

**PEMODELAN *Downscaling* LUARAN GCM DAN ANOMALI SST NINO 3.4
MENGUNAKAN *SUPPORT VECTOR REGRESSION*
(Studi Kasus Curah Hujan Bulanan Indramayu)**

Aries Maesya

Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pakuan Bogor

ABSTRAK

The objective of this research is to develop a downscaling model GCM output and SST anomaly Nino 3.4 as input in the training to predict a rainfall monthly in Indramayu. The techniques of a downscaling is used for a phenomenon indicators of El Nino and Southern Oscillation (ENSO) climate anomaly such as a Global Circulation Model (GCM) and Sea Surface Temperature (SST) nino 3.4 are commonly used as a primary study learn and understand the climate system. This research propose a method for developing a downscaling model GCM output and SST anomaly Nino 3.4 by using Support Vector Regression (SVR). The research result showed that GCM output and SST anomaly Nino 3.4 can be approach the average value of monthly rainfall. The best result of prediction is Bondan station which has average correlation that is 0.700.

Kata kunci : *Downscaling, ENSO, Luaran GCM, SST Nino 3.4 and SVR*

PENDAHULUAN

Indramayu merupakan salah satu kabupaten yang berada di provinsi Jawa Barat terletak pada garis 6.9°-25.5° LS dan 126.5°-146.2° BT disabuk hujan khatulistiwa. Akibat letak tersebut maka wilayah Indramayu memiliki iklim tropis dengan ciri khas tingginya tingkat curah hujan, suhu tinggi dan kelembaban tinggi. Pengaruh iklim terhadap pertanian di Indonesia sangat kuat karena iklim di Indonesia sangat dipengaruhi oleh fenomena global seperti ENSO (*El-Nino and Southern Oscillation*). Fenomena ENSO merupakan fenomena yang mempengaruhi keragaman iklim di Indonesia, khususnya curah hujan. (Boer dan Subbiah, 2003). Salah satu indikator fenomena ENSO yang sering digunakan untuk melihat gejala terjadinya anomali iklim adalah *Global Circulation Model* (GCM) dan *Sea Surface Temperature* (SST) Nino 3.4.

Usaha pelaksanaan pengelolaan dampak dan resiko iklim menggunakan *downscaling* sudah banyak dilakukan dan coba diterapkan. Penelitian terdahulu,

Cavazos dan Hewitson (2004) melakukan penelitian untuk melihat *performance* luaran GCM NCEP-NCAR dengan mencari kombinasi peubah respon yang potensial menggunakan jaringan saraf buatan (JST). Selanjutnya, Wigena (2006) melakukan pengembangan model *downscaling* menggunakan *projection regression pursuit* (PPR) dalam melakukan peramalan curah hujan di Indramayu dengan salah satu kajian analisisnya adalah untuk menentukan domain yang baik pada luaran GCM. Menurut Buono (2010) dan Muttaqin (2011) melakukan pemodelan *statistical downscaling* menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk pemodelan curah hujan daerah Indramayu dan Agmalaro (2011) melakukan pengembangan model *downscaling* data luaran GCM menggunakan SVR. Kemudian masih banyak penelitian lainnya mengenai *downscaling* yang bertujuan mengembangkan model yang dapat memberikan berbagai informasi tentang iklim yang memadai dan berguna untuk perencanaan kedepan. Oleh karena itu, studi kali ini akan mencoba

Pemodelan *Downscaling* Luaran Gcm dan (*Aries Maesya*)

mengembangkan model *downscaling* luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 menggunakan SVR dalam melakukan peramalan curah hujan bulanan sehingga dapat dijadikan sebagai alat pendukung dalam proses penyebaran informasi iklim yang tepat guna.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan model *downscaling* luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 menggunakan SVR (studi kasus curah hujan bulanan Indramayu). Oleh karena itu, diharapkan penelitian ini dapat memberikan performansi metode SVR dalam melakukan pendugaan curah hujan bulanan dengan membandingkan hasil prediksi SVR dan hasil data observasi stasiun pengamatan curah dengan melakukan evaluasi dan validasi terhadap nilai korelasi, *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error Prediction* (MAEP). Manfaat dari hasil penelitian ini dihasilkan suatu model *downscaling* yang memberikan informasi iklim akurat berdasarkan dari data luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 sehingga dapat dijadikan sebagai suatu referensi dalam pendugaan curah hujan dengan lebih baik. Ruang lingkup dari penelitian ini adalah data curah hujan yang digunakan berasal dari stasiun hujan yang berada di daerah Indramayu (13 stasiun) dari tahun 1979 – 2002 serta data luaran GCM yang digunakan adalah sebanyak 6 model (1901 – 2000) dan anomali SST NINO 3.4 (1950 – 2000).

