

SKENARIO TENGGANG WAKTU SST NINO 3.4 TERHADAP CURAH HUJAN UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PREDIKSI KALMAN FILTER

*SCENARIOS OF TIME LAG SST NINO 3.4 TO PRECIPITATION FOR ACCURATION
INCREASING OF KALMAN FILTER PREDICTION*

Restu Tresnawati, Kurnia Endah Komalasari

Puslitbang BMKG, Jl Angkasa 1 No.2 Kemayoran Jakarta Pusat 10720

Email:restubowe@yahoo.com

ABSTRAK

Prediksi curah hujan bulanan menggunakan prediktor SST (Sea Surface Temperature) Nino 3.4 harus diketahui apakah secara langsung dalam waktu bersamaan mempengaruhi curah hujan. Pada penelitian ini, skenario tenggang waktu (time lag) diujicobakan untuk meningkatkan akurasi prediksi curah hujan bulanan dengan Kalman Filter. Pada tahap pertama, SST Nino 3.4 pada lag 0, lag 1, lag 2 diprediksi menggunakan ARIMA. Kemudian hasil ini digunakan sebagai salah satu prediktor dalam Kalman Filter. Penelitian diujicobakan terhadap validasi prediksi curah hujan bulanan di daerah Purbalingga selama periode tiga tahun kebelakang (hindcast) 2006, 2007, 2008. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa tenggang waktu diperlukan dalam prediksi.

Kata kunci : Kalman Filter, Time lag, SST Nino 3.4, ARIMA

ABSTRACT

Monthly rainfall forecasting using Sea Surface Temperature (SST) Nino 3.4 as predictor must be known of how directly effect on rainfall. In this paper, time lag scenarios are proposed for increase prediction accurately of Kalman Filter. First, SST Nino 3.4 on lag 0, lag 1, and lag 2 are predicted by ARIMA. Then, this result is used as one of predictor in the Kalman Filter Prediction. This method is attempted for validation of monthly rainfall forecasting in Purbalingga by three-year period (2006,2007,2009) of hind cast. Experimental results show that time lag are needed in Monthly rainfall forecasting.

Keywords : Kalman Filter, Time lag, SST Nino 3.4, ARIMA

Naskah masuk : 4 Oktober 2011

Naskah diterima : 11 Desember 2011

I. PENDAHULUAN

Penelitian mengenai prediksi curah hujan bulanan menggunakan metode Kalman Filter dengan prediktor SST (*Sea Surface Temperature*) Nino 3.4 yang diprediksi ARIMA untuk daerah Purbalingga telah dilakukan¹⁾. Penelitian tersebut memberikan hasil bahwa prediksi SST Nino 3.4 dengan ARIMA sudah dapat merepresentasikan gambaran SST Nino 3.4 untuk waktu setahun kedepan yang dapat membantu dalam melakukan

prediksi curah hujan dengan menggunakan kalman filter yang cepat dan tepat dimana salah satu prediktornya adalah SST Nino 3.4. Ketersediaan data Nino 3.4 diprediksi ARIMA mampu membantu kecepatan dan ketepatan prediksi curah hujan dengan Kalman Filter tanpa harus menunggu ketersediaan data observasi SST Nino 3.4 ditahun tersebut yang akan menyebabkan keterlambatan proses prediksi kalman filter.

Dalam penelitian ini akan melanjutkan

penelitian sebelumnya dengan analisa mendalam mengenai data SST Nino 3.4 diprediksi ARIMA. Dengan mempertimbangkan lag data prediksi yang diperoleh dari hasil ARIMA yang kemudian akan menjadi input dalam prediksi curah hujan bulanan menggunakan Kalman Filter dengan sampel daerah Purbalingga tahun 1986-2005 untuk prediksi secara hindcast dari tahun 2006-2008.

Dalam penelitian Swarinoto (2004)²⁾ menunjukkan bahwa SST Nino 3.4 tidak secara langsung dalam waktu bersamaan mempengaruhi curah hujan. Hasil yang sama ditunjukkan dari hasil penelitian Estiningtyas (2005) dimana terdapat pola antara SST Nino 3.4 tertinggi dengan curah hujan terendah 2-3 bulan berikutnya di wilayah monsunal dan tropikal. Hal ini lah yang menjadi dasar pemikiran dalam pemilihan periode time lag yang akan diteliti untuk mendapatkan hasil prediksi kalman filter terbaik, dengan skenario time lag 0, lag 1, dan lag 2.

II. METODE PENELITIAN

Data dalam penelitian ini adalah data curah hujan daerah Purbalingga, Jawa Tengah dari tahun 1986-2008. Sementara data SST Nino 3.4 yang digunakan diperoleh dari <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices>.

