

VALIDASI CURAH HUJAN KELUARAN METODE ANALISIS KORELASI KANONIK DENGAN SKENARIO TOPOGRAFI WILAYAH DI JAWA TENGAH

Validation of Monthly Rainfall Prediction Taken from the Output of Canonical Correlation Analysis using Area Topographical Scenarios in Centra Java Province

Restu Tresnawati^{1*}, Rosyidah²

¹ Stasiun Klimatologi Kelas I Semarang, Jl. Siliwangi 291 Kalibanteng Kulon, Semarang, Jateng, 50145

*E-mail: etubowo@gmail.com

Naskah masuk: 04 Juli 2017 Naskah diperbaiki: 01 Maret 2018 Naskah diterima: 24 Mei 2019

ABSTRAK

Informasi prediksi curah hujan bulanan di Jawa Tengah sangat diperlukan oleh masyarakat sebagai sarana penentuan kebijakan di berbagai bidang. Akan tetapi pada umumnya prediksi yang dilakukan masih menggunakan metode statistika Univariat (regresi) dimana hanya menggunakan data curah hujan saja tanpa memasukkan unsur dinamika atmosfer sebagai pengendali iklimnya. Untuk memperbaiki hasil prediksi, maka pada kajian ini digunakan metode prediksi multivariat dengan analisis korelasi kanonik guna dapat meningkatkan akurasi prakiraan hujan bulanan dengan mengkaitkan antara unsur dinamika atmosfer dalam prediksi. Unsur prediktor *Southern Oscillation Index* (SOI) dan *Oceanic Niño Index* (ONI) digunakan untuk menghasilkan prediksi dengan korelasi kuat. Selain itu, skenario topografi wilayah dilakukan untuk melihat pengaruh perbedaan geografis pada hasil prediksi. Dalam penelitian ini diperoleh hasil prediksi curah hujan dalam kurun waktu satu tahun, kemudian hasilnya diuji menggunakan teknik uji korelasi dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE).

Kata Kunci: Prediksi Curah Hujan Bulanan, Multivariat, Analisis Korelasi Kanonik, SOI, ONI, Topografi

ABSTRACT

The information of monthly rainfall prediction in Central Java Province is very essential for determining policy in various fields. So far, the rainfall prediction is commonly made utilizing an univariate statistical method which uses only rainfall data without considering the element of atmospheric dynamics as its climate control. In this research, the multivariate prediction methods using the Canonical Correlation Analysis (CCA) was used to improve the accuracy of monthly rainfall prediction by considering the elements of atmospheric dynamics in prediction. The predominant elements of the Southern Oscillation Index (SOI) and the Oceanic Niño Index (ONI) are used to generate the predictions with strong correlations. In addition, regional topographic scenarios were conducted further to see the effect of geographical differences on predicted outcomes. In this paper, the result of rainfall prediction has been provided in one year, and then the results are assessed using the correlation test technique and Root Mean Square Error (RSME) values.

Keywords: Monthly Rainfall Prediction, Multivariate, Canonical Correlation Analysis, SOI, ONI, Topographic

1. Pendahuluan

Posisi geografis Indonesia terletak di antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik dan di antara Benua Asia dan Benua Australia serta berada di sekitar ekuator. Kondisi ini menyebabkan cuaca, musim dan iklimnya dipengaruhi oleh sirkulasi atmosfer global, regional dan lokal, seperti sirkulasi utara-selatan (*Hadley*), sirkulasi barat-timur (*Walker*) dan sistem angin lokal. Gangguan terhadap salah satu sistem sirkulasi ini akan mempengaruhi cuaca dan iklim di Indonesia [1]. Indonesia memiliki iklim tropis yang terdapat dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau, karena secara astronomis berada di garis ekuator. Letak Indonesia

secara geografis berada diantara dua samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, sehingga besarnya intensitas curah hujan yang diterima Indonesia dipengaruhi oleh besarnya penguapan yang dihasilkan oleh kedua samudera tersebut melalui interaksi antara suhu atmosfer dengan air samudera [2].

Data iklim seringkali bervariasi terutama di wilayah tropis. Curah hujan merupakan unsur iklim paling penting di Indonesia yang memiliki variasi sangat besar dibandingkan unsur iklim lainnya. Secara umum besarnya curah hujan bervariasi menurut ketinggian tempat sebagai pengaruh orografik.

Besarnya curah hujan yang turun di wilayah tropis umumnya bervariasi dari tahun ke tahun dan bahkan dari musim ke musim dalam kurun waktu satu tahun [3].

Penyebaran dan keragaman curah hujan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti letak geografi, topografi dan aliran udara atas [4]. Fenomena ini dapat berskala lokal, regional dan global. Skala lokal berupa sirkulasi harian angin darat-angin laut dan angin gunung-angin lembah. Skala regional adalah fenomena yang disebabkan oleh siklus tahunan utara selatan matahari yaitu monsun Asia-Australia dan *Inter Tropical Convergence Zona (ITCZ)*. Skala global di antaranya peristiwa ENSO dan *Indian Oceane Dipole (IOD)*. ENSO dan IOD merupakan fenomena iklim global yang didasari pada kondisi suhu muka laut Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Nilai SOI dikawasan Asia Tenggara dan Australia berkorelasi kuat dengan curah hujan, karena itu perubahan nilai SOI merupakan indikator yang baik bagi perubahan curah hujan dikawasan tersebut [5].

Pada skala lokal, karakteristik topografi sangat menentukan variasi curah hujan suatu wilayah. Faktor lokal dari suatu wilayah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap curah hujan yang terjadi di wilayah tersebut. Salah satu faktor lokal yang berperan adalah topografi atau ketinggian tempat [6]. Umumnya curah hujan lebih besar dan sering terjadi di wilayah yang menghadap arah angin dibandingkan wilayah yang menjadi bayangan hujan (wilayah yang terletak di belakang atau di sekitar gunung, dimana jumlah curah hujannya lebih sedikit daripada curah hujan di muka gunung). Berdasarkan variasi ketinggian, semakin tinggi tempat, curah hujannya relatif tinggi [7], sehingga potensi kejadian hujan semakin besar. Kondisi topografi suatu wilayah yang kompleks menyebabkan curah hujan suatu wilayah lebih bervariasi dan tidak merata. Faktor topografi dan sistem cuaca regional memiliki peran penting dalam jumlah dan pola spasial curah hujan dalam suatu wilayah [8]. Antara satu faktor dengan faktor lain terdapat interaksi dan menimbulkan variasi iklim berbeda-beda setiap wilayah termasuk Provinsi Jawa Tengah. Wilayah ini merupakan bagian pulau Jawa yang bertipe hujan monsun yang mengalami perbedaan periode hujan yang tegas antara musim hujan dengan musim kemarau dan terbagi menjadi beberapa zona musim (ZOM).

Pada umumnya prediksi hujan bulanan di Jawa Tengah masih menggunakan metode statistika Univariat (regresi) dan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*. Faktor input dinamika atmosfer masih sebatas pembandingan dan belum dimasukkan dalam pengolahan data. Dalam hal ini analisis prediksi Multivariat diperlukan dengan

harapan dapat meningkatkan akurasi prakiraan hujan bulanan.