General Circulation Model (GCM)

GCM merupakan model numerik, deterministik dan simulasi komputer tentang kondisi iklim yang menggambarkan hubungan matematika dengan interaksi fisika, kimia maupun atmosfer bumi (Wigena, 2006). GCM dapat dijadikan sebagai alat dalam kajian studi mengenai perubahan iklim. Dalam kajian klimatologi jangka panjang mampu menghasilkan ciri sirkulasi global pada

skala besar atau resolusi rendah dan merupakan sumber informasi primer untuk melihat pengaruh perubahan iklim.

Menurut Sutikno (2008) mengemukakan bahwa model GCM memiliki beberapa keuntungan dan kerugian diantaranya :

1. GCM dapat digunakan untuk melakukan estimasi anomali iklim global dalam merespon terhadap peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK).
2. Variabel prediksi dalam model GCM terdiri dari peubah-peubah iklim seperti *precipitation* (curah hujan), suhu, kelembaban.
3. GCM dapat melakukan sebagai alat simulasi mengenai keragaman iklim dalam siklus harian ataupun bulanan.

Sedangkan untuk kelemahan model GCM dijelaskan sebagai berikut :

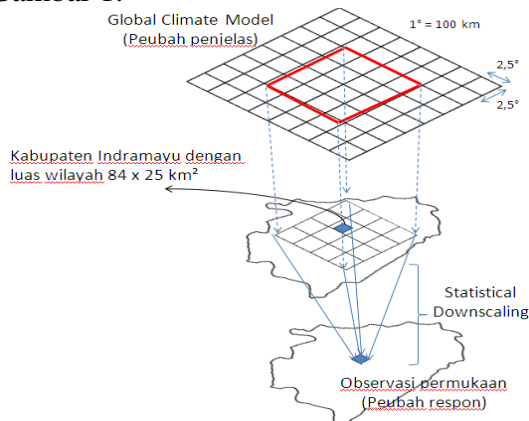
1. GCM yang memiliki resolusi terlalu kasar maka akan terjadi *gap* antara hasil simulasi global, regional ataupun dalam simulasi skala lokal.
2. Untuk menjembatani perbedaan (*gap*) antara hasil global dengan regional dan lokal, maka diperlukan satu model yang dikenal dengan nama *downscaling*.

Selama ini GCM telah banyak dikembangkan dan digunakan di Indonesia untuk simulasi, prediksi dan pembuatan skenario iklim. GCM menghasilkan luaran untuk berbagai peubah dalam lapisan atmosfer. Jika terdapat banyak peubah iklim atau lapisan atmosfer yang digunakan dalam pemodelan SD maka permasalahan data akan semakin kompleks. Data luaran GCM dalam suatu domain umumnya bersifat *curse of dimensionality* dan menjadi masalah tertentu jika terjadinya dimensi atau domain yang besar. Hasil kajian perbandingan GCM mengenai dampak anomali iklim menunjukkan bahwa setiap model GCM mempunyai tingkat akurasi yang berbeda-beda pada suatu wilayah (Sutikno, 2008).

Pemodelan *Downscaling* Luaran Gcm dan (Aries Maesya)

Downscaling

Teknik *Downscaling* adalah suatu proses transformasi data dari suatu grid dengan unit skala besar menjadi data pada grid dengan unit skala yg lebih kecil (Wigena, 2006). Berikut ilustrasi proses *downscaling* menggunakan luaran GCM dalam proses *downscaling* disajikan pada Gambar 1.