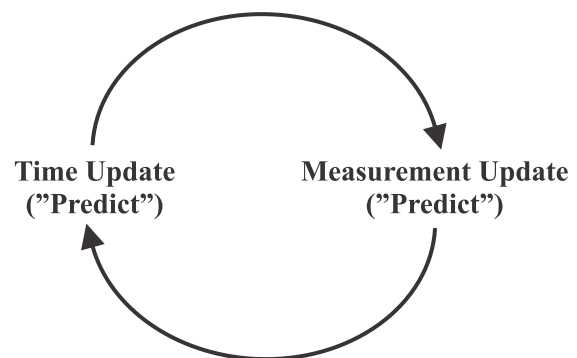
Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap. Tahapan yang pertama yaitu melakukan prediksi SST Nino 3.4 dengan skenario time lag 0, lag 1, dan lag 2 menggunakan metode ARIMA (2.1.2) untuk prediksi tahun 2006, ARIMA (3.1.3) untuk prediksi tahun 2007, dan ARIMA (2.1.2) untuk prediksi tahun 2008. Model ARIMA pada time series dibuat oleh Box dan Jenkins pada tahun 1970, menggunakan tiga proses iteratif³⁾.

Penentuan orde ARIMA (p,d,q) berdasarkan hasil korelasi terbaik yang dihasilkan menggunakan software Minitab 13. Tahapan kedua yaitu melakukan prediksi curah hujan bulanan menggunakan metode Kalman Filter dengan menggunakan input data SST prediktor yang berasal dari output tahapan pertama.

Model ARIMA *non seasonal* (model ARIMA untuk data time series yang tidak memiliki pola musiman) dapat dinotasikan dengan ARIMA (p,d,q), model ini merupakan model campuran antara model Autoregressive (AR) berordo p dengan moving average (MA) berordo q yang mengalami differensiasi sebanyak d kali⁴⁾. Dari

hasil penelitian sebelumnya diperoleh hasil bahwa metode ARIMA (2,1,2) dan ARIMA (3,1,3) memberikan hasil yang paling baik dan konstan setiap tahun¹⁾, maka dalam penelitian ini prediksi SST Nino 3.4 setahun kedepan yang kemudian akan menjadi salah satu prediktor pada Kalman Filter dilakukan dengan menggunakan skenario time lag0, lag1, dan lag2.

Kalman Filter pertama kali di perkenalkan oleh Rudolf E. Kalman pada tahun 1960 yang merupakan satu set persamaan matematika yang mengembangkan sebuah perhitungan yang efisien (rekursif) artinya dalam melakukan prediksi dengan cara meminimalkan *Mean Square Error* (MSE). Filter ini sangat kuat karena mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya data masa lampau, saat ini dan juga masa yang akan datang⁵⁾.



Gambar 1. Proses rekursif dalam prediksi kalman filter⁵⁾.

Terdapat tiga model Sistem Identifikasi yang digunakan sebagai kontrol dalam Kalman Filter⁶⁾ yaitu ARMAX (*Average model with eXternal input*) adalah MA (*Moving Average*) yang mengalami penambahan $C(q)e(t)$ sebagai error, ARMAX model sering digunakan sebagai alat kontrol standar untuk deskripsi system dan desain kontrol. Persamaan untuk ARMAX adalah sebagai berikut :

$$A(q)y(t) = B(q)u(t) + C(q)e(t) \quad (1)$$

OE (*Output Error*) merupakan persamaan linier diferensi dengan persamaan sebagai berikut :

$$y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} u(t) + e(t) \quad (1.2)$$

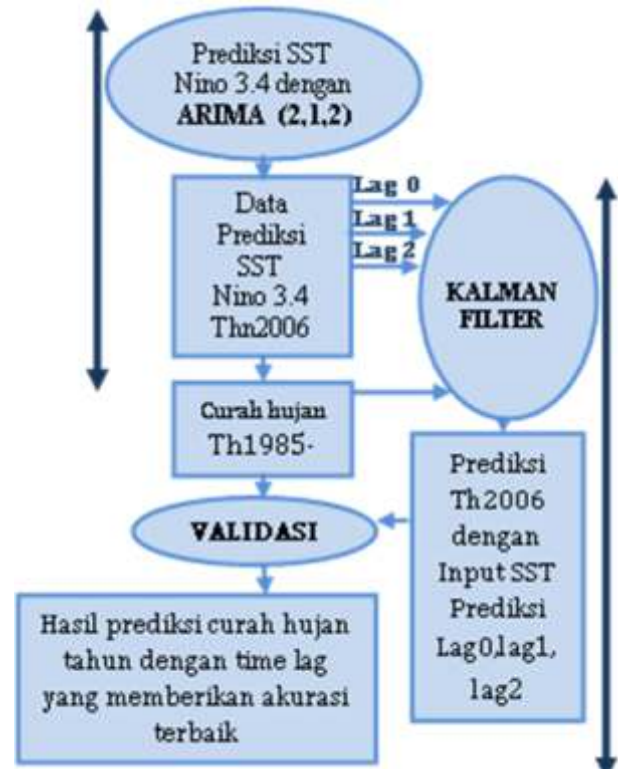
Box Jenkins model ini merupakan penyempurnaan dari model OE dengan persamaan:

$$y(t) = \frac{B(q)}{F(q)} u(t) + \frac{C(q)}{D(q)} e(t) \quad (1.3)$$

Kalman Filter berkaitan dengan pengembangan model peramalan statistic autoregressive dengan menggunakan teknik rekursif dalam meng intergrasikan data pengamatan terbaru ke dalam model untuk memperbaharui prediksi sebelumnya dan melanjutkan prediksi ke beberapa tahun ke depan⁷⁾. Dengan mempertimbangkan adanya lag waktu dari pengaruh SST dengan lag waktu tertentu terhadap curah hujan diharapkan mampu meningkatkan akurasi hasil prediksi Kalman Filter. Kemudian dilakukan pengujian terhadap tiga periode tahun data SST Nino 3.4 hasil prediksi ARIMA dengan skenario time lag yang berbeda untuk digunakan sebagai salah satu prediktor tahapan kedua yaitu prediksi curah hujan daerah Purbalingga menggunakan Kalman Filter yang diujikan selama tiga tahun berturut-turut dari tahun 2006, 2007 dan 2008, dengan penjelasan sebagai berikut :

- Lag 0: Curah hujan Purbalingga bulan ini dipengaruhi oleh suhu permukaan laut di bulan yang sama.
- Lag 1: Curah hujan Purbalingga bulan ini dipengaruhi oleh suhu permukaan laut satu bulan sebelumnya.
- Lag 2: Curah hujan Purbalingga bulan ini dipengaruhi oleh suhu permukaan laut dua bulan sebelumnya.

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil korelasi dan *Root Mean Square Error* (RMSE) antara hasil prediksi curah hujan dengan data observasinya, dengan tujuan untuk melihat apakah skenario lag SST Nino 3.4 Prediksi luaran ARIMA memberikan peningkatan korelasi untuk prediksi curah hujan bulanan menggunakan Kalman Filter. Korelasi merupakan ukuran kedekatan dari beberapa variabel atau set variabel⁸⁾. Korelasi yang digunakan adalah korelasi Pearson dimana salah satu asumsi nya adalah data yang akan dikorelasi berskala Interval. Sementara RMSE adalah suatu indikator kesalahan yang didasarkan pada nilai kuadratis dari simpangan antara hasil model dengan hasil observasinya⁹⁾. Secara umum tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut (studi kasus prediksi tahun 2006).



Gambar 2. Diagram alur tahapan penelitian (studi kasus prediksi untuk tahun 2006)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tahap I

Tahapan pertama dalam penentuan time lag terbaik adalah melakukan prediksi terhadap data SST Nino 3.4 selama satu tahun. Prediksi dilakukan dengan menggunakan metode ARIMA (2,1,2) untuk prediksi tahun 2006 dan 2008 serta ARIMA (3,1,3) untuk prediksi tahun 2007. Prediksi dilakukan untuk tiga periode tahun data sampel yaitu 1986-2005 untuk prediksi SST Nino 3.4 tahun 2006, 1987-2006 untuk prediksi SST Nino 3.4 tahun 2007, dan tahun 1988-2007 untuk prediksi SST Nino 3.4 tahun 2008 dengan skenario time lag 0, lag 1 dan lag 2 yang kemudian akan digunakan sebagai salah satu prediktor untuk prediksi curah hujan bulanan dengan kalman filter.

Hasil dari prediksi ARIMA untuk SST Nino 3.4 beserta validasi dan data dengan lag waktu yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

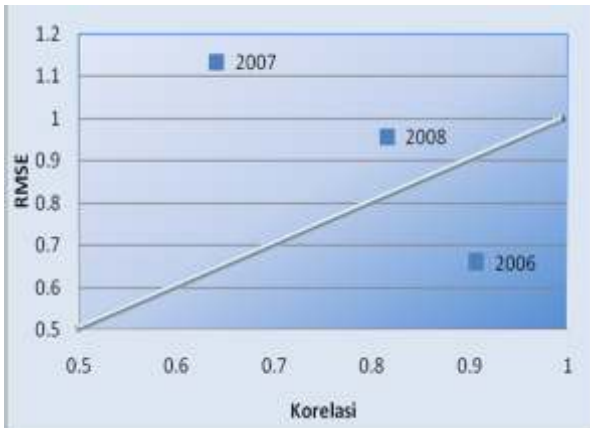
Tabel 1. Tabel hasil Prediksi SST Nino 3.4 untuk tahun 2006,2007,2008 dengan lag 0, 1, 2 dengan metode ARIMA

