

**ANALISIS KORELASI CURAH HUJAN DAN SUHU PERMUKAAN LAUT WILAYAH
INDONESIA, SERTA IMPLIKASINYA UNTUK PRAKIRAAN CURAH HUJAN
(STUDI KASUS KABUPATEN CILACAP)**

**(Correlation Analysis of Rainfall and Indonesia Sea Surface Temperature, and Its
implications on Rainfall Prediction : Cilacap case study)**

W. Estiningtyas¹, F.Ramadhani¹ dan E. Aldrian²

¹Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Badan Litbang Pertanian

² adan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)

ABSTRAK

Penurunan curah hujan yang cukup signifikan akibat iklim ekstrim telah membawa dampak yang cukup signifikan pula pada sektor pertanian, terutama produksi tanaman pangan. Hal ini menjadi salah satu alasan yang mendorong semakin berkembangnya model-model prakiraan hujan sebagai upaya antisipasi terhadap kejadian iklim ekstrim. Model prakiraan hujan yang pada awalnya hanya berbasis pada data time series, kini telah berkembang dengan memperhitungkan aspek anomali iklim, seperti model prakiraan hujan dengan metode filter Kalman. Salah satu indikator global yang dapat digunakan sebagai indikator anomali iklim adalah suhu permukaan laut. Dari berbagai hasil penelitian diketahui bahwa suhu permukaan laut ini memiliki keterkaitan dengan kejadian curah hujan. Hubungan curah hujan Indonesia dengan suhu permukaan laut global sudah banyak diketahui, tetapi keterkaitannya dengan suhu permukaan laut wilayah Indonesia belum banyak mendapat perhatian, terutama untuk curah hujan pada cakupan yang lebih sempit seperti kabupaten. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang mengkaji hubungan kedua parameter tersebut serta mengaplikasikannya untuk prakiraan curah hujan pada wilayah Kabupaten. Hasil penelitian berdasarkan data suhu permukaan laut wilayah Indonesia rata-rata Januari 1982 hingga Mei 2006 menunjukkan zona dengan suhu lebih dari 27,6 °C yang dominan pada bulan Januari-Mei dan bergerak dengan pola yang cukup jelas. Korelasi spasial antara curah hujan kabupaten Cilacap dengan SPL wilayah Indonesia rata-rata bulan Januari-Desember menunjukkan korelasi positif tertinggi antara 0,30 hingga 0,50 dengan zona SPL yang beragam. Korelasi tertinggi terjadi pada bulan Maret dan Juli. Sedangkan korelasi negatif berkisar antara -0,30 hingga -0,70 dengan korelasi negatif tertinggi pada bulan Mei dan Juni. Validasi model prakiraan hujan menghasilkan nilai koefisien korelasi 85,73%, fits model 20,74%, r^2 sebesar 73,49%, RMSE 20,5% dan standar deviasi 37,96. Hasil prakiraan hujan bulanan periode Januari-Desember 2007 mengindikasikan pola curah hujan yang tidak jauh berbeda dengan rata-rata selama 19 tahun (1988-2006) dengan jeluk hujan kurang dari 100 mm/bulan. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa SPL wilayah Indonesia dapat digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan kondisi curah hujan di suatu wilayah (kabupaten), artinya curah hujan dapat diprediksi berdasarkan perubahan SPL pada zona-zona dengan korelasi yang tertinggi pada setiap bulannya.

Kata Kunci : Curah Hujan, Suhu Permukaan Laut, Korelasi, Validasi, Prediksi, Filter Kalman