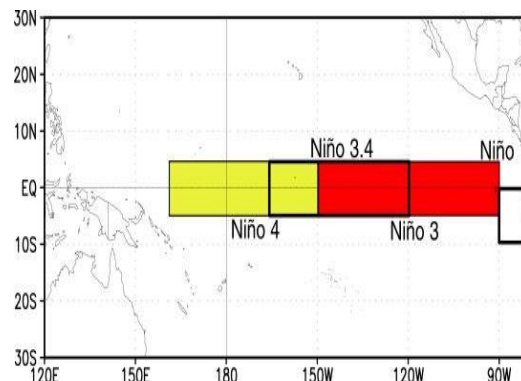
Gambar 1. Ilustrasi proses *downscaling* menggunakan GCM, (Sumber : Sutikno 2008)

Sea Surface Temperature (SST Nino 3.4)

SST Nino3.4 merupakan SST kawasan Samudera Pasifik Tropis bagian tengah dan timur (Philander, 1992). SST Nino 3.4 terletak antara 5⁰LU – 5⁰LS dan 120⁰ BB – 170⁰ BB, besarnya anomali SST ini menunjukkan besarnya kekuatan fenomena El-Nino dan La-Nina. SST Nino 3.4 merupakan salah satu indikator yang berkaitan dengan berbagai fenomena ENSO El-Nino dimana peristiwa ini ditandai dengan anomali SST negatif (lebih dingin dari rata-ratanya).

SST Nino 3.4 menjadi indikator yang digunakan untuk melihat gejala terjadinya anomali iklim. Sirkulasi atmosfer skala global memiliki dinamika yang jelas karena dipicu oleh kondisi SST skala global (Ward, 2002). Selanjutnya sirkulasi atmosfer skala global ini berinteraksi dengan sirkulasi atmosfer skala yang lain yang relatif lebih kecil, seperti sirkulasi skala lokal, skala meso, maupun skala

regional. Keadaan ini juga dialami oleh wilayah tropis *maritime continent* Indonesia (Ramage, 1971). Berikut kawasan Nino 3.4 seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kawasan Nino 3.4 (NOAA, 2012).

Hubungan El-Nino dan La-Nina dengan hujan di Indonesia, secara umum hubungan antara anomali curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia dengan anomali SST yang positif akan terjadi perubahan anomali curah hujan yang negatif. Artinya bila terjadi El-Nino (anomali SST positif), maka secara umum akan terjadi penurunan curah hujan di wilayah Indonesia. Sedangkan apabila terjadi La-Nina (anomali negatif), maka secara umum akan terjadi peningkatan curah hujan di wilayah Indonesia (Pramudia, 2002).

Support Vector Regression (SVR)

SVR merupakan penerapan *support vector machine* (SVM) untuk kasus regresi. Dalam kasus regresi output berupa bilangan riil atau kontinyu. SVR merupakan metode yang dapat mengatasi *overfitting*, sehingga akan menghasilkan performansi yang bagus (Smola dan Schölkopf, 2003).

BAHAN DAN METODE

1. Studi Literatur

Pada penelitian ini tahapan pertama yang dilakukan yaitu studi literatur.

Tahapan ini mempelajari dan memahami suatu permasalahan yang akan diatasi atau diselesaikan dengan menentukan tujuan, ruang lingkup dan manfaat penelitian tersebut. Oleh karena itu, tahapan studi literatur ini akan menambah referensi pengetahuan dan pemahaman terhadap beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang terkait dengan penelitian, sehingga dapat diambil simpulan mengenai keluaran penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Pada penelitian ini tahapan pertama yang dilakukan yaitu mempelajari dan memahami suatu permasalahan yang akan diatasi atau diselesaikan dengan menentukan tujuan, ruang lingkup dan manfaat penelitian tersebut. Dalam proses memahami permasalahan dan mendapatkan gambaran secara umum mengenai penelitian yang akan dilakukan maka diperlukan studi literatur, dengan studi literatur ini akan menambah referensi pengetahuan serta memahami beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang terkait dengan penelitian sehingga dapat diambil simpulan mengenai keluaran penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya.

2. Pengambilan Data

Tahapan ini dilakukan pengumpulan data-data antara lain : data luaran GCM variabel *precipitation* (curah hujan), data anomali SST Nino 3.4 (peubah penjelas) dan data observasi 13 stasiun pengamatan curah hujan wilayah Indramayu (peubah *respons*) yang terdiri dari 22 periode (tahun 1979 – 2000).