SPL Obs	SPL Prediksi (2006)						SPL Obs	SPL Prediksi (2007)					
	lag 0		lag 1		lag 2			lag 0		lag 1		lag 2	
25.64	Jan-06	27.07	Dec-05	26.99	Nov-05	26.88	27.26	Jan-07	27.35	Dec-06	27.43	Nov-06	27.50
26.08	Feb-06	27.12	Jan-06	27.07	Dec-05	26.99	26.81	Feb-07	27.28	Jan-07	27.35	Dec-06	27.43
26.57	Mar-06	27.16	Feb-06	27.12	Jan-06	27.07	27.18	Mar-07	27.23	Feb-07	27.28	Jan-07	27.35
27.59	Apr-06	27.18	Mar-06	27.16	Feb-06	27.12	27.78	Apr-07	27.19	Mar-07	27.23	Feb-07	27.28
27.91	May-06	27.20	Apr-06	27.18	Mar-06	27.16	27.57	May-07	27.15	Apr-07	27.19	Mar-07	27.23
27.85	Jun-06	27.21	May-06	27.20	Apr-06	27.18	27.55	Jun-07	27.13	May-07	27.15	Apr-07	27.19
27.35	Jul-06	27.21	Jun-06	27.21	May-06	27.20	26.79	Jul-07	27.11	Jun-07	27.13	May-07	27.15
27.22	Aug-06	27.22	Jul-06	27.21	Jun-06	27.21	26.2	Aug-07	27.1	Jul-07	27.11	Jun-07	27.13
27.34	Sep-06	27.22	Aug-06	27.22	Jul-06	27.21	25.77	Sep-07	27.08	Aug-07	27.1	Jul-07	27.11
27.47	Oct-06	27.22	Sep-06	27.22	Aug-06	27.22	25.22	Oct-07	27.08	Sep-07	27.08	Aug-07	27.1
27.73	Nov-06	27.22	Oct-06	27.22	Sep-06	27.22	25.06	Nov-07	27.07	Oct-07	27.08	Sep-07	27.08
27.76	Dec-06	27.22	Nov-06	27.22	Oct-06	27.22	24.97	Dec-07	27.06	Nov-07	27.07	Oct-07	27.08
Korelasi SPL Obs & Pred Lag 0	0.907						Korelasi SPL Obs & Pred Lag 0	0.841					
RMSE	0.659						RMSE	1.134					

SPL Obs	SPL Prediksi (2008)					
	lag 0		lag 1		lag 2	
24.71	Jan-08	26.59	Dec-07	26.43	Nov-07	26.27
24.83	Feb-08	26.73	Jan-08	26.59	Dec-08	26.43
26.07	Mar-08	26.85	Feb-08	26.73	Jan-10	26.59
26.83	Apr-08	26.94	Mar-08	26.85	Feb-11	26.73
27.18	May-08	27.00	Apr-08	26.94	Mar-12	26.85
27.17	Jun-08	27.04	May-08	27.00	Apr-13	26.94
27.19	Jul-08	27.06	Jun-08	27.04	May-14	27.00
26.85	Aug-08	27.06	Jul-08	27.06	Jun-15	27.04
26.44	Sep-08	27.06	Aug-08	27.06	Jul-16	27.06
26.33	Oct-08	27.05	Sep-08	27.06	Aug-17	27.06
26.3	Nov-08	27.04	Oct-08	27.05	Sep-18	27.06
25.74	Dec-08	27.03	Nov-08	27.04	Oct-19	27.05
Korelasi SPL Obs & Pred Lag 0	0.816					
RMSE	0.957					

Sementara hasil korelasi dan RMSE prediksi tiap tahun dari tahun 2006, 2007 dan 2008 disajikan pada gambar 3 dibawah ini. Gambar tersebut

bertujuan untuk memperlihatkan keeratan hubungan antara data observasi SST Nino 3.4 dengan data SST Nino 3.4 hasil prediksi ARIMA.



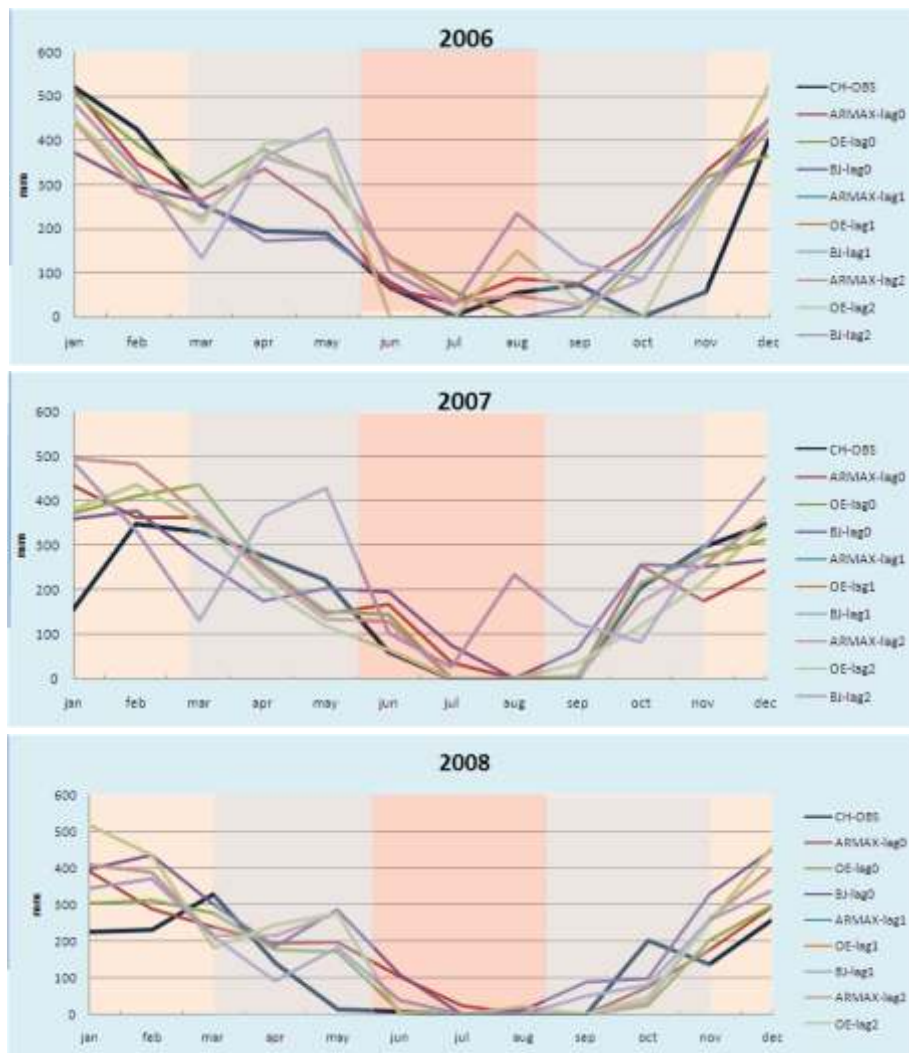
Gambar 3. Grafik korelasi versus RMSE antara data observasi SST Nino 3.4 dengan data SST Nino 3.4 prediksi ARIMA