Dalam regresi berganda dikenal suatu analisis prediksi Multivariat yaitu Analisis Korelasi Kanonik yang mampu mempertimbangkan beberapa variabel independen dan variabel dependen sebagai masukannya untuk menghasilkan nilai prediksi yang diharapkan lebih akurat. Analisis Korelasi Kanonik dapat digunakan untuk menjawab menjawab keterkaitan antara unsur dinamika atmosfer sebagai prediktor terhadap prediksi curah hujan di wilayah Jawa Tengah.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulanan di 28 pos hujan topografi tinggi, yaitu pos hujan Jatilawang, Kelopo Gading, Lumbir, Banyumas PU, Karang Kemiri, Limbangan, Penusupan, Wanadadi, Purwonegoro, Bedakah, Wadaslintang, Tambi, Pakisdadu, Borobudur, Kaliloro Kajoran, Salaman, Plered, Mertoyudan, Jumantono, Colo, Banyubiru, Getas SMPK, Sumurjurang, Lebakbarang, Kandang Serang, Bruno, Sawangan dan Jejeg, serta 30 pos hujan topografi rendah yaitu pos hujan Gamer, Pesayangan, Stamet Tegal, Warurejo, Larangan, Karang Sembung, Klarean, Sokawati, Banjardawa, Sikopek, Weleri, Staklim Semarang, Brumbung, Jungsemi, Karanganyar, Kedungreja, Nusawungu, Ngombol, Kedungkamal, Jarakah, Butak, Ngaringan, Kepoh, Ayah, Sragi, Stamet Cilacap, Wareng, Babadan, dan Karangtengah. Pos-pos hujan tersebut merupakan pos hujan di wilayah Jawa Tengah. Data tahun 2001-2014 dengan *hindcast* 5 tahun sebagai input predikstan. Sementara itu sebagai input prediktornya digunakan data SOI dan ONI dengan skenario lag 2 bulan sebelumnya terhadap data prediktannya. Data SOI dan ONI yang digunakan diperoleh dari: <http://www.bom.gov.au/> [9] dan <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/> [10]. Hasil prediksi adalah curah hujan bulanan tahun 2011 sampai 2015.

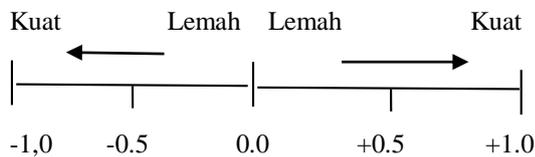
Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan pelaksanaan. Tahapan pertama adalah pemilihan wilayah prakiraan curah hujan berdasarkan topografi tinggi dan rendah di Jawa Tengah. Tahapan kedua, melakukan prediksi curah hujan bulanan metode Analisis Korelasi Kanonik di masing masing wilayah topografi tersebut dengan memasukkan informasi dinamika atmosfer SOI dan ONI sebagai prediktornya. Pada tahapan ini digunakan aplikasi (tools) statistik ClimaTools v1.0. Tahapan yang terakhir yaitu uji korelasi hasil prediksi tahun 2011-2015 terhadap data observasinya Uji korelasi menentukan nilai korelasi terbaik dengan RMSE terkecil.

Analisis Korelasi Kanonik sebagai salah satu analisis statistik multivariat mempertimbangkan beberapa variabel independen dan variabel dependen untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih akurat, karena mempertimbangkan beberapa variabel independen (bebas) sebagai inputnya. Tujuan dari Analisis Korelasi Kanonik ini adalah menemukan kombinasi linier terbaik antara dua rangkaian data multivariat, yang menghasilkan nilai korelasi koefisien terbaik diantara data data tersebut [11].

Koefisien korelasi [12] menjelaskan hubungan antara dua variabel sederhana, Nilai korelasi berkisar antara -1 dan 1. Tanda positif atau negatif menunjukkan arah korelasinya. Bila korelasi antara x dan y negatif maka kenaikan variabel x akan menyebabkan penurunan y atau sebaliknya. Bila korelasi antara x dan y positif maka kenaikan variabel x akan diikuti dengan kenaikan variabel y atau sebaliknya. Korelasi ditentukan berdasarkan tingkat kepercayaan [13]. Koefisien korelasi dapat digambarkan pada spektrum dibawah ini:

Koefisien Korelasi

Menunjukkan kekuatan dan arah dari korelasi

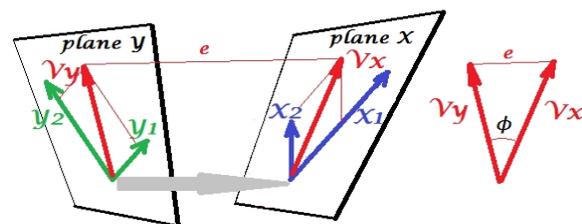


Gambar 1. Spektrum Koefisien Korelasi [14].

sedangkan korelasi kanonik menggambarkan hubungan antara dua rangkaian data multivariat, meskipun demikian kedua teknik tersebut menggunakan rumus yang sama sebagai berikut:

$$\text{corr}(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}} \quad (1)$$

Pada analisis korelasi kanonik, **X** adalah matriks $n \times p$ dan **Y** adalah matriks $n \times q$, dengan p dan q minimal 2. dimana n adalah jumlah banyak data dari $p + q$ variabel acak, p adalah variabel acak yang terdapat pada **X** dan q adalah variabel acak pada **Y**.⁽⁵⁾



Gambar 2. Ilustrasi dalam proses Korelasi Kanonik[15].

Pengertian dari Analisis Korelasi Kanonik ialah suatu teknik statistik yang digunakan untuk menentukan

tingkatan asosiasi linear antara dua perangkat variabel. Dimana masing-masing perangkat terdiri dari beberapa variabel. Sebenarnya Analisis Korelasi Kanonik merupakan perpanjangan dari analisis regresi linear berganda yang berfokus pada hubungan antara dua perangkat variabel yang berskala interval. Fungsi utama teknik ini ialah untuk melihat hubungan linieritas antara variabel-variabel kriteria (variabel-variabel tergantung) dengan beberapa variabel bebas yang berfungsi sebagai prediktor.

Nilai RMSE digunakan untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi antara nilai prediksi total curah hujan bulanan dibandingkan dengan nilai total curah hujan bulanan aktual hasil observasi. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung RMSE [16, 17, 18] yang digunakan dalam pengolahan data:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RCi - ROi)^2}{N}} \quad (2)$$

Dimana: N = Banyaknya data, RCi = Curah hujan hasil estimasi ke- i (mm), dan ROi = Curah hujan aktual hasil observasi ke- i (mm).

RMSE merupakan standar deviasi dari residual (eror prediksi). Residual menggambarkan ukuran sebaran data terhadap garis regresinya, sedangkan RMSE adalah ukuran dari sebaran residual. Dengan kata lain, RMSE menunjukkan konsentrasi data yang paling mendekati di sekitar garis liniernya. Uji RMSE umumnya digunakan dalam klimatologi, peramalan dan analisis regresi untuk verifikasi hasil eksperimen [17]. Untuk menghitung nilai RMSE dapat juga digunakan rumusan-rumusan sebagai berikut:

$$\text{RMSE} = \sqrt{(f - o)^2} \quad (3)$$

Dimana:

- f = hasil prediksi
- o = nilai observasi

$$\text{RMSE}_{fo} = \left[\sum_{i=1}^N (z_{fi} - z_{oi})^2 / N \right]^{1/2} \quad (4)$$