3. Standardize Data

Pada tahapan ini semua data parameter input seperti luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 dilakukan proses transformasi variabel dengan normalisasi (*standardize*) data set dengan range nilai (-1) sampai dengan (1). Proses *standardize* dilakukan akibat adanya perbedaan

mengenai satuan yang masing-masing parameter inputan seperti data luaran GCM (mm) dan anomali SST Nino 3.4 ($^{\circ}\text{C}$). Dengan melakukan *standardize* data set tersebut akan menghasilkan data set baru luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 yang berlaku secara universal untuk segala macam properti.

4. Preprocessing Luaran GCM

Preprocessing yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan reduksi terhadap data luaran GCM menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). PCA merupakan teknik untuk merepresentasikan sebuah objek, dengan cara mengekstraksi ciri-ciri sebuah objek dan mereduksi dimensi dari objek tersebut dengan cara mentransformasikan sejumlah variabel korelasi ke jumlah yang lebih sedikit yang dikenal dengan *feature extraction*. PCA digunakan untuk memproyeksikan suatu data yang berukuran atribut besar menjadi bentuk representasi data yang lebih kecil. (Dillon & Goldstein, 1984).

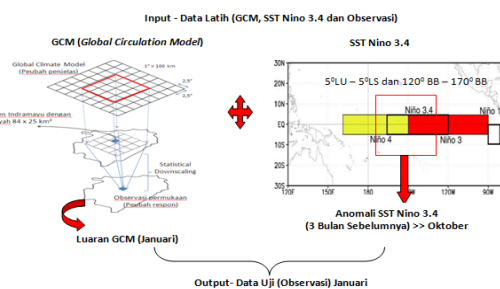
Pada penelitian ini atribut matriks inputan luaran GCM masih terlalu besar yakni 25 Grid, jika matriks luaran GCM tersebut langsung digunakan sebagai parameter input maka output yang dihasilkan akan mengandung autokorelasi, maka dilakukan reduksi dimensi spasial dari matriks luaran GCM dengan menggunakan PCA sehingga didapatkan atribut data matriks PCA sebesar 5 grid.

5. Perpaduan Luaran GCM dan Anomali SST Nino 3.4

Tahapan perpaduan parameter inputan pada penelitian ini menghasilkan parameter input untuk model *downscaling* sebanyak 6 variabel (5 atribut hasil PCA luaran GCM dan 1 atribut data anomali SST Nino 3.4). Data inputan yang digunakan dalam pemodelan data ini keseluruhan berjumlah 264 (22x12) data dengan atribut sebanyak 6 variabel. Pada

Pemodelan *Downscaling* Luaran Gcm dan (Aries Maesya)

penelitian ini pemodelan data dilakukan dengan menggabungkan parameter input luaran GCM dengan anomali SST Nino 3.4 menggunakan 3 (tiga) bulan sebelumnya dalam melakukan prediksi sebagai parameter masukan. Parameter masukan setiap musim tersebut masing-masing berjumlah 66 baris. Ilustrasi pemodelan data Luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi pemodelan data Luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4.

6. Pembagian Data menggunakan K-Fold Cross Validation

Tahapan selanjutnya yaitu membangun model SVR, dimana luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 akan berperan sebagai masukan serta data observasi berperan sebagai peubah *respons*. Pada penyusunan model SVR terlebih dahulu melakukan tahapan pembagian data. Pembagian data tersebut dilakukan dengan menggunakan teknik *k-fold cross validation*. *K-fold cross validation* merupakan salah satu variasi dari teknik *cross validation*. *K-fold cross validation* dilakukan untuk membagi *training set* dan *test set*. Inti validasi tipe ini adalah membagi data secara acak ke dalam *k* himpunan bagian (Tang *et al*, 2008). Berdasarkan teknik *k-fold cross validation* untuk seluruh data baik luaran GCM, anomali SST Nino 3.4 maupun observasi dibagi menjadi *k* subset, yaitu *S1*, *S2*, ..., *Sk*. Pada penelitian ini ditentukan nilai *k* sebesar 6. Proses pembagian data dilakukan secara acak dengan mempertahankan perbandingan jumlah baris data setiap kelas. Pada tahap pertama Pemodelan *Downscaling* Luaran Gcm dan

S1 sebagai data uji maka *S2*, *S3*, ..., *S6* dijadikan sebagai data pelatihan, dan selanjutnya tahapan tersebut dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali.