Penyerahan naskah: 10 September 2007

Diterima untuk diterbitkan : 11 November 2007

ABSTRACT

Significant decrease in rainfall caused extreme climate has significant impact on agriculture sector, especially food crops production. It is one of reason and push developing of rainfall prediction models as anticipate from extreme climate events. Rainfall prediction models develop base on time series data, and then it has been included anomaly aspect, like rainfall prediction model with Kalman filtering method. One of global parameter that has been used as climate anomaly indicator is sea surface temperature. Some of research indicate, there are relationship between sea surface temperature and rainfall. Relationship between Indonesian rainfall and global sea surface temperature has been known, but its relationship with Indonesian's sea surface temperature not know yet, especially for rainfall in smaller area like district. So, therefore the research about relationship between rainfall in distric area and Indonesian's sea surface temperature and it application for rainfall prediction is needed. Based on Indonesian's sea surface temperature time series data Januari 1982 until Mei 2006 show there are zona of Indonesian's sea surface temperature (with temperature more than 27,6 °C) dominan in Januari-Mei and moved with specific pattern. Highest value of spasial correlation beetwen Cilacap's rainfall and Indonesian's sea surface temperature is 0,30 until 0,50 with different zona of Indonesian's sea surface temperature. Highest positive correlation happened in March and July. Negative correlation is -0,30 until -0,70 with highest negative correlation in May and June. Model validation resulted correlation coefficient 85,73%, fits model 20,74%, r^2 73,49%, RMSE 20,5% and standart deviation 37,96. Rainfall prediction Januari-Desember 2007 period indicated rainfall pattern is near same with average rainfall pattern, rainfall less than 100/month. The result of this research indicate Indonesian's sea surface temperature can be used as indicator rainfall condition in distric area, that means rainfall in district area can be predicted based on Indonesian's sea surface temperature in zona with highest correlation in every month.

Keyword: Rainfall, Sea Surface Temperature, Correlation, Validation, Prediction, Kalman Filtering

PENDAHULUAN

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang sangat berpengaruh terhadap sektor pertanian. Pola distribusi hujan serta besarnya curah hujan sangat menentukan tipikal aktifitas pertanian. Keteraturan pola dan distribusi curah hujan di suatu wilayah merupakan jaminan berlangsungnya aktifitas pertanian. Namun kondisi ini akan mengalami kekacauan manakala terjadi fenomena iklim ekstrim seperti El Nino, La Nina maupun Dipole Mode.

El Nino dan La Nina merupakan salah satu fenomena global yang kemunculannya dapat diprakirakan berdasarkan indikasi-indikasi dari beberapa parameter global seperti suhu permukaan laut (SPL). Jumlah penerimaan curah hujan yang turun pada jangka waktu tertentu di suatu wilayah diduga berhubungan dengan perubahan SPL. Fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) merupakan salah satu contoh nyata bahwa perubahan SPL berpengaruh terhadap curah hujan. Pada saat terjadi El Nino yang merupakan fase hangat dari ENSO, terjadi kenaikan SPL dari normalnya di bagian tengah dan timur Samudera Pasifik tropik sehingga menyebabkan meningkatnya penerimaan curah hujan di wilayah Peru, Chili dan Ekuador. Sebaliknya di wilayah Indonesia, Papua Nugini dan sebagian Filipina mengalami penurunan penerimaan curah hujan dengan SPL yang mengalami penurunan dari kondisi normalnya (Philander, 1983).

Perubahan SPL diketahui memiliki pengaruh yang besar terhadap variabilitas curah hujan dan diduga hal ini terkait dengan perubahan pola anomali SPL tersebut baik secara spasial maupun temporal. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ada keterkaitan yang cukup jelas antara fenomena SPL dengan kejadian hujan di suatu wilayah. Hendon (2003) menyatakan bahwa variabilitas SPL Nino 3.4 mempengaruhi 50% variasi curah hujan seluruh Indonesia sedangkan variabilitas SPL di Laut India 10-15%. Pendapat ini diperkuat dengan hasil penelitian Prabowo & Nicholls dalam Faqih (2004) yang menyatakan bahwa iklim Indonesia dan Australia sangat berkaitan erat dengan wilayah Nino 3 dan 4. Menurut Boer, et al (1999) anomali suhu permukaan laut di wilayah Nino 3.4 (170°-120° BB, 5°LU-5°LS) memiliki hubungan yang lebih kuat terhadap anomali curah hujan bulanan dibandingkan dengan anomali suhu permukaan laut di zona lain. Selanjutnya Aldrian dan Susanto (2003) menghubungkan kedua parameter tersebut secara lebih detail, yaitu dengan mengkorelasikan curah hujan Indonesia pada 3 wilayah (*region*) hujan (monsunal, ekuatorial dan lokal) dengan SPL lokal dan SPL wilayah. Hubungan yang erat antara kedua parameter tersebut memberikan indikasi yang baik sehingga memberikan peluang untuk memanfaatkannya menjadi informasi yang lebih aplikatif. Salah satu informasi tersebut adalah prakiraan curah hujan yang spesifik lokasi.