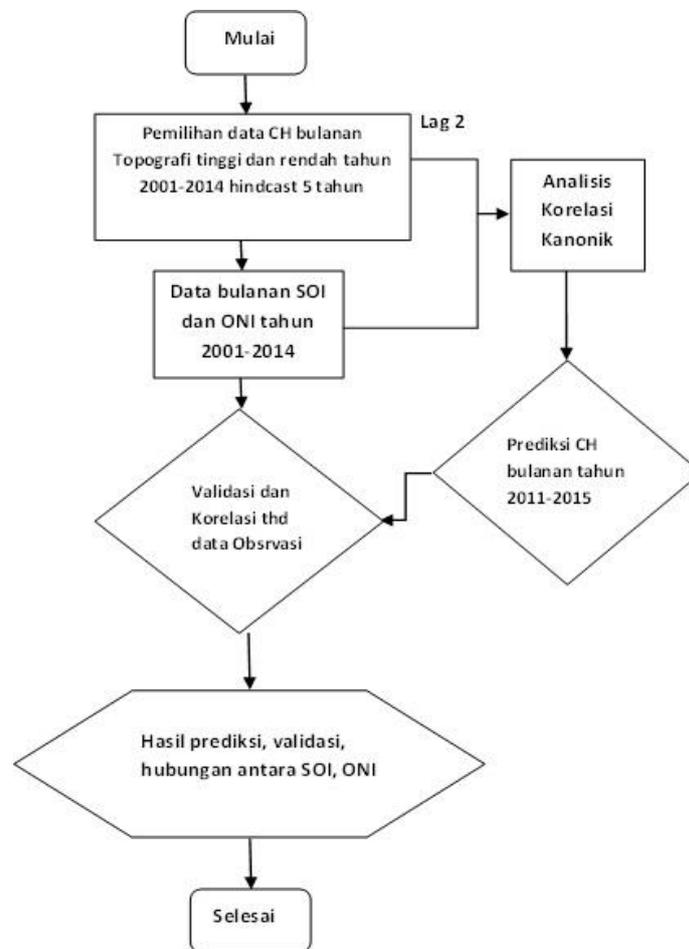
Dimana :

- Σ = penjumlahan
- $(z_{fi} - z_{oi})^2$ = kuadrat selisih data observasi dengan prediksinya
- N = ukuran sampel

Pada umumnya prediksi hujan bulanan di Jawa Tengah masih menggunakan metode statistika Univariat (regresi). Faktor input dinamika atmosfer masih sebatas pembanding dan belum dimasukkan dalam pengolahan data. Dalam hal ini Analisis Korelasi Kanonik mampu menjawab keterkaitan antara unsur dinamika atmosfer sebagai prediktor terhadap prediksi curah hujan di wilayah Jawa Tengah.

Dengan mempertimbangkan topografi antara wilayah bertopografi tinggi dan rendah diharapkan mampu menggambarkan sejauh mana pengaruh SOI dan ONI terhadap curah hujan di masing-masing wilayah tersebut, sehingga diharapkan metode Analisis Korelasi Kanonik mampu menghasilkan prediksi curah hujan dengan akurasi terbaik yang menjelaskan hubungan antara dinamika atmosfer SOI dan ONI terhadap curah hujan di wilayah topografi tinggi dan rendah di Jawa Tengah.

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi curah hujan bulanan tahun 2011-2015 menggunakan metode Analisis Korelasi Kanonik dengan data observasinya. Apakah hasil prediksi metode ini dapat menggambarkan hubungan yang kuat antara SOI dan ONI terhadap curah hujan di wilayah topografi tersebut. Tahapan penelitian ini secara umum dapat digambarkan dalam diagram alur (gambar 2).



Gambar 2. Diagram alur tahapan penelitian.

3. Hasil Dan Pembahasan

Tahap I. Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah penentuan wilayah topografi tinggi dan rendah di Jawa Tengah. Penentuan wilayah topografi tersebut didasarkan pada letak geografis wilayah. Pos hujan dengan ketinggian rata-rata di atas 100 meter dari permukaan laut dimasukkan dalam kategori topografi tinggi. Pos hujan dengan ketinggian 100 meter di bawah permukaan laut dimasukkan dalam kategori topografi rendah.

Tahap II. Data bulanan SOI dan ONI dalam kurun waktu tahun 2001-2014 dipasangkan sebagai prediktor dalam aplikasi ClimaTools v1.0

menggunakan metode Analisis Korelasi Kanonik dengan input data curah hujan bulanan kurun waktu 2001-2014 sebagai prediktor. Prediksi dilakukan untuk lima periode tahun data, yaitu data SOI, ONI dan CH tahun 2001- 2010 untuk prediksi tahun 2011, CH tahun 2002- 2011 untuk prediksi tahun 2012, CH tahun 2003- 2012 untuk prediksi tahun 2013, CH tahun 2004- 2013 untuk prediksi tahun 2014, CH tahun 2005- 2014 untuk prediksi tahun 2015. Sebagai contoh hasil prediksi curah hujan bulanan dengan skenario topografi tinggi di wilayah Jawa Tengah dapat dilihat pada tabel 1, sedangkan sebagai contoh hasil prediksi curah hujan bulanan dengan skenario topografi rendah di wilayah Jawa Tengah dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Contoh hasil prediksi keluaran metode CCA dengan observasinya di wilayah topografi tinggi, untuk pos hujan Jatilawang, Kelopo gading, Banyumas PU.

Pos Hujan	Jatilawang		klp. Gading		Lumbir		Banyumas PU	
	Obs	Pred	Obs	Pred	Obs	Pred	Obs	Pred
Tahun								
Jan-11	409,00	378,74	298,00	324,87	384,00	392,52	68,00	282,69
Feb-11	322,92	347,92	338,00	349,89	441,00	378,63	102,00	326,84
Mar-11	282,00	380,80	409,00	357,10	105,00	343,90	119,00	320,12
Apr-11	288,00	283,00	172,00	303,59	0,00	229,52	238,07	229,26
Mei-11	156,88	257,24	205,00	291,24	174,00	260,18	137,44	168,09
Jun-11	123,84	253,90	1,00	270,99	0,00	323,00	91,08	188,80
Jul-11	61,46	64,63	12,00	82,05	0,00	109,54	65,36	84,18
Agu-11	56,54	18,74	1,00	5,36	0,00	0,00	66,58	58,67
Sep-11	105,56	158,15	0,00	147,27	0,00	170,12	97,95	130,69
Okt-11	289,43	302,74	155,00	259,49	107,00	323,09	228,09	235,73
Nov-11	370,80	394,87	522,00	398,26	0,00	402,94	402,45	390,20
Des-11	327,00	252,50	313,00	240,21	304,00	372,58	385,91	333,79
KORELASI	0,88		0,80		0,57		0,63	
RMSE	86,54		174,45		517,02		215,67	
Jan-12	578,00	450,99	572,00	354,74	245,00	417,30	428,00	272,22
Feb-12	324,00	411,56	363,00	403,03	299,00	420,50	271,00	317,20
Mar-12	180,00	356,40	184,00	326,62	439,00	280,91	162,00	257,13
Apr-12	404,00	180,00	235,00	172,53	258,00	70,24	163,00	134,09
Mei-12	96,00	146,89	215,00	178,74	74,00	130,88	61,00	71,16
Jun-12	5,00	0,00	10,00	0,00	0,00	10,50	8,00	3,73
Jul-12	0,00	32,09	0,00	28,40	0,00	62,00	65,36	55,46
Agu-12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,58	6,85
Sep-12	0,00	95,93	0,00	72,52	0,00	93,36	97,95	69,79
Okt-12	289,43	310,50	248,00	217,29	0,00	242,89	228,09	222,42
Nov-12	357,00	429,26	450,00	443,79	396,00	368,11	402,45	368,58
Des-12	409,00	369,56	363,00	343,24	502,00	478,93	385,91	370,19
KORELASI	0,85		0,90		0,78		0,91	
RMSE	40,63		28,61		104,68		55,00	

Tabel 2 . Contoh hasil prediksi keluaran metode CCA dengan observasinya di wilayah topografi rendah, untuk pos hujan Gamer, Pesayangan, Stamet tegal, Warurejo, Larangan, Karang Sembung, Klarean, Sokawati.