7. Pelatihan dan Pengujian Menggunakan Model SVR

Pada tahapan pelatihan ini menggunakan data latih dengan metode SVR terhadap masing-masing fungsi kernel (*Linear*, *Polynomial*, dan *Radial Basis Function* (RBF)). Penggunaan fungsi kernel berpengaruh pada model SVR yang dihasilkan. Apabila semakin optimal parameternya maka semakin baik model yang dihasilkan oleh model SVR. Proses pengujian ini menggunakan model SVR digunakan untuk mengestimasi nilai observasi.

8. Evaluasi dan Validasi Model

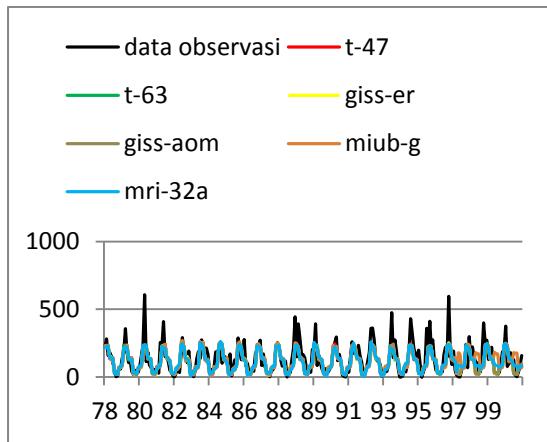
Tahapan ini digunakan untuk melihat kehandalan atau *performance* yang dihasilkan dari nilai prediksi dengan melakukan pengukuran ukuran error dan tingkat korelasi. Tahapan terakhir dari penelitian ini yaitu melakukan dokumentasi dan pelaporan akhir hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Downscaling Menggunakan Suport Vector Regression (SVR)

Pemodelan *downscaling* luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 menggunakan SVR ini menghasilkan penduga curah hujan terhadap 13 stasiun pemantauan curah hujan di Kabupaten Indramayu selama 22 tahun (1979-2000). Berdasarkan hasil ujicoba terhadap model pendugaan luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 serta observasi 13 stasiun pemantauan curah hujan menghasilkan suatu nilai pendugaan yang lebih baik jika melakukan perbandingan rata-rata hasil pengamatan stasiun hujan dengan rata-rata prediksi yang dihasilkan dari estimasi model SVR. Hasil estimasi observasi curah hujan bulanan berdasarkan luaran Pemodelan *Downscaling* Luaran Gcm dan (*Aries Maesya*)

GCM dan anomali SST Nino 3.4 disajikan pada gambar 5.



Gambar 4. Plot hasil estimasi observasi curah hujan bulanan berdasarkan luaran GCM-data anomali SST Nino 3.4.

Luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 yang telah dilakukan tahapan ujicoba menghasilkan sebuah model dengan nilai hasil estimasi yang memiliki kecenderungan sama yaitu hampir mendekati hasil dari data observasi. Oleh karena itu pola sebaran (distribusi) yang dihasilkan memiliki kemiripan satu sama lainnya. Akan tetapi apabila melihat nilai korelasi dan nilai *error* (RMSE dan MAEP) yang diperoleh dari nilai estimasi kombinasi luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 serta observasi maka dapat dilihat kombinasi data luaran GCM dan data anomali SST Nino 3.4 memiliki sebuah kinerja yang paling baik jika nilai *error* yang dihasilkan bernilai kecil dan nilai korelasinya bernilai besar. Sedangkan luaran GCM yang dipadukan dengan anomali SST Nino 3.4 dapat dikatakan memiliki kinerja yang kurang baik atau tidak maksimal apabila nilai *error* yang dihasilkan bernilai besar dan nilai korelasinya bernilai kecil sehingga pendugaan curah hujan menjadi tidak optimal. Nilai korelasi dan *error* dari estimasi dan observasi untuk setiap stasiun pemantauan curah hujan di Kabupaten

Indramayu dirata-ratakan seperti disajikan pada Tabel 1.