Selama ini prakiraan curah hujan lebih banyak difokuskan pada skala global dan regional, sedangkan pada wilayah yang lebih kecil seperti Propinsi atau Kabupaten masih relatif kurang. Demikian juga dengan kajian yang menyangkut hubungan curah hujan dengan SPL pada wilayah yang lebih kecil seperti Indonesia masih sangat kurang, karena selama ini lebih banyak difokuskan pada SPL global. Sementara terkait dengan otonomi daerah, prakiraan hujan pada skala kabupaten ini menjadi kebutuhan yang cukup penting bagi perencanaan di daerah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang mengkaji hubungan kedua parameter tersebut serta implikasinya untuk prakiraan curah hujan pada wilayah yang lebih kecil seperti Kabupaten.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana keterkaitan antara curah hujan dengan SPL wilayah Indonesia dengan menggunakan analisis korelasi spasial serta mengaplikasikannya untuk prakiraan curah hujan bulanan berdasarkan zona SPL di wilayah Indonesia yang memiliki korelasi tinggi dengan curah hujan di Kabupaten Cilacap.

BAHAN DAN METODE

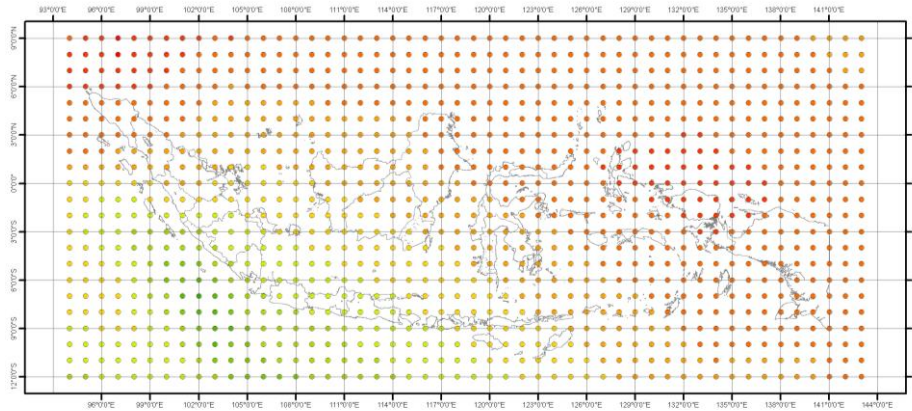
Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : 1) data grid SPL global dengan resolusi 1° lintang x 1° bujur yang bersumber dari NOAA, 2) grid data SPL dengan resolusi 1° lintang x 1° bujur pada wilayah Indonesia yang dibatasi pada posisi geografi 09°LU-12°LS dan 93°BT-144°BT, 3) data curah hujan bulanan 24 stasiun di seluruh kabupaten Cilacap, dengan periode data 1988-2006.

Analisis Korelasi

Dalam penelitian ini, hubungan antara curah hujan dan SPL wilayah Indonesia dipelajari dengan mengambil salah satu kabupaten sentra pangan di Jawa Tengah sebagai wilayah studi, yaitu Kabupaten Cilacap. Hubungan antara curah hujan Kabupaten Cilacap dengan SPL wilayah Indonesia diketahui berdasarkan analisis korelasi antara kedua parameter tersebut. Analisis korelasi dilakukan untuk setiap bulan (Januari-Desember). Data SPL wilayah Indonesia diperoleh

berdasarkan data SPL global. Dari SPL global selanjutnya dipilih atau dipotong sesuai garis lintang dan bujur wilayah Indonesia (09°LU - 12°LS dan 93°BT - 144°BT) sehingga diperoleh beberapa grid data SPL (Gambar 1). Korelasi yang dihasilkan berupa nilai koefisien korelasi spasial di wilayah Indonesia yang menyatakan keeratan hubungan kedua parameter tersebut. Proses analisis dilakukan dengan perangkat lunak *Grid Analysis and Display System (GrADS)* dan *Matlab 6 Rel. 13*.