Pos Hujan	Gamer		Pesayangan		St. Tegal		Warurejo	
	Obs	Pred	Obs	Pred	Obs	Pred	Obs	Pred
Tahun								
Jan-11	548,00	437,13	89,00	520,28	107,00	340,39	320,00	370,33
Feb-11	483,00	576,69	442,00	479,16	352,00	357,00	364,00	463,80
Mar-11	228,00	225,89	194,00	413,95	210,00	301,61	332,00	299,06
Apr-11	166,00	253,63	82,00	321,52	106,00	265,84	137,00	281,85
Mei-11	200,00	187,15	161,00	289,16	134,00	168,45	78,00	261,31
Jun-11	65,00	185,31	22,00	192,26	15,00	183,56	70,00	258,55
Jul-11	238,00	87,37	47,00	64,29	67,00	55,22	64,00	86,08
Agu-11	0,00	47,67	0,00	43,08	0,00	28,68	0,00	14,27
Sep-11	26,00	109,34	0,00	57,62	3,00	67,10	15,00	106,47
Okt-11	240,00	83,11	329,00	71,99	41,00	42,94	82,00	62,82
Nov-11	87,00	140,45	147,00	193,00	137,00	147,15	140,00	149,69
Des-11	189,00	240,10	89,00	412,28	352,00	264,22	316,00	789,69
KORELASI	0,82		0,38		0,72		0,77	
RMSE	29,98		420,48		201,54		353,89	
Jan-12	366,00	501,71	306,00	511,59	336,00	331,15	355,00	383,69
Feb-12	125,00	633,61	209,00	503,22	304,00	350,62	448,00	459,39
Mar-12	222,00	211,31	244,00	382,13	331,00	263,02	366,00	216,39
Apr-12	320,00	175,70	185,00	245,35	108,00	167,79	77,00	112,84
Mei-12	19,00	133,64	38,00	228,91	97,00	94,31	141,00	101,01
Jun-12	14,00	29,85	63,00	49,54	11,00	12,52	33,00	0,00
Jul-12	0,00	85,79	1,00	43,30	1,00	31,88	0,00	41,95
Agu-12	0,00	0,00	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep-12	8,00	44,07	0,00	7,83	0,00	15,06	0,00	1,50
Okt-12	36,00	67,58	14,00	90,42	18,00	41,87	51,00	34,13
Nov-12	145,00	106,04	60,00	168,37	100,00	123,45	128,00	99,95
Des-12	216,00	227,85	293,00	410,98	279,00	295,84	217,00	818,36
KORELASI	0,59		0,92		0,97		0,67	
RMSE	215,39		355,96		41,14		130,83	

Tahap III. Tahapan ketiga sebagai tahapan terakhir yaitu uji korelasi hasil prediksi tahun 2011-2015 terhadap data observasinya. Uji korelasi menentukan nilai korelasi terbaik dengan RMSE terkecil. Setelah diperoleh hasil prediksi tahun 2011-2015, selanjutnya

korelasi dan RMSE terhadap data observasinya dilakukan untuk melihat kedekatan pola antara kedua data tersebut, untuk wilayah topografi tinggi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 . Korelasi dan RMSE antara hasil prediksi keluaran metode CCA dengan observasinya di wilayah topografi tinggi.

Korelasi dan RMSE CH hasil Prediksi dengan data Observasinya di wilayah Topografi Tinggi											
Kabupaten	Pos Hujan	Tahun 2011		Tahun 2012		Tahun 2013		Tahun 2014		Tahun 2015	
		Korelasi	RMSE								
Banyumas	Jatilawang	0,88	86,54	0,85	40,63	0,23	106,39	0,65	61,49	0,62	229,20
	klp. Gading	0,80	174,45	0,90	28,61	0,44	83,74	0,58	255,09	0,60	174,92
	Lumbir	0,57	517,02	0,78	104,68	0,18	477,54	0,77	95,64	0,74	146,05
	Banyumas PU	0,63	215,67	0,91	55,00	0,21	210,77	0,60	45,87	0,82	390,89
Purbalingga	kr. Kemiri	0,90	54,60	0,89	202,55	0,37	55,84	0,75	129,53	0,69	157,81
Banjarnegara	Limbangan 2	0,82	329,14	0,92	7,13	0,67	18,07	0,66	52,15	0,90	449,30
	Penusupan	0,80	71,67	0,94	266,85	0,54	320,68	0,81	186,45	0,78	593,95
	wanadadi	0,76	217,36	0,89	63,01	0,72	36,11	0,75	29,65	0,84	307,83
	Purwonegoro	0,80	268,81	0,77	272,52	0,50	158,06	0,77	160,28	0,85	517,11
Wonosobo	Bedakah	0,78	344,90	0,87	285,98	0,70	167,98	0,67	352,29	0,92	411,92
	wadaslintang	0,87	114,18	0,91	26,58	0,47	6,19	0,79	203,47	0,78	508,51
	Tambi	0,90	228,18	0,92	7,36	0,80	7,98	0,81	151,01	0,86	436,76
Temanggung	pakisdadu	0,84	58,60	0,79	97,70	0,53	68,65	0,73	3,37	0,78	373,38
Magelang	Borobudur	0,77	92,84	0,93	98,81	0,48	163,51	0,73	1,27	0,94	270,36
	Kaliloro Kajoran	0,73	564,68	0,83	364,86	0,48	183,86	0,77	240,70	0,58	217,12
	Salaman	0,84	331,02	0,90	118,49	0,72	108,21	0,67	37,79	0,77	433,73
	Plered	0,90	21,37	0,79	36,54	0,72	173,92	0,79	42,01	0,85	449,93
	Seneng-Mertoyudan	0,85	67,63	0,88	79,65	0,83	92,08	0,95	161,57	0,92	359,37
Karanganyar	Jumantoro	0,86	25,25	0,86	49,14	0,76	56,61	0,80	15,01	0,90	418,80
Kudus	Colo	0,72	80,64	0,85	273,74	0,83	292,90	0,78	389,12	0,90	386,66
Semarang	Banyubiru	0,85	91,59	0,88	96,01	0,66	71,74	0,87	37,67	0,94	258,36
	Getas SMPK	0,77	139,40	0,97	91,35	0,80	219,08	0,61	201,32	0,90	163,59
	Sumurjurang	0,66	185,04	0,73	68,73	0,67	128,66	0,91	128,36	0,89	258,47
Pekalongan	Lebak barang	0,58	791,44	0,59	317,14	0,84	120,32	0,87	378,39	0,89	563,27
	Kd.serang	0,84	204,72	0,86	258,51	0,85	255,71	0,91	12,84	0,83	613,38
Purworejo	Bruno	0,70	386,18	0,75	87,87	0,82	9,56	0,66	322,91	0,78	444,57
	Sawangan	0,82	244,64	0,90	73,29	0,80	59,86	0,89	98,34	0,89	428,65
Tegal	Jejeg	0,78	893,92	0,90	204,45	0,84	189,72	0,73	183,72	0,95	388,98
	Min	0,57	21,37	0,59	7,13	0,18	6,19	0,58	1,27	0,58	146,05
	Max	0,90	893,92	0,97	364,86	0,85	477,54	0,95	389,12	0,95	613,38

Validasi dilakukan dengan mempertimbangkan korelasi sebagai kedekatan pola antara prediksi dan data aktual hasil observasi. Nilai RMSE juga digunakan untuk melihat seberapa besar penyimpangan antara nilai prediksi dan observasinya.

Korelasi hasil prediksi curah hujan bulanan pada topografi tinggi, pada tahun 2011 berkisar antara 0.57-0.90 sedang RMSE nya berkisar antara 21.37-893.92 mm. Untuk tahun 2012 korelasinya berkisar antara 0.59-0.97, RMSE berkisar antara 7.13-364.86

mm. Untuk tahun 2013 korelasinya berkisar antara 0.18-0.85, RMSE berkisar antara 6.19-477.54 mm. Untuk tahun 2014 korelasinya berkisar antara 0.58-0.95, RMSE berkisar antara 1.27-389.12 mm. Untuk tahun 2015 korelasinya berkisar antara 0.58-0.95, RMSE berkisar antara 146.05-613.38 mm.