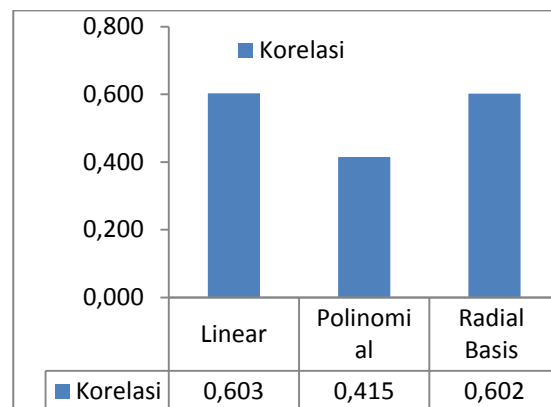
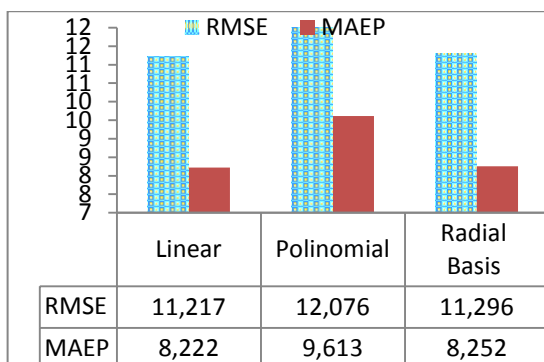
Tabel 1. Nilai *error*, korelasi validasi (*r*) berdasarkan fungsi kernel dan rataan masing-masing model pada kombinasi luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4

Luaran GCM-SST Nino 3.4	Fungsi Kernel	RMSE	MAE	r
t-47	Linear Kernel	10,937	8,102	0,630
	Polynomial Kernel	12,192	9,335	0,410
	Radial Basis Kernel	11,136	8,213	0,605
t-63	Linear Kernel	11,233	8,210	0,605
	Polynomial Kernel	12,061	9,349	0,401
	Radial Basis Kernel	11,197	8,199	0,609
Giss - er	Linear Kernel	11,029	8,133	0,626
	Polynomial Kernel	11,558	9,335	0,455
	Radial Basis Kernel	11,191	8,191	0,612
Giss - aom	Linear Kernel	10,988	8,133	0,624
	Polynomial Kernel	11,290	9,419	0,478
	Radial Basis Kernel	11,177	8,192	0,612
Miub - g	Linear Kernel	11,888	8,559	0,550
	Polynomial Kernel	13,450	10,488	0,328
	Radial Basis Kernel	11,914	8,514	0,561
Mri - 32a	Linear Kernel	11,228	8,293	0,586
	Polynomial Kernel	11,905	9,754	0,419
	Radial Basis Kernel	11,159	8,200	0,611

Secara umum berdasarkan penjelasan Tabel 1 dapat diperoleh kesimpulan mengenai peringkat ataupun urutan kinerja dari masing-masing luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4. Pelatihan dan pengujian menggunakan model SVR antara lain *linear kernel*, *polynomial kernel* dan *rbf kernel*. Hasil pengujian tersebut memperoleh hasil yang sama yaitu nilai *error* yang paling terendah dan nilai korelasi validasi tertinggi adalah luaran GCM dan SST Nino 3.4 model t-47. Sedangkan nilai *error* yang paling tertinggi dan nilai korelasi validasi terendah adalah luaran GCM dan SST Nino 3.4 model miub-g. Sehingga dapat disimpulkan urutan berdasarkan kinerja luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 dalam pendugaan curah hujan bulanan dari kinerja tertinggi sampai dengan terendah yaitu model t-47, model giss-er, model giss-aom, model mri-32a, model t-63, dan model miub-g.

Kinerja Model Berdasarkan Fungsi Kernel SVR

Hasil analisis kinerja fungsi kernel SVR dapat diperoleh dengan melakukan pengamatan terhadap ukuran *error* dan korelasi. Dimana analisis kinerja fungsi kernel SVR dilakukan terhadap 6 (enam) luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 terhadap data observasi 13 stasiun pemantauan curah hujan bulanan di Kabupaten Indramayu. Hasil nilai *error* dan korelasi fungsi kernel SVR terhadap semua luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil nilai rata-rata *error* dan korelasi validasi model berdasarkan kinerja fungsi kernel dari semua luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4.

