan Tabel 8 menghasilkan K Optimal sebesar 70 karena sudah menghasilkan R^2 yang cukup tinggi, maka estimasi parameter yang harus dicari adalah sebanyak 72 parameter.

Tabel 9. Nilai Parameter untuk K=70

P	Nilai	P	Nilai	P	Nilai
α_0	-4544,74	α_{23}	57,15	α_{47}	170,38
γ	39,45	α_{24}	246,40	α_{48}	181,89
α_1	-266,66	α_{25}	-1536,4	α_{49}	-22,14
α_2	-0,35	α_{26}	-261,81	α_{50}	323,89
α_3	-232,14	α_{27}	128,21	α_{51}	202,05
α_4	-216,06	α_{28}	29,07	α_{52}	0,75
α_5	58,44	α_{29}	79,48	α_{53}	209,75
α_6	-491,40	α_{30}	5,23	α_{54}	104,32
α_7	-332,78	α_{31}	476,76	α_{55}	-20,26
α_8	45,56	α_{32}	399,74	α_{56}	515,56
α_9	-297,98	α_{33}	-72,60	α_{57}	470,13
α_{10}	-109,72	α_{34}	85,5	α_{58}	-2,81
α_{11}	50,76	α_{35}	201,43	α_{59}	87,04
α_{12}	-732,79	α_{36}	-36,89	α_{60}	123,43
α_{13}	-670,90	α_{37}	214,76	α_{61}	93,84
α_{14}	4,26	α_{38}	283,63	α_{62}	-30,28
α_{15}	-142,80	α_{39}	-42,36	α_{63}	-158,08
α_{16}	-99,22	α_{40}	164,53	α_{64}	105,61
α_{17}	-136,08	α_{41}	157,20	α_{65}	51,10
α_{18}	197,10	α_{42}	-20,4	α_{66}	129,51
α_{19}	1013,23	α_{43}	182,02	α_{67}	-34,17
α_{20}	-263,05	α_{44}	4409,5	α_{68}	-97,84
α_{21}	-53,83	α_{45}	173,19	α_{69}	1056,98
α_{22}	-66,41	α_{46}	-9,64	α_{70}	176,48

Keterangan : P= Parameter

Model yang didapatkan untuk lokasi Semarang Utara adalah sebagai berikut :
 $\hat{y} = -4544,74 + 39,45 t - 266,66 \cos t - 0,35 \cos 2t - 232,14 \cos 3t + \dots + 176,48 \cos 70t$



Gambar 7. Plot Data Curah Hujan Semarang Utara dengan Deret Fourier

Gambar 7 menunjukkan bahwa curah hujan (\hat{y}) tertinggi untuk kota Semarang Utara terjadi pada bulan januari 2014 yaitu sebesar 1049.14 mm per tahun sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan juli 2011 dengan curah hujan (\hat{y}) yaitu sebesar -8.799245 mm per tahun.

Memodelkan Curah Hujan Semarang Selatan dengan Deret Fourier

Tabel 10. Nilai GCV untuk setiap K optimal

Nilai K	GCV
70	3091,731
80	$9,71 \times 10^{+05}$
90	$1,56 \times 10^{-26}$

Tabel 11. Nilai R^2 dan MSE untuk setiap K optimal

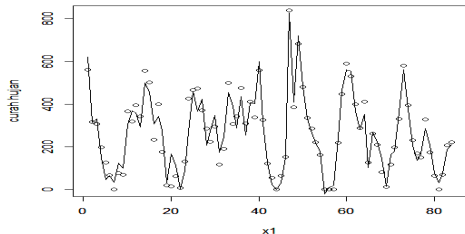
Nilai K	R^2	MSE
70	0,93 (93%)	2208,82
80	0,99 (99%)	0,902
90	1 (100%)	1.53×10^{-25}

Berdasarkan Tabel 11 nilai GCV terkecil pada K=90 merupakan K yang optimal, tetapi berdasarkan Tabel 11 terlihat bahwa untuk nilai K=70 sudah menghasilkan R^2 yang cukup tinggi. Jadi nilai K yang dipilih adalah K=70 maka estimasi parameter yang harus dicari adalah sebanyak 72 parameter.