Gambar 1. Grid SPL wilayah Indonesia

Prediksi Curah Hujan Bulanan

Dari hasil korelasi yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menyusun model prakiraan hujan bulanan. Data SPL pada zona yang menghasilkan nilai koefisien korelasi tertinggi pada setiap bulan (Januari-Desember) dipilih sebagai input model. Prakiraan curah hujan bulanan dilakukan dengan metode Filter Kalman. Dalam penelitian ini teknik saringan Kalman (Kalman, 1960) yang dimodifikasi digunakan untuk memodel prediksi curah hujan berdasarkan seri data curah hujan dan suhu permukaan laut wilayah Indonesia. Prediksi curah hujan dengan metode filter Kalman dilakukan dengan fasilitas *System Identification Toolbox* dalam Program *Matlab* Versi 6.5 Rel 13, yaitu : suatu sistem yang memungkinkan untuk membangun model matematika dari suatu sistem dinamik berdasarkan data pengukuran. Proses ini dilakukan dengan mengatur parameter dalam model yang diberikan sedemikian rupa sehingga output yang dihasilkan mirip atau menyerupai output yang terukur (*measured output*). Performa model ditunjukkan melalui beberapa nilai hasil validasi, antara lain : koefisien korelasi (r) validasi, r model, *Root Mean Square Error (RMSE)*, *fits* model dan standar deviasi. Sebagai pembandingan digunakan juga data SPL Nino 3.4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

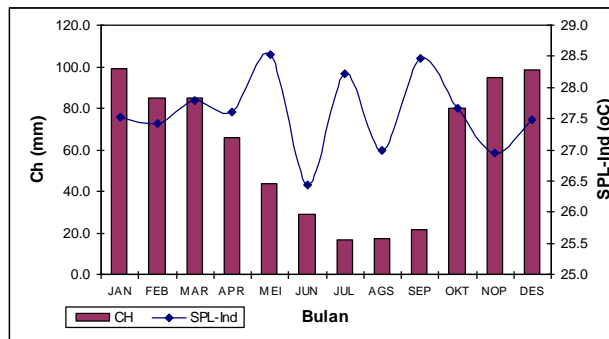
Curah Hujan Kabupaten Cilacap

Berdasarkan topografinya wilayah Cilacap bagian barat pada umumnya berbukit dengan ketinggian 23 -198 dpl, wilayah Cilacap bagian tengah pada umumnya datar dan sebagian berbukit dengan ketinggian antara 8 -75 dpl, wilayah Cilacap bagian timur pada umumnya datar dengan

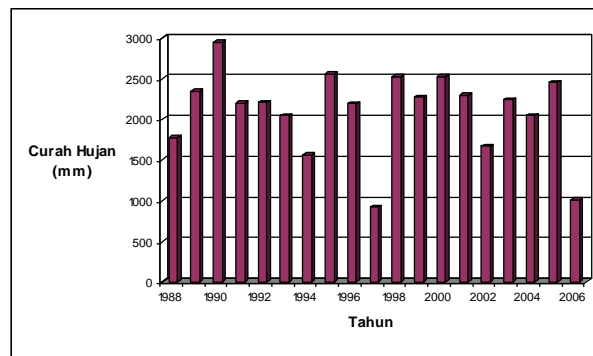
ketinggian 8 -10 dpl, dan wilayah Cilacap bagian selatan pada umumnya datar landai yang merupakan daerah pantai dengan ketinggian rata-rata 6 dpl.

Kondisi Iklim pada umumnya termasuk beriklim tipe B (Smith dan Ferguson). Rata-rata curah hujan dari 24 stasiun selama periode 1988-2006 (19 tahun) adalah 736 mm/th. Bulan basah (Oktober-Maret) dengan curah hujan 80-100 mm/bulan, sedangkan bulan kering (April-September) dengan curah hujan kurang dari 70 mm/bulan. Berdasarkan suhu wilayah bagian barat bervariasi yaitu antara 20 °C – 28 °C, sedangkan temperatur udara di wilayah cilacap bagian tengah, timur dan selatan antara 28 °C – 31 °C, serta banyak di pengaruhi udara laut.

Berdasarkan data curah hujan rata-rata bulanan 1988-2006, maka pola curah hujan di kabupaten Cilacap adalah monsunial, dengan puncak hujan pada bulan Januari (100 mm) dan curah hujan terendah pada bulan Juli (20 mm). Sedangkan penyebaran SPL wilayah Indonesia relatif berfluktuasi, dengan suhu tertinggi pada bulan Mei/September sekitar 28,5°C, dan terendah pada bulan Juni sekitar 26,5°C (Gambar 2). Fluktuasi curah hujan tahunan sangat beragam. Gambar 3 menunjukkan penurunan jumlah curah hujan yang cukup signifikan pada tahun 1997, yaitu sebesar 923 mm dari rata-rata curah hujan sebesar 2094 mm. Menurut Saji *et al.* (1999) tahun 1997 merupakan tahun kering karena pada saat tersebut berlangsung fenomena El Nino yang sekaligus merupakan tahun kejadian *Indian Ocean Dipole Mode (IODM)* positif di Samudera Hindia.