Dari gambar diatas terlihat bahwa hasil prediksi ARIMA untuk daerah Purbalingga

menghasilkan korelasi berkisar 0,6 - 0,9 dan RMSE berkisar 0,6 - 1,2. Prediksi SST tahun tahun 2006 memiliki korelasi tertinggi dengan RMSE terendah. Sementara untuk tahun 2007 prediksi SST walaupun korelasi masih diatas 0,6 namun memiliki RMSE yang cukup tinggi. Data SST hasil prediksi ARIMA ini selanjutnya digunakan sebagai input dalam proses selanjutnya, yaitu prediksi curah hujan dengan menggunakan Kalman Filter.

3.2. Tahap II

Setelah diperoleh hasil prediksi ARIMA untuk SST Nino 3.4 dengan skenario time lag 0, lag 1, dan lag 2 selanjutnya dilakukan prediksi curah hujan menggunakan Kalman Filter daerah Purbalingga berdasarkan data curah hujan dua puluh tahun sebelumnya dan data SST Nino 3.4 pada tahun yang bersesuaian.



Gambar 4. Hasil prediksi curah hujan dengan Kalman Filter pada tahun 2006, 2007, dan 2008

Dari gambar diatas terlihat secara umum grafik semua metode mengikuti pola data observasi. Namun lag 1 dan lag 2 memberikan hasil yang sama.

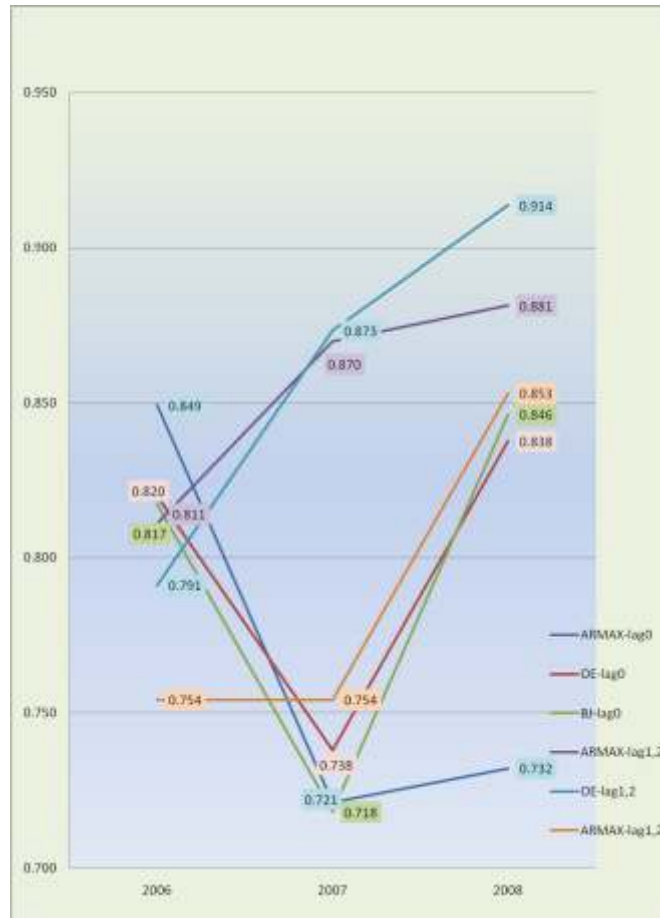
Kemudian hasil kalman Filter dengan input data SST prediksi ARIMA dibandingkan dengan hasil kalman Filter input SST observasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Perbandingan korelasi dan RMSE prediksi curah hujan dengan SST Observasi dan SST Prediksi ARIMA tahun 2006, 2007 dan 2008