Tabel 12. Nilai Parameter untuk K=70

P	Nilai	P	Nilai	P	Nilai
α_0	-5665,27	α_{23}	-183,31	α_{47}	129,22
γ	51,01	α_{24}	151,82	α_{48}	96,48
α_1	-444,82	α_{25}	-1593,5	α_{49}	132,23
α_2	-109,29	α_{26}	-167,45	α_{50}	354,37
α_3	-211,62	α_{27}	184,41	α_{51}	348,92
α_4	-104,93	α_{28}	35,01	α_{52}	158,99
α_5	-137,79	α_{29}	84,50	α_{53}	104,03
α_6	-550,18	α_{30}	91,79	α_{54}	104,41
α_7	-499,98	α_{31}	565,03	α_{55}	114,14
α_8	-171,29	α_{32}	419,28	α_{56}	583,91
α_9	-197,48	α_{33}	103,76	α_{57}	528,79
α_{10}	-91,39	α_{34}	52,55	α_{58}	122,27
α_{11}	-149,70	α_{35}	139,42	α_{59}	95,49
α_{12}	-843,98	α_{36}	119,67	α_{60}	121,05
α_{13}	-812,92	α_{37}	292,87	α_{61}	137,76
α_{14}	-150,12	α_{38}	336,12	α_{62}	104,99
α_{15}	-118,40	α_{39}	104,49	α_{63}	-159,85
α_{16}	-115,89	α_{40}	88,53	α_{64}	164,21
α_{17}	-218,43	α_{41}	146,01	α_{65}	-13,67
α_{18}	-16,18	α_{42}	52,29	α_{66}	70,49
α_{19}	1084,03	α_{43}	285,04	α_{67}	136,16
α_{20}	-232,27	α_{44}	5437,17	α_{68}	-3,46
α_{21}	162,27	α_{45}	257,62	α_{69}	120,39
α_{22}	-32,29	α_{46}	91,03	α_{70}	146,67

Model yang didapatkan untuk lokasi Semarang Selatan adalah sebagai berikut:
 $\hat{y} = -5665,27 + 51,01 t - 444,82 \cos t - 109,29 \cos 2t - 211,62 \cos 3t + \dots + 146,67 \cos 70t$



Gambar 8. Plot Data Curah Hujan Semarang Selatan dengan Deret Fourier

Gambar 8 menunjukkan bahwa curah hujan (\hat{y}) tertinggi untuk kota Semarang Selatan terjadi pada bulan november 2011 yaitu sebesar 826.941 mm per tahun sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan juli 2012 dengan curah hujan (\hat{y}) yaitu sebesar -21.86156 mm per tahun.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan adalah hasil estimasi parameter regresi dengan pendekatan Deret Fourier dengan menggunakan *Least Square* (LS) menghasilkan $\hat{\theta} = (B^T B)^{-1} B^T Y$. Model yang didapatkan untuk setiap lokasi yaitu sebagai berikut :

1. Lokasi Staklim Semarang didapatkan model $K=70$ menghasilkan model dengan $R^2 = 92\%$. Model yang dihasilkan adalah sebagai berikut :
 $\hat{y} = -3300,4 + 29,01 t - 311,07 \cos t - 58,25 \cos 2t - 293,47 \cos 3t + \dots + 109,36 \cos 70t$
2. Lokasi Tlogosari didapatkan model $K=70$ menghasilkan model dengan $R^2 = 95\%$. Model yang dihasilkan adalah sebagai berikut:
 $\hat{y} = - 3656,83 + 32,56 t - 242,51 \cos t - 54,87 \cos 2t - 165,52 \cos 3t + \dots + 127,99 \cos 70t$

3. Lokasi Sta Maritim Tanjung Emas didapatkan model $K=70$ menghasilkan model dengan $R^2 = 93\%$. Model yang dihasilkan adalah sebagai berikut :
 $\hat{y} = -4544,74 + 39,45 t - 266,66 \cos t - 0,35 \cos 2t - 232,14 \cos 3t + \dots + 176,48 \cos 70t$
4. Lokasi Gunung Pati didapatkan model $K=70$ menghasilkan model dengan $R^2 = 93\%$. Model yang dihasilkan adalah sebagai berikut:
 $\hat{y} = -5665,27 + 51,01 t - 444,82 \cos t - 109,29 \cos 2t - 211,62 \cos 3t + \dots + 146,67 \cos 70t$

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bahtiyar et al. 2014. Ordinary Kriging dalam Estimasi Curah Hujan di Kota Semarang. *Jurnal Gaussian FMIPA Universitas Diponegoro Semarang*. Volume 3 No.2 hal 151-159.

[2] Bilodeau, M. 1992. Fourier Smoother and Additive Models, *The Canadian of Statistic*, 3, hal. 257-259.

[3] Eubank, R. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing 2nd Edition*. Marcel Deker. New York.

[4] Nurfaizah. 2013. *Skripsi :Pemodelan Fungsi Transfer untuk Meramalkan Curah Hujan di Kota Semarang*. Universitas Muhammadiyah Semarang.

[5] Prahutama, A. 2013. Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan deret Fourier pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Statstika Universitas Diponegoro 2013*.