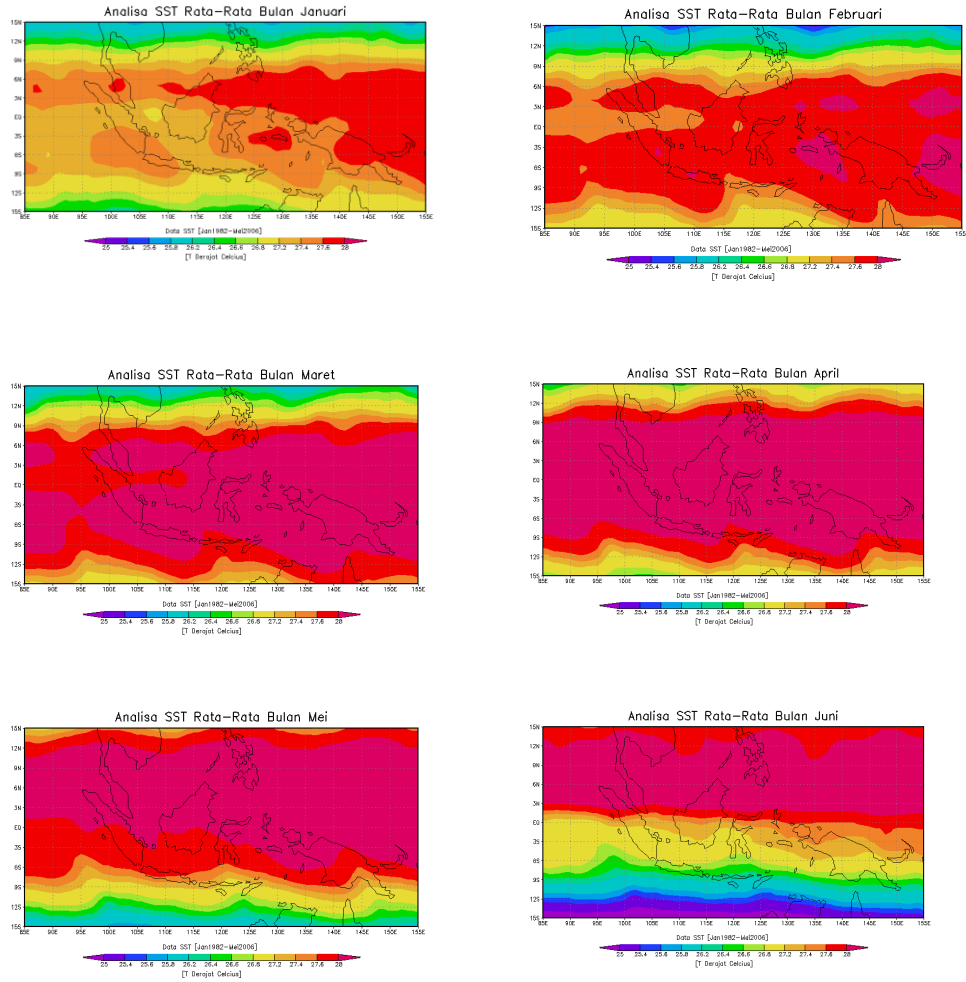
Gambar 2. Rata-rata curah hujan bulanan Kabupaten Cilacap dan SPL-Indonesia periode 1988-2006