CH OBS	2006																		Max	Min
	SST OBS									SST Prediksi ARIMA										
	Lag 0			Lag 1			Lag 2			Lag 0			Lag 1			Lag 2				
	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ		
Jan-06	521	441	485	534	458	395	413	458	395	413	516	508	372	441	449	484	441	449	484	
Feb-06	426	284	309	369	458	437	451	458	437	451	348	392	297	284	311	331	284	311	331	
Mar-06	253	228	219	330	378	342	378	378	342	378	265	296	261	228	216	133	228	216	133	
Apr-06	194	361	419	341	263	173	213	263	173	213	337	380	173	361	394	364	361	394	364	
May-06	188	319	382	269	166	123	116	166	123	116	239	313	180	319	405	427	319	405	427	
Jun-06	68	134	17	267	117	102	119	117	102	119	63	138	81	134	0	103	134	0	103	
Jul-06	3	36	0	38	3	0	32	3	0	32	32	60	0	36	0	27	36	0	27	
Aug-06	55	50	167	41	0	0	30	0	0	30	87	0	0	50	150	235	50	150	235	
Sep-06	72	28	45	91	10	43	77	10	43	77	76	0	25	28	35	124	28	35	124	
Oct-06	0	86	0	257	174	80	270	174	80	270	164	133	149	86	0	84	86	0	84	
Nov-06	56	275	301	254	258	200	224	258	200	224	330	318	273	275	288	292	275	288	292	
Dec-06	402	424	523	310	337	339	333	337	339	333	449	367	451	424	527	453	424	527	453	
Korelasi	0.81	0.79	0.79	0.85	0.90	0.80	0.85	0.90	0.80	0.85	0.82	0.82	0.81	0.79	0.75	0.81	0.79	0.75	0.75	
RMSE	103.38	127.28	102.60	81.54	69.79	76.56	81.54	69.79	76.57	95.13	107.90	88.64	103.40	122.89	131.08	103.40	122.89	131.08	131.08	

CH OBS	2007																		Max	Min
	SST OBS									SST Prediksi ARIMA										
	Lag 0			Lag 1			Lag 2			Lag 0			Lag 1			Lag 2				
	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ		
Jan-07	155	429	488	461	429	488	461	429	380	461	434.30	372	360	494	380	484	494	380	484	
Feb-07	348	279	358	276	279	358	276	279	437	276	361.10	410	379	481	437	331	481	437	331	
Mar-07	331	200	271	192	200	271	192	200	352	192	363.60	436	271	369	352	133	369	352	133	
Apr-07	276	291	317	404	291	317	404	291	205	404	250.70	258	176	237	205	364	237	205	364	
May-07	222	286	243	374	286	243	374	286	118	374	145.90	151	204	132	118	427	132	118	427	
Jun-07	62	158	182	18	158	182	18	158	64	18	167.30	143	195	127	64	103	127	64	103	
Jul-07	0	38	19	0	38	19	0	38	0	0	35.59	0	78	0	0	27	0	0	27	
Aug-07	0	74	71	135	74	71	135	74	0	135	0.00	0	0	0	0	235	0	0	235	
Sep-07	0	31	80	32	31	80	32	31	34	32	0.00	6	64	0	34	124	0	34	124	
Oct-07	204	48	182	0	48	182	0	48	118	0	255.10	215	259	173	118	84	173	118	84	
Nov-07	298	223	290	265	223	290	265	223	220	265	174.50	274	252	253	220	292	253	220	292	
Dec-07	347	409	375	519	409	375	519	409	344	519	244.20	312	267	363	344	453	363	344	453	
Korelasi	0.66	0.74	0.64	0.66	0.74	0.64	0.66	0.82	0.64	0.72	0.87	0.76	0.78	0.82	0.51	0.78	0.82	0.51	0.87	
RMSE	109.62	105.07	139.05	109.62	105.07	139.05	109.62	85.90	139.05	102.14	79.42	84.70	112.30	####	137.01	112.30	####	####	79.42	

CH OBS	2008																		Max	Min
	SST OBS									SST Prediksi ARIMA										
	Lag 0			Lag 1			Lag 2			Lag 0			Lag 1			Lag 2				
	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ	ARMAX	OE	BJ		
Jan-08	226	365	337	342	365	337	342	365	337	342	392	304	397	411	518	344	411	518	344	
Feb-08	231	304	243	350	304	243	350	304	243	350	290	314	436	390	435	372	390	435	372	
Mar-08	329	231	148	241	231	148	241	231	148	241	238	278	300	214	181	212	214	181	212	
Apr-08	140	175	167	161	175	167	161	175	167	161	193	178	185	215	243	90	215	243	90	
May-08	16	229	194	231	229	194	231	229	194	231	197	171	285	277	277	182	277	277	182	
Jun-08	8	3	0	53	3	0	53	3	0	53	104	8	108	0	0	37	0	0	37	
Jul-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aug-08	0	0	0	23	0	0	23	0	0	23	0	0	11	0	22	0	0	22	0	
Sep-08	0	0	0	18	0	0	18	0	0	18	0	0	88	1	0	52	1	0	52	
Oct-08	204	20	0	117	20	0	117	20	0	117	72	22	96	32	46	81	32	46	81	
Nov-08	137	244	144	258	244	144	258	244	144	258	178	205	330	263	253	260	263	253	260	
Dec-08	258	357	260	374	357	260	374	357	260	374	294	298	450	403	459	340	403	459	340	
Korelasi	0.70	0.63	0.77	0.70	0.63	0.77	0.70	0.63	0.77	0.74	0.79	0.72	0.67	0.64	0.73	0.67	0.64	0.73	0.79	
RMSE	106.48	99.76	99.85	106.48	99.76	99.85	106.48	99.76	99.85	93.18	81.84	141.92	133.16	159.73	98.14	133.16	159.73	98.14	81.84	