Sedangkan Hasil korelasi dan RMSE dari prediksi curah hujan bulanan dengan skenario topografi rendah di wilayah Jawa Tengah dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Korelasi dan RMSE antara hasil prediksi keluaran metode CCA dengan observasinya di wilayah topografi rendah.

Korelasi dan RMSE CH hasil Prediksi dengan data Observasinya di wilayah Topografi Rendah											
Kabupaten	Pos Hujan	Tahun 2011		Tahun 2012		Tahun 2013		Tahun 2014		Tahun 2015	
		Korelasi	RMSE								
Pekalongan	Gamer	0,82	29,98	0,59	215,39	0,78	1,62	0,88	399,58	0,48	272,46
	Sragi	0,94	117,14	0,77	102,97	0,89	15,72	0,91	176,83	0,77	503,97
Tegal	Pesayangan	0,38	420,48	0,92	355,96	0,75	214,01	0,91	294,83	0,95	54,67
	St. Tegal	0,72	201,54	0,97	41,14	0,64	64,40	0,83	27,94	0,86	236,21
	Warurejo	0,77	353,89	0,67	130,83	0,38	175,45	0,64	33,71	0,39	186,68
Brebes	Larangan	0,79	157,74	0,88	156,77	0,74	69,09	0,80	85,70	0,84	293,10
	Kr.Sembung	0,80	35,75	0,89	38,72	0,67	85,72	0,82	55,49	0,94	295,57
Pemalang	Klarean	0,91	325,00	0,64	161,51	0,66	107,95	0,90	37,06	0,43	63,63
	Sokawati	0,88	34,54	0,84	80,91	0,76	78,31	0,82	187,55	0,88	402,92
	Bj.Dawa	0,90	218,99	0,92	90,07	0,58	20,60	0,97	199,10	0,83	463,99
Kendal	Sikopek	0,62	220,33	0,90	56,37	0,65	119,14	0,87	226,32	0,63	203,13
	Babadan	0,44	223,01	0,57	25,60	0,75	269,31	0,83	249,94	0,87	363,69
	Kr. Tengah	0,57	484,99	0,82	330,38	0,68	153,99	0,85	115,59	0,60	180,38
	Weleri	0,48	122,50	0,87	84,22	0,76	44,48	0,81	152,34	0,77	251,74
Kota Semarang	Staklim smg	0,56	271,93	0,79	11,88	0,56	87,51	0,83	56,79	0,64	229,54
Demak	Brumbung	0,82	238,53	0,88	48,99	0,57	123,21	0,89	138,11	0,79	174,37
	Jungsemi	0,87	83,42	0,89	20,56	0,77	305,66	0,87	131,35	0,46	64,21
Pati	Kr.Anyar	0,96	46,17	0,73	22,14	0,48	107,06	0,74	157,22	0,84	159,41
	Juwana	0,66	162,02	0,79	225,37	0,69	73,22	0,70	128,71	0,90	66,60
Cilacap	Kd.Reja	0,77	141,25	0,87	165,00	0,32	76,41	0,72	102,27	0,70	66,50
	Nusawungu	0,87	75,05	0,90	42,22	0,01	39,53	0,60	184,11	0,84	248,53
	Meteo Cilacap	0,69	288,10	0,87	79,44	0,04	82,67	0,65	14,93	0,87	155,72
Purworejo	Ngombol	0,82	71,55	0,81	20,10	0,79	125,22	0,78	247,61	0,82	327,60
	Kd. Kamal	0,87	31,82	0,86	137,78	0,75	294,21	0,84	126,10	0,83	400,76
	Wareng	0,74	136,47	0,93	14,50	0,77	471,90	0,81	713,01	0,77	500,90
	Jrakah	0,71	184,18	0,81	163,87	0,77	60,47	0,72	45,64	0,80	332,64
Grobogan	Butak	0,57	142,39	0,81	54,51	0,81	178,74	0,87	113,94	0,83	437,14
	Ngaringan	0,61	23,43	0,76	64,02	0,80	59,82	0,90	45,97	0,89	144,35
Kebumen	Kepoh	0,83	166,71	0,93	21,05	0,62	125,22	0,94	11,77	0,60	156,01
	Ayah	0,88	104,49	0,86	230,71	0,43	322,21	0,60	227,27	0,86	276,65
	Min	0,38	23,43	0,57	11,88	0,01	1,62	0,60	11,77	0,39	54,67
	Max	0,96	484,99	0,97	355,96	0,89	471,90	0,97	713,01	0,95	503,97

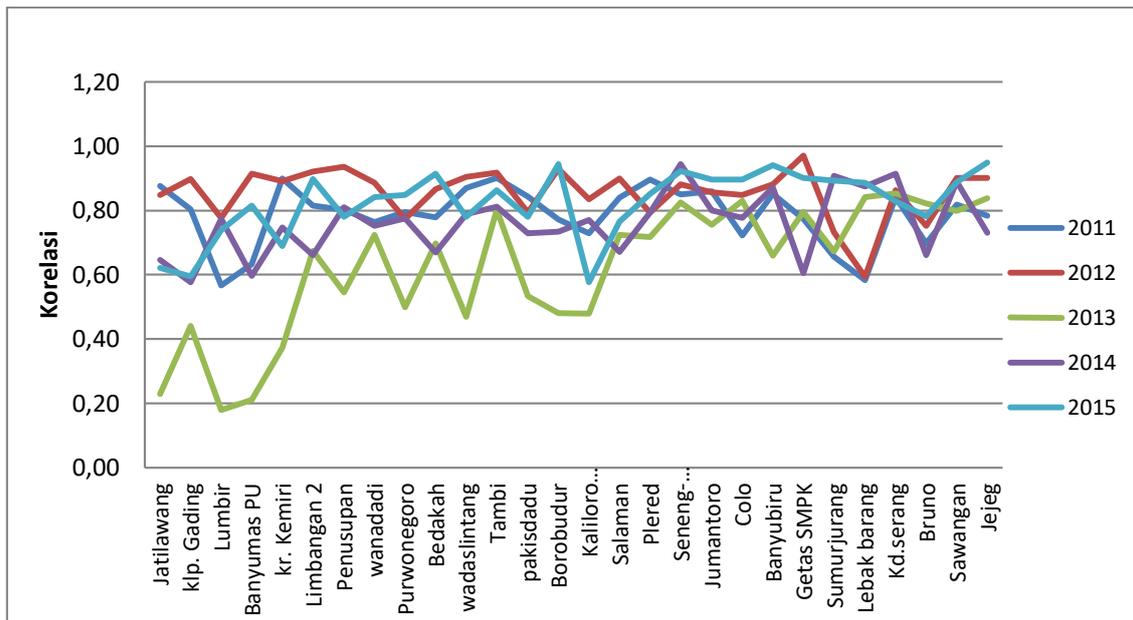
Korelasi hasil prediksi curah hujan bulanan pada topografi rendah, pada tahun 2011 berkisar antara 0.38-0.96, sedang RMSE nya berkisar antara 21.37-893.92 mm. Untuk tahun 2012 korelasinya berkisar antara 0.59-0.97, RMSE berkisar antara 7.13-364.86 mm. Untuk tahun 2013 korelasinya berkisar antara 0.18-0.85, RMSE berkisar antara 6.19-477.54 mm. Untuk tahun 2014 korelasinya berkisar antara 0.58-0.95, RMSE berkisar antara 1.27-389.12 mm. Untuk tahun 2015 korelasinya berkisar antara 0.58-0.95, RMSE berkisar antara 146.05-613.38 mm.