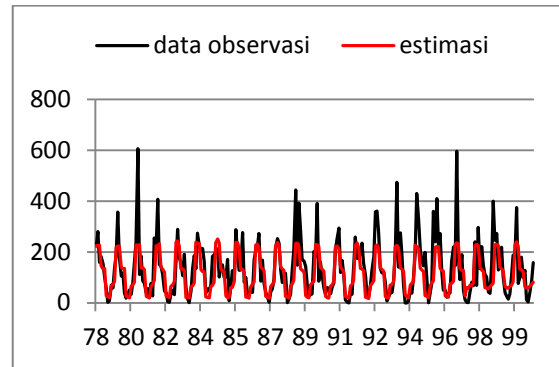
Hasil Prediksi Untuk Setiap Stasiun Hujan

Pelatihan dan pengujian semua luaran GCM dan anomali SST Nino 3.4 terhadap setiap stasiun curah hujan menghasilkan ukuran *error* dan nilai korelasi untuk setiap stasiun hujan. Berdasarkan pelatihan dan pengujian tersebut, menghasilkan nilai estimasi rata-rata yang berbeda-beda untuk setiap stasiun hujan. Hasil rata-rata estimasi model yang dirata-ratakan didapatkan nilai ukuran *error* terendah dan validasi korelasi tertinggi yaitu stasiun hujan Bondan. Dimana Bondan memiliki nilai korelasi sebesar 0.700. Sedangkan stasiun pemantauan curah hujan Krangkeng merupakan stasiun curah hujan yang memiliki hasil estimasi terendah dengan rata-rata nilai korelasi 0.455. Rataan korelasi dan nilai *error* antara data estimasi dan observasi curah hujan bulanan di Kabupaten Indramayu secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

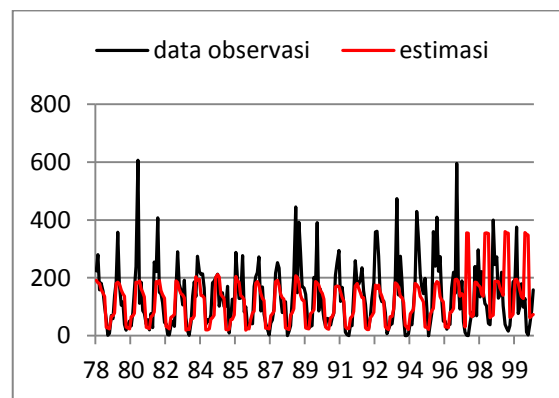
Tabel 2. Rataan korelasi dan nilai *error* antara data estimasi dan observasi curah hujan bulanan di Kabupaten Indramayu

Stasiun	Linear Kernel		
	Korelasi	RMSE	MAEP
bangkir	0,573	14,238	9,667
bondan	0,700	9,422	8,159
cidempet	0,603	11,009	8,289
cikedung	0,640	10,176	8,293
jatibarang	0,641	11,243	7,994
jatinyuat	0,588	11,803	8,239
kedokan	0,483	12,806	8,337
krangkeng	0,455	13,067	8,685
lohbenar	0,675	10,118	7,847
sudikampiran	0,629	10,050	7,545
sudimampir	0,578	11,727	7,898
sukadana	0,668	9,302	7,868
sumurwatu	0,611	10,844	8,280

Hasil estimasi perbandingan antara hasil observasi pada stasiun Bondan dengan hasil prediksi menunjukkan pola yang mengikuti hasil observasinya. Akan tetapi pada titik-titik dengan jumlah curah hujan yang ditunjukkan pada data observasi seperti disajikan pada gambar6, Pada data observasi tersebut terdapat beberapa titik ekstrim seperti pada titik tahun 1980, dan antara tahun 1996-1997 serta titik lainnya berada diatas nilai maksimum yang dihasilkan dari estimasi model SVR. Sedangkan stasiun Krangkeng terdapat beberapa hasil estimasi yang masih jauh mengikuti pola observasi seperti disajikan pada gambar7, Hal ini disebabkan banyaknya variasi titik ekstrim sehingga menghasilkan pendugaan yang kurang bagus. Dan lokasi atau titik stasiun pengamatan curah hujan Krangkeng yang berada dekat dengan laut menyebabkan hasil rataannya nilai korelasi yang dihasilkan stasiun Krangkeng lebih kecil dari nilai korelasi yang dihasilkan oleh stasiun Bondan.



Gambar 6 Grafik perbandingan hasil observasi pada stasiun Bondan dengan hasil estimasi.