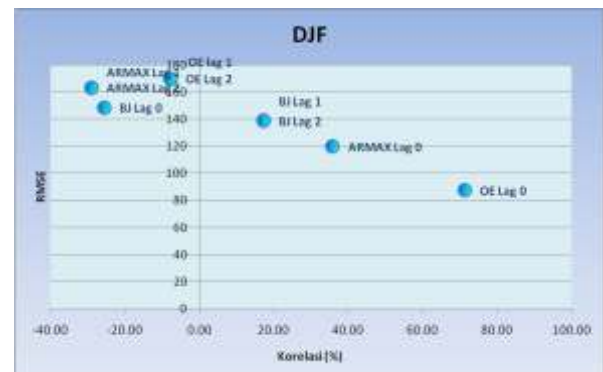
Gambar 5. Korelasi hasil prediksi curah hujan kalman filter dengan data observasi

Pada hasil perbandingan (Tabel 2) menunjukkan pada tahun 2006 nilai korelasi maksimum dan nilai RMSE minimum terdapat pada hasil prediksi curah hujan dengan prediktor data Observasi SST Nino 3.4 untuk lag 1 dan 2 metode *Output Error*. Pada tahun 2007 nilai korelasi maksimum dan nilai RMSE minimum terdapat pada prediktor SST Nino 3.4 diprediksi ARIMA untuk lag 0 metode *Output Error*. Sedangkan pada tahun 2008 nilai korelasi maksimum dan nilai RMSE minimum terdapat pada hasil prediksi curah hujan dengan prediktor SST Nino 3.4 diprediksi ARIMA untuk lag 0 metode *Output Error*.

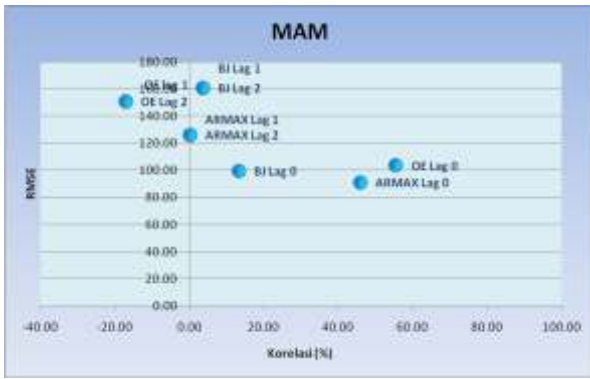
Dari hasil tabel 2 diatas terlihat bahwa prediksi curah hujan bulanan menggunakan kalman Filter untuk daerah Purbalingga dengan data SST Nino 3.4 hasil keluaran ARIMA sebagai salah satu prediktornya, untuk lag 0 memberikan hasil yang berbeda dari lag 1 dan 2. Sementara lag 1 dan lag 2 memberikan hasil yang sama. Hal ini sama untuk

setiap tahun yang diuji cobakan baik tahun 2006, 2007, maupun 2008.

Kemudian bila korelasi dan RMSE dibandingkan per tiga bulanan, Desember-Januari-Februari (DJF), Maret-April-Mei(MAM), Juni-Juli-Agustus (JJA), September-Oktober-November(SON) hasilnya terlihat pada grafik dibawah ini,



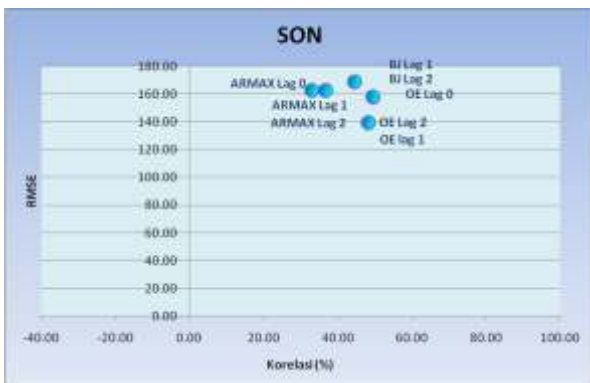
Gambar 6. Validasi hasil prakiraan curah hujan dengan kalman filter untuk bulan Desember, Januari, Februari



Gambar 7. Validasi hasil prakiraan curah hujan dengan kalman filter untuk bulan Maret, April, Mei



Gambar 8. Validasi hasil Prakiraan curah hujan dengan kalman filter untuk bulan Juni, Juli, Agustus



Gambar 9. Validasi hasil Prakiraan curah hujan dengan kalman filter untuk bulan September, Oktober, November

Dengan membandingkan hasil validasi tiap tiga bulanan dapat ditentukan hasil terbaik dengan korelasi tertinggi dan RMSE terendahnya yaitu pada bulan Desember, Januari, Februari dan Maret, April, Mei model OE lag 0 dan ARMAX lag 0 memberikan hasil terbaik. Sementara pada bulan Juni, Juli, Agustus dan September, Oktober, November model ARMAX lag 1 & 2, OE lag 1 dan 2 memberikan hasil yang terbaik.