Sedangkan pada gambar di bawah ini merepresentasikan grafik korelasi hasil prediksi dengan data observasinya di wilayah topografi tinggi dan rendah.

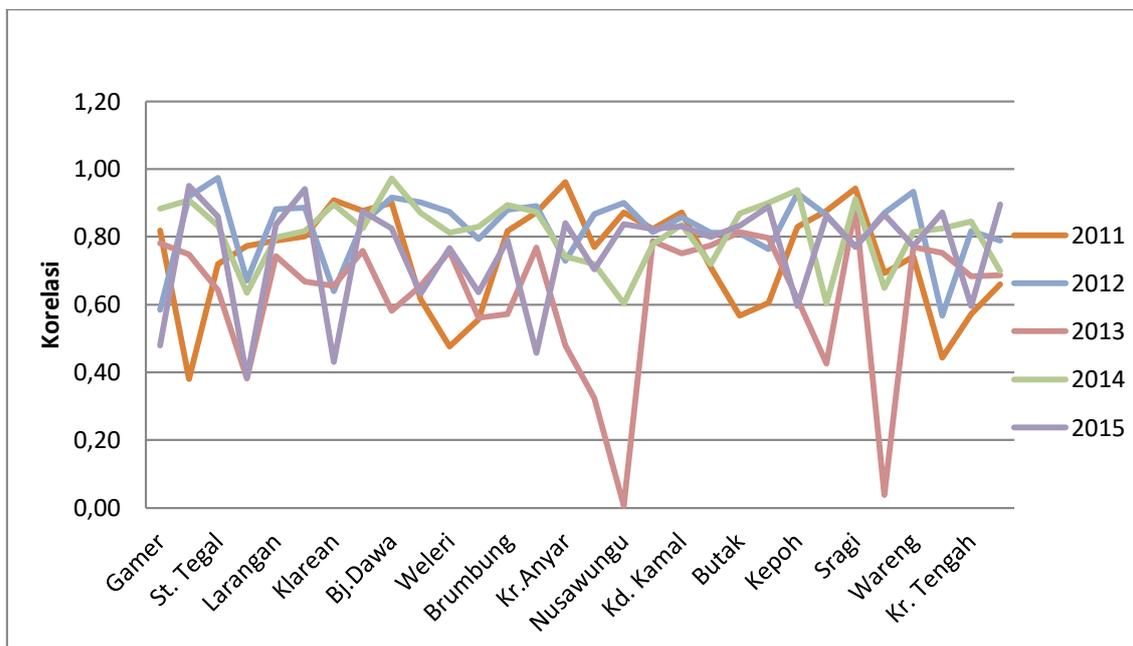
Adapun interpretasi koefisien korelasinya terdapat pada table 5.

Tabel. 5 Interpretasi Koefisien Korelasi[12]

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat



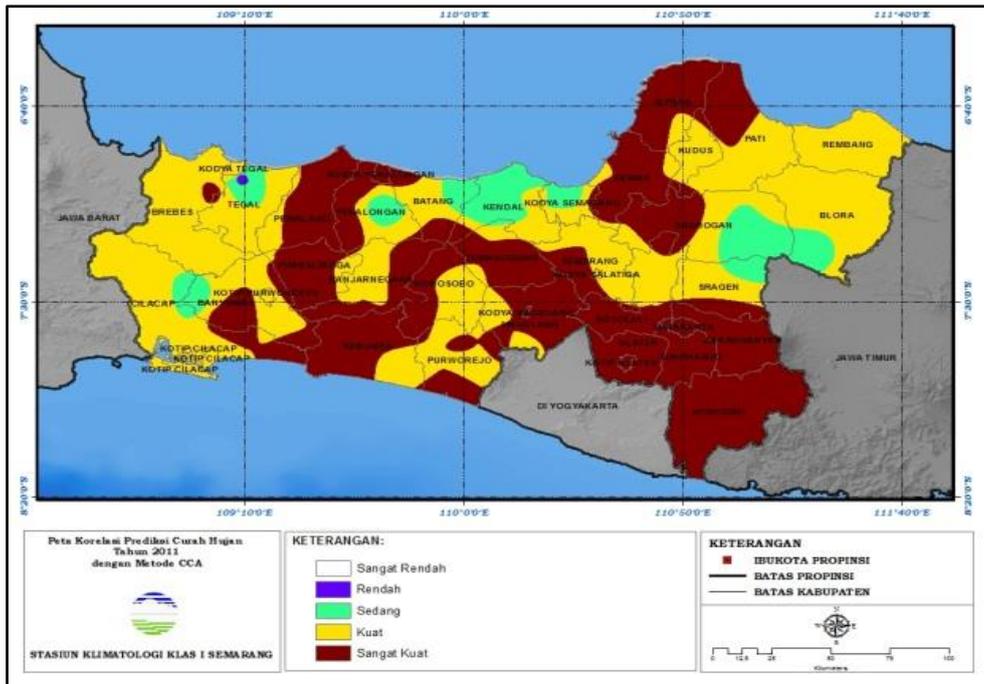
Gambar 3. Grafik korelasi hasil prediksi dengan data observasinya di wilayah Topografi Tinggi



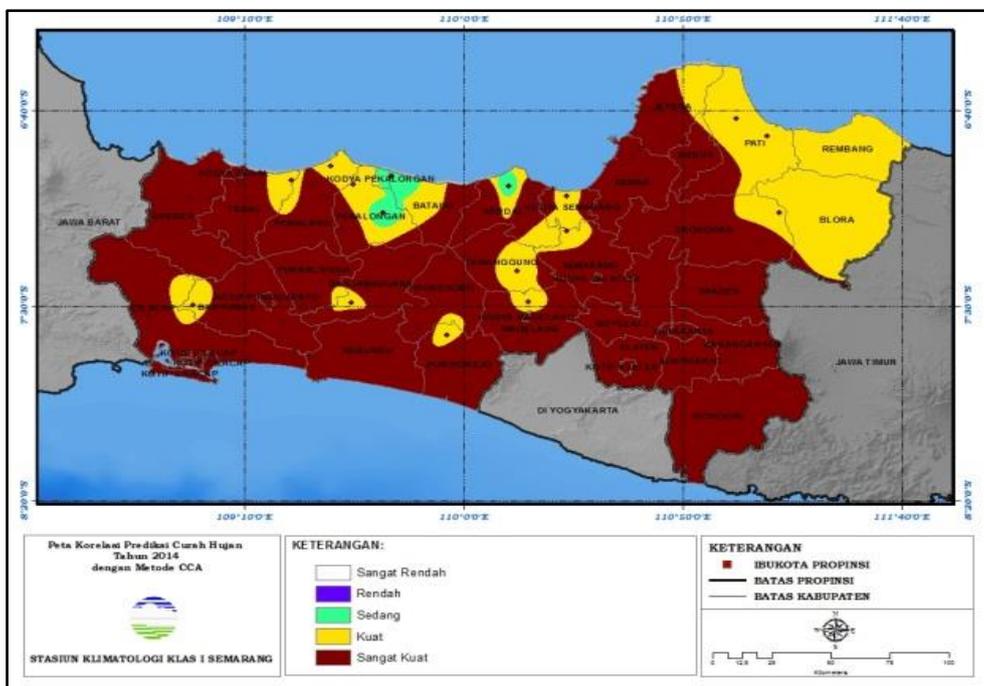
Gambar 4. Grafik korelasi hasil prediksi dengan data observasinya di wilayah Topografi Rendah.