Gambar 7 Grafik perbandingan hasil observasi pada stasiun Krangkeng dengan hasil estimasi.

Berdasarkan hasil pola distribusi ukuran *error* dan nilai korelasi juga sedikit berpengaruh karena lokasi atau titik stasiun pengamatan curah hujan tersebut. Hasil sebaran nilai korelasi stasiun pengamatan yang berada dekat dengan laut (Sudimampir, Jatinyuat, Krangkeng, Kedokan Bunder) memiliki kecenderungan nilai korelasi yang rendah. Sedangkan lokasi stasiun pengamatan curah hujan yang jauh dari laut (Bangkir, Cidempet, Lohbenar, Sukadana, Bondan, Sudikampiran, Cikedung) cenderung memiliki nilai korelasi yang lebih tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model t-47 merupakan model paling baik untuk melakukan prediksi curah hujan bulanan di wilayah Kabupaten Indramayu, sedangkan GCM miub-g merupakan model luaran GCM yang memiliki kinerja paling rendah untuk melakukan prediksi curah hujan bulanan.
2. Hasil prediksi stasiun pemantauan curah hujan yang memiliki rataan estimasi korelasi tertinggi yaitu wilayah Bondan dengan nilai korelasi sebesar 0.700 sedangkan rataan estimasi korelasi terendah yaitu wilayah Krangkeng sebesar 0.455.
3. Hasil prediksi terhadap 13 stasiun pemantauan curah hujan yang didapatkan cenderung mengikuti pola yang dihasilkan oleh data observasi. Akan tetapi masih terdapat kelemahan, yaitu pada beberapa titik ekstrim, hasil prediksi belum sensitif menangkap pola ekstrim tersebut.
4. Lokasi pengamatan cukup mempengaruhi nilai korelasi.

SARAN

Penelitian ini menggunakan jumlah grid GCM domain 5x5. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mencoba memilih rentang grid GCM selain 5x5. Jumlah siklus atau periode data observasi dan data model GCM yang digunakan untuk pelatihan disarankan lebih banyak. Penambahan parameter masukan model GCM atau SST yang lain seperti SST Nino 3, SST Nino 4, SST *Indian Ocean Dipole Mode* (IODM) sebagai parameter input. Untuk menangkap pola ekstrim disarankan mencoba membuat model berbeda dalam

kasus pola titik ekstrim dan untuk peubah SST disarankan mengambil variabel anomali SST berdasarkan *variability*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agmalaro, M.A. 2011. *Pemodelan Statistical Downscaling Menggunakan Suport Vector Regression.* [Tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Buono, A. *et al.* 2010. *A Neural Network Architecture for Statistical Downscaling Technique : A Case Study in Indramayu District.* Dipublikasi dalam *International Conference, The Quality Information for Competitive Agricultural Based Production System and Commerce* (AFITA). <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/41728> [23 Mei 2011].
- Boer R. dan Subiah A.P. 2003. *Agricultural drought in Indonesia. In Agriculture and Drought.* UK: Oxford University Press.
- Ramage C.S. 1971. *Monsoon Meteorology.* Academic Press Inc., International Geophysics Series, Vol. 15
- Muttaqin, M. 2011. *Pengembangan Metodologi Downscaling Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan.* [Tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- NOAA. 2012. *El-Nino Regions.* http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/nino_regions. [15 Januari 2012]
- Philander S.G. 1992. *El Nino, La Nina, and Southern Oscillation.* Academic Press Inc., San diego, California, USA.
- Pramudia, Aris. 2002. *Analisis Sensitivitas Tingkat Kerawanan Produksi Padi*

- di Pantai Utara Jawa Barat Terhadap Kekeringan dan El-Nino. [Tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Smola, A.J., and Scholkopf, B. 2003. "A Tutorial on Support Vector Regression", NeuroCOLT, Technical Report NC-TR-98-030, Royal Holloway College, University of London, UK.
- Sutikno. 2008. Statistical Downscaling Luaran GCS dan Permanfaatannya untuk Peramalan Produksi Padi. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.
- Wigena A.H. 2006. Pemodelan Statistical Downscaling dengan *Regresi Projection Pursuit* untuk Peramalan Curah Hujan. [Disertasi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Wilby RL, Wigley TML. 1997. Down scaling general circulation model output : A review of methods and limitations. *Progress in Physical Geography*, 21,4:530-548.