IV. KESIMPULAN

Validasi yang dilakukan untuk hasil prediksi curah hujan daerah Purbalingga menggunakan Kalman Filter dengan salah satu prediktornya adalah SST Nino 3.4 dengan skenario *time lag* keluaran ARIMA selama tahun 2006 - 2008 memberikan hasil yang cukup baik, dimana korelasi antara data observasi dan hasil prediksi berkisar 70% - 90%, hal ini menunjukkan skenario tenggang waktu (*time lag*). SST nino 3.4 diprediksi ARIMA terhadap curah hujan dapat meningkatkan akurasi hasil prediksi Kalman filter. Namun data SST Nino 3.4 yang diperoleh dari hasil ARIMA telah mengalami proses *smoothing data (Moving Average)* sehingga pengaruh selang waktu (*lag*) tidak lagi berpengaruh besar, hal ini terlihat pada hasil yang diperoleh sebelumnya dimana lag 1 dan lag 2 memberikan hasil prediksi yang sama, namun berbeda untuk lag 0. Sehingga dalam skenario *time lag* untuk prediksi SST Nino 3.4 keluaran ARIMA perlu dilakukan pada lag 0 dan lag 1 untuk daerah Purbalingga dan mungkin juga daerah sekitarnya, karena telah diperoleh hasil prediksi curah hujan bulanan menggunakan Kalman Filter dengan salah satu prediktornya adalah SST Nino 3.4 diprediksi ARIMA pada lag 1 dan lag 2 menunjukkan hasil yang cukup baik pada kurun waktu 3 tahun kebelakang, walaupun lag 1 dan lag 2 memberikan hasil prediksi yang sama.

Dengan mempertimbangkan hasil perbandingan korelasi dan RMSE pada gambar 6 dapat disimpulkan bahwa data Nino 3.4 diprediksi ARIMA mampu membantu kecepatan dan ketepatan prediksi curah hujan dengan Kalman Filter di daerah Purbalingga pada tahun 2006-2008 dan penggunaan skenario tenggang waktu dapat pula diujicobakan pada lag 0 dan lag 1 untuk dapat lebih memberikan peluang dan kemungkinan yang besar pada meningkatkan akurasi prediksi kalman filter

V. SARAN

Untuk mengetahui konsistensi dan kecocokan hasil prediksi, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang prediksi curah hujan menggunakan Kalman Filter dengan salah satu prediktornya SST Nino 3.4 diprediksi ARIMA, diujicobakan untuk kurun waktu prediksi yang lebih panjang pada beberapa daerah di Indonesia, sehingga dapat diketahui apakah metode Kalman

Filter ini cukup baik dan konsisten dalam menggambarkan kondisi iklim di wilayah Indonesia.

Skenario time lag untuk SST Nino 3.4 diprediksi ARIMA perlu diujicobakan untuk periode tahun prediksi yang lebih panjang di beberapa wilayah Indonesia guna peningkatan akurasi hasil prediksi Kalman Filter.

Analisa Statistika yang lebih mendalam diperlukan untuk mengetahui keragaman serta konsistensi dari model yang digunakan, sehingga diharapkan metode Kalman Filter menggunakan prediktor SST Nino 3.4 diprediksi ARIMA dapat menjadi salah satu acuan yang baik untuk digunakan dalam merepresentasikan hasil prediksi.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- ¹⁾ Tresnawati, R., Nuraini, T.A., & Hanggoro, W. (2010). Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Metode Kalman Filter Dengan Prediktor SST NINO 3.4 Diprediksi. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(2), 106-115.
- ²⁾ Swarinoto, Y. (2004). Peranan Time Lag Suhu Muka Laut Dalam Simulasi Prakiraan Curah Hujan Bulanan di Kabupaten Indramayu (Studi kasus Oktober 2003). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 5(1), 73-80.
- ³⁾ Box, G., Jenkins, G., & Reinsel, G. (1994). *Time Series Analysis : Forecasting and Control (3rd Edition)*. New Jersey: Prentice Hall.
- ⁴⁾ W.S. Wei, William. (2006). *Time Series Analysis*. Departement of Statistics The Fox School of Business and Management Temple University.
- ⁵⁾ Welch, G., & Bishop, G., (2006). *An Introduction to the Kalman Filter*. North Carolina: Department of Computer Science University of North Carolina.
- ⁶⁾ Ljung, L. (1999). *System Identification : Theory for the user (2nd edition)*. New Jersey:PrenticeHall.
- ⁷⁾ Kalman R.E. (1960). A new approach to linear filtering and prediction problem. *Transaction of the ASME. Journal of Basic Engineering*, 35-45, March 1960.
- ⁸⁾ Cohen, J., & Cohen, P. (1983). *Multiple Regression-Correlation for the Behavioral Sciences (2nd Edition)*. New Jersey: Erlbaum Associates.
- ⁹⁾ Mood, Alexander McFarlane. (1913). *Introduction to the theory of statistics*. McGraw_Hill, inc United States of America, 291.