Representasi dari hasil validasi prediksi dengan data observasi, digambarkan dalam peta-peta berikut ini. Dari Peta Korelasi (Gambar 5) menunjukkan adanya korelasi yang kuat hingga sangat kuat pada umumnya antara hasil prediksi curah hujan bulanan dengan data observasi tahun 2011 di Jawa Tengah baik di daerah dengan topografi tinggi maupun topografi rendah.

Dari Peta Korelasi (Gambar 6) menunjukkan adanya korelasi yang sangat kuat pada umumnya antara hasil prediksi curah hujan bulanan dengan data observasi tahun 2012 di Jawa Tengah baik di daerah dengan topografi tinggi maupun topografi rendah



Gambar 5. Peta Korelasi Prediksi Curah Hujan bulanan Tahun 2011 dengan Metode CCA.

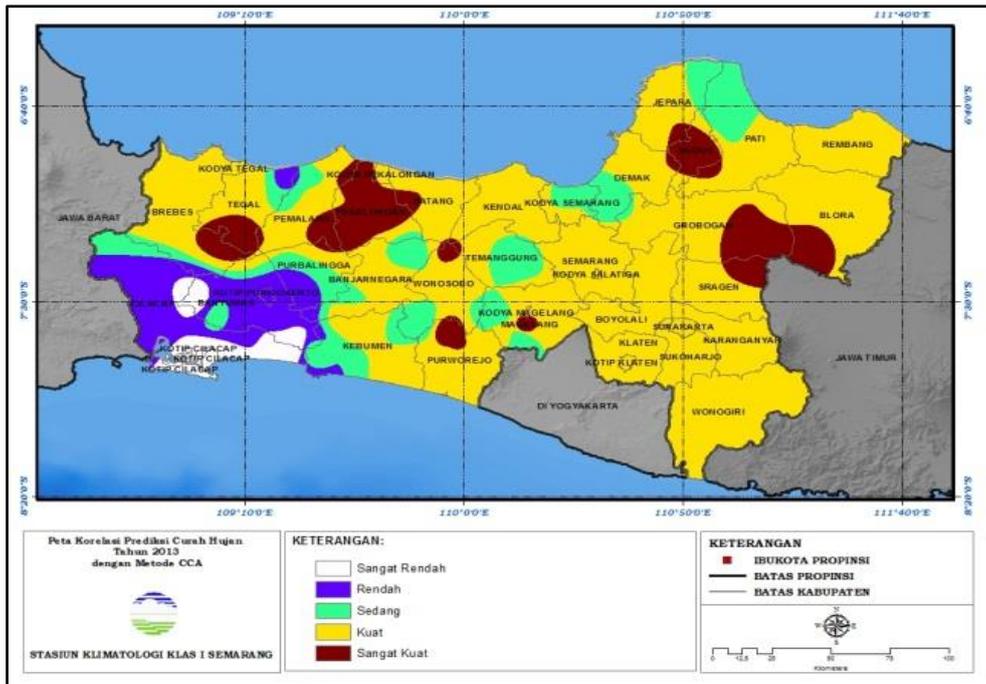


Gambar 6. Peta Korelasi Prediksi Curah Hujan bulanan Tahun 2012 dengan Metode CCA

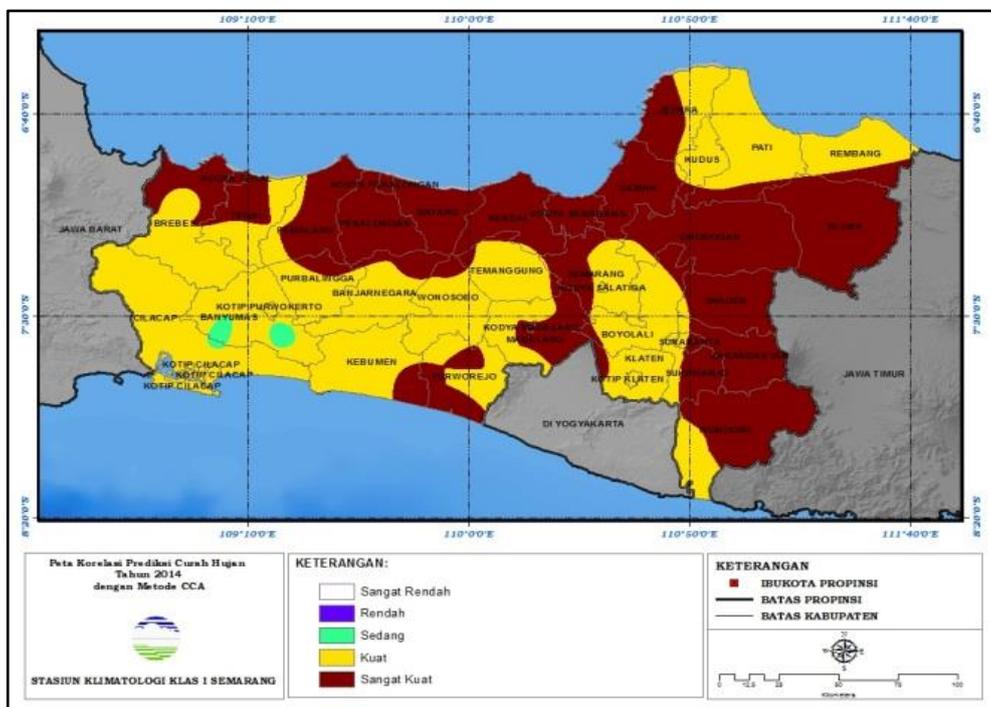
Dari Peta Korelasi (Gambar 7) menunjukkan adanya korelasi yang kuat pada umumnya antara hasil prediksi curah hujan bulanan dengan data observasi tahun 2013 di Jawa Tengah baik di daerah dengan topografi tinggi maupun topografi rendah. Namun terdapat beberapa daerah dataran tinggi maupun dataran rendah di Kabupaten Cilacap dan Banyumas yang korelasi curah hujan prediksi dengan observasi tahun 2013 dalam kategori rendah hingga sedang. Dari Peta Korelasi (Gambar 8) menunjukkan adanya korelasi yang kuat hingga sangat kuat pada umumnya

antara hasil prediksi curah hujan bulanan dengan data observasi tahun 2014 di Jawa Tengah. Baik di daerah dengan topografi tinggi maupun topografi rendah.

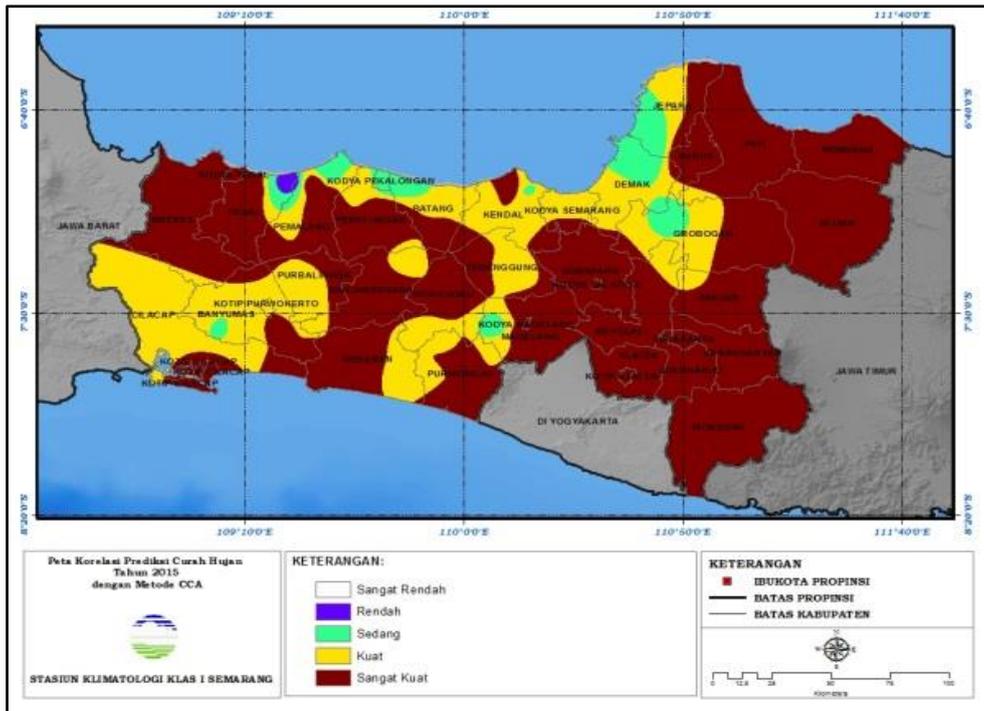
Dari Peta Korelasi (Gambar 9) menunjukkan adanya korelasi yang kuat hingga sangat kuat pada umumnya antara hasil prediksi curah hujan bulanan dengan data observasi tahun 2015 di Jawa Tengah baik di daerah dengan topografi tinggi maupun topografi rendah.