Gambar 3. Rata-rata curah hujan tahunan Kabupaten Cilacap 1988-2006

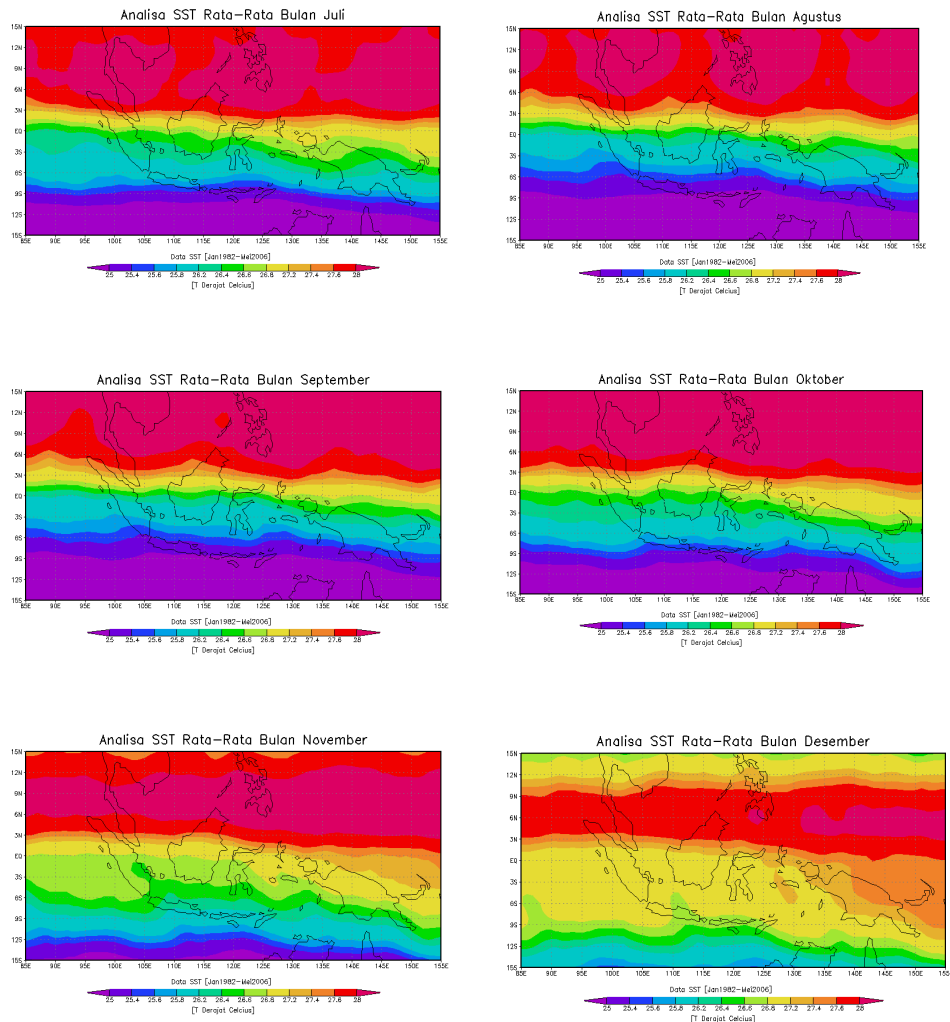
SPL Wilayah Indonesia

Perkembangan SPL wilayah Indonesia rata-rata setiap musim dari Januari 1982 sampai dengan Mei 2006 berdasarkan data SPL global menunjukkan pergerakan zona SPL yang cukup jelas (Gambar 4 dan 5). Zona SPL yang ditandai dengan suhu muka laut yang relatif lebih tinggi dari yang lain (lebih dari 27,6°C) terlihat pergerakannya mulai dari bulan Januari hingga Mei dominan di wilayah Indonesia yang merupakan pusat tekanan rendah sehingga menyebabkan masa udara terkonsentrasi di wilayah tersebut yang biasanya ditandai dengan curah hujan yang cukup tinggi.



Gambar 4. Penyebaran SPL wilayah Indonesia rata-rata Januari-Juni

Selanjutnya zona SPL tersebut bergerak ke arah utara mulai bulan Juni hingga September dan pada umumnya curah hujan di wilayah Indonesia berkurang, yang selanjutnya bergerak kembali ke arah selatan dan di Indonesia mulai lagi musim hujan. Siklus ini akan berulang setiap tahun dengan teratur apabila tidak terjadi anomali iklim. Apabila terjadi anomali iklim, maka siklus tersebut akan mengalami pergeseran sehingga menyebabkan ketidakteraturan pola hujan di Indonesia.