Gambar 7. Peta Korelasi Prediksi Curah Hujan bulanan Tahun 2013 dengan Metode CCA.



Gambar 8. Peta Korelasi Prediksi Curah Hujan bulanan Tahun 2014 dengan Metode CCA.



Gambar 9. Peta Korelasi Prediksi Curah Hujan bulanan Tahun 2015 dengan Metode CCA.

Kesimpulan

Validasi yang dilakukan untuk hasil prediksi curah hujan bulanan wilayah topografi tinggi dan rendah di Jawa Tengah adalah berdasarkan nilai serta interpretasi secara umum dari korelasinya dan juga nilai RMSE nya.

Berdasarkan hasil di atas, dapat kita lihat pada tabel 3 dan tabel 4 nilai korelasi antara hasil prediksi curah hujan bulanan dengan data observasinya di wilayah topografi tinggi dan rendah umumnya memiliki nilai yang relatif sama begitu juga dengan RMSE nya. Artinya terdapat hubungan yang kuat antara variabel prediktor dalam hal ini SOI dan ONI sebagai unsur dinamika atmosfer pengendali curah hujan di wilayah Indonesia dengan Curah hujan wilayah Jawa Tengah secara khususnya, akan tetapi ternyata skenario topografi wilayah tidak secara nyata mempengaruhi hasil prediksi curah hujan bulanan menggunakan metode CCA. Artinya tidak ada perbedaan yang terlalu signifikan antara perbedaan topografi di wilayah Jawa Tengah jika disandingkan dengan variabel prediktor SOI dan ONI dan variabel prediktannya adalah curah hujan bulanan di wilayah itu sendiri.

Hasil prediksi curah hujan bulanan menggunakan metode CCA di antara tahun 2011-2015, umumnya berkorelasi kuat hingga sangat kuat, namun terdapat beberapa daerah dataran tinggi maupun dataran rendah di Kabupaten Cilacap dan Banyumas yang korelasi curah hujan prediksi dengan observasi tahun 2013 dalam kategori rendah hingga sedang. Hal ini dikarenakan pada tahun 2013 telah terjadi anomali

suhu muka laut yang lebih hangat di Perairan Indonesia sehingga menyebabkan nilai korelasi menjadi kecil, artinya pada saat itu tidak ada hubungan kuat antara SOI ONI dan curah hujan. Dengan demikian metode CCA ini tidak dapat memprediksi curah hujan bulanan pada saat kondisi dinamika atmosfer dalam skala lokal menjadi faktor yang lebih dominan mempengaruhi curah hujan di Jawa Tengah.

Saran

Konsistensi dan kecocokan hasil prediksi Multivariat metode Analisis Korelasi Kanonik masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Perlu diujicobakan dengan penambahan beberapa variabel prediktor pengendali curah hujan di Indonesia pada umumnya dan di Jawa Tengah pada khususnya. Penting juga diujicobakan pula untuk kurun waktu data input serta data hasil prediksi yang lebih panjang. Sehingga diperoleh gambaran selanjutnya apakah Analisis Korelasi Kanonik ini cukup konsisten dan stabil serta mempunyai hasil prediksi yang akurat untuk digunakan dalam prakiraan cuaca maupun iklim jangka pendek dan jangka panjang.

Daftar Pustaka

- [1] Mukarami, Takio dan Zadrach L. Dupe. Interannual Variability of Convective Intensity Index Over Indonesia and Its Relationship with Enso. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 1, No. 4, pp. 1-23, 2000.

- [2] Asmoro, Ambar. Analisis pengaruh curah hujan terhadap Fluktuasi hasil produksi tanaman padi DAS Bengawan Solo hulu bagian tengah tahun 1986-2045. Skripsi Program studi Geografi Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta, pp. 1, 2015.
- [3] Asdak C. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 1995.
- [4] Hilario, Flaviana et al. El Niño Southern Oscillation in the Philippines: Impacts, Forecasts, and Risk Management., Philippine Journal of Development, number 66, First Semester, Vol. XXVI, No. 1, pp 10, 2009.
- [5] T. Podbury, T.C. Sheales, I. Hussain and B.S. Fisher, Use of El Nino climate forecasts in Australia. Amer. J. Agr. Econ. 80, 1998.
- [6] Sartono Marpaung, Pengaruh Topografi Terhadap Curah Hujan Musiman Dan Tahunan Di Provinsi Bali Berdasarkan Data Observasi Resolusi Tinggi. Prosiding Seminar Penerbangan dan Antariksa 2010 Sub Seminar Sains Atmosfer dan Iklim, 104-110, Serpong. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN, 2010.
- [7] Handoko. Klimatologi dasar landasan pemahaman fisika atmosfer dan unsur-unsur iklim. PT. dunia pustaka jaya. Jakarta, 1994.
- [8] B.D. Enyew, G.J. Steeneveld, Analysing the Impact of Topography on Precipitation and Flooding on the Ethiopian Highlands. Journal of Geology & Geophysics, 3, 2014.
- [9] <http://www.bom.gov.au/> tanggal akses 4 Januari 2017.
- [10] <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/> tanggal akses 4 Januari 2017.
- [11] Macalarné, Rodrigo Loureiro. Canonical Correlation Analysis. The Mathematics Journal 16. Wolfram Media. Inc, pp. 1, 2014.
- [12] Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung. Alfabeta, 2014.
- [13] Apriyana, Yayan dan Kailaku, Tigia Eloka. Variabilitas iklim dan dinamika waktu tanam padi di wilayah pola hujan monsun dan equatorial. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiv Indonesia, Vol. 1, No. 2, pp. 366-372, 2015.
- [14] N.J. Gogtay, and U.M. Thatte, Principles of Correlation Analysis. Journal of the Association of Physicians of India, Vol. 65, pp. 79, 2017.
- [15] <http://stats.stackexchange.com/questions/65692/how-to-visualize-what-canonical-correlation-analysis-does-in-comparison-to-what> tanggal akses 16 Februari 2017.
- [16] Wilks, D.S. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. San Diego. Academic Press Inc, 1995.
- [17] Y. Swarinoto dan Sugiyono, Pemanfaatan Suhu Udara dan Kelembapan Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Bandar Lampung. Jurnal Meteorologi Geofisika, Vol.12, No.3, pp. 269-279, 2011.
- [18] Branston, Anthony G. Correspondence among the Correlation, RMSE, and Heidke Forecast Verification Measure Refinement of the Heidke Score. Climate Analysis Center. NMC/NWS/NOAA, Washington D.C, Vol. 7, pp. 700, 1992.