Gambar 5. Penyebaran SPL wilayah Indonesia rata-rata Juli-Desember

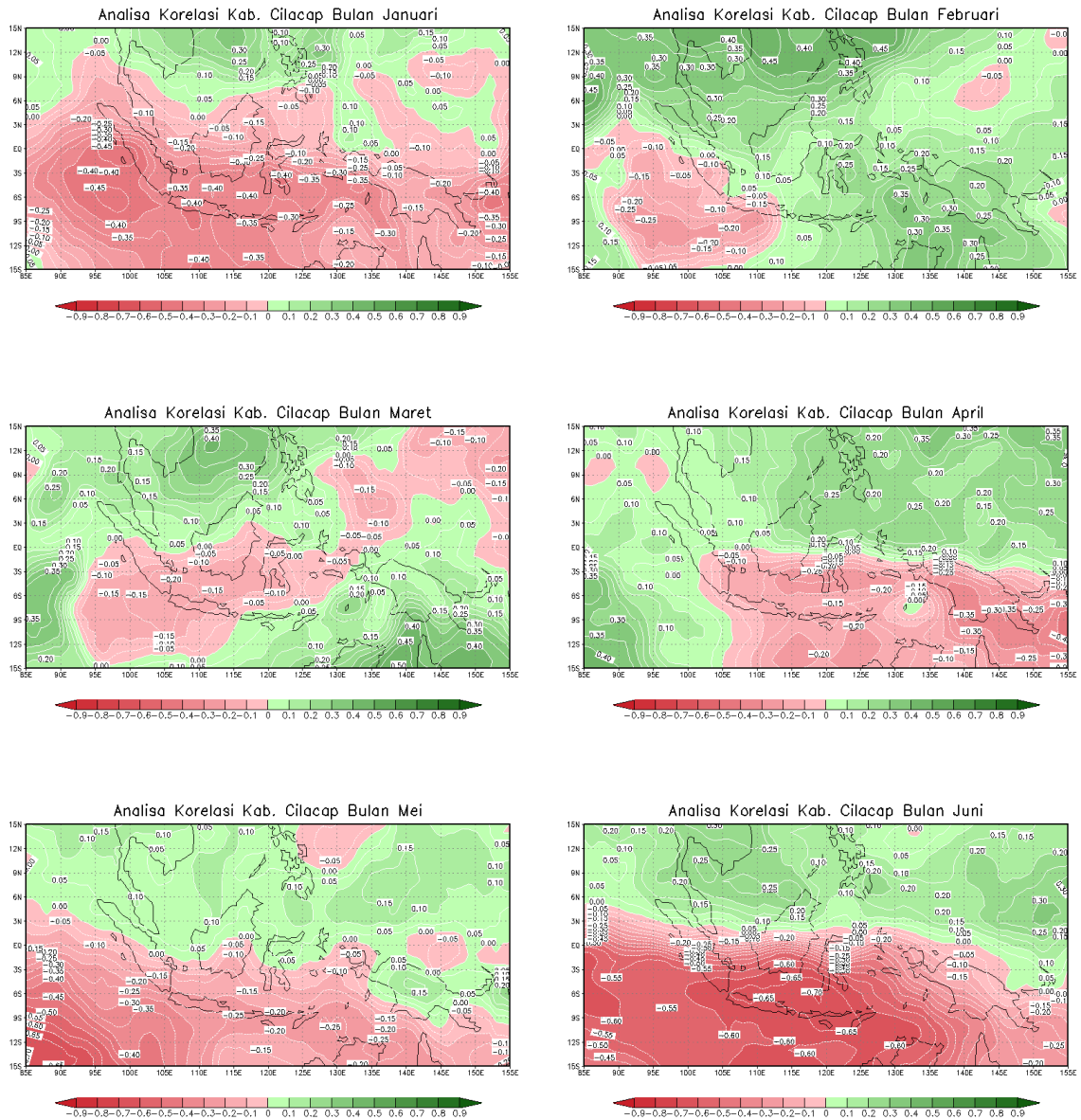
Keterkaitan Curah Hujan dengan SPL Wilayah Indonesia

Hasil analisis korelasi antara curah hujan kabupaten Cilacap dengan SPL wilayah Indonesia pada setiap bulannya menunjukkan nilai koefisien korelasi yang beragam. Demikian juga dengan zona SPL yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi terlihat cukup beragam pula penyebarannya (Gambar 6 dan 7). Dari penyebaran nilai koefisien korelasi terlihat adanya keterkaitan antara curah hujan kabupaten Cilacap dengan SPL wilayah Indonesia. Namun dari beberapa zona menunjukkan respon berupa korelasi positif dan korelasi negatif. Korelasi positif menunjukkan bahwa peningkatan SPL pada zona tersebut berkaitan dengan meningkatnya curah hujan pada bulan yang bersangkutan. Sedangkan korelasi negatif menunjukkan bahwa peningkatan SPL pada zona tersebut berkaitan dengan menurunnya curah hujan pada bulan yang bersangkutan.

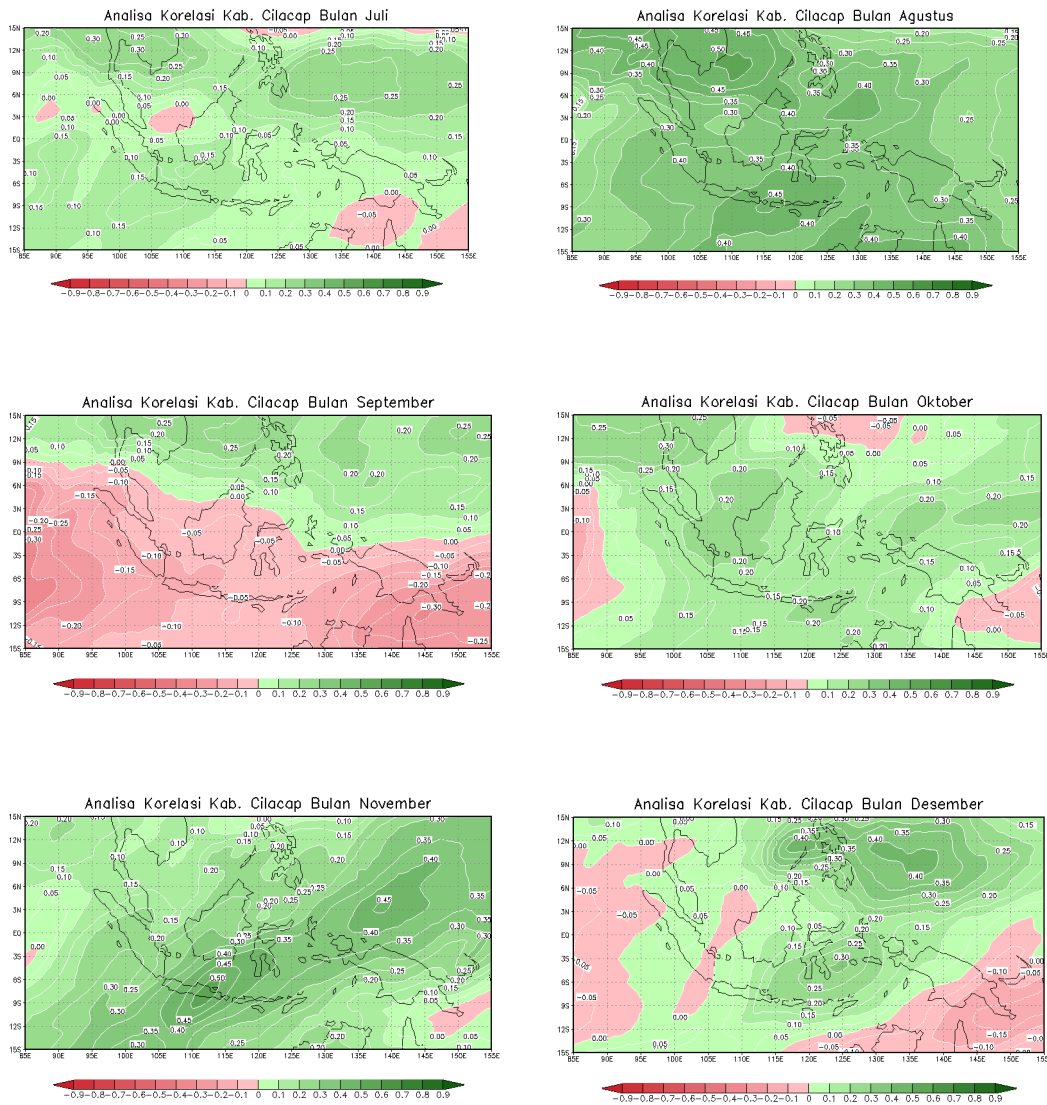
Pada bulan Januari korelasi positif tertinggi diperoleh sebesar 0,3. Zona ini terletak di laut Cina Selatan sebelah utara Kalimantan atau bagian timur Pilipina. Pada bulan Februari korelasi tertinggi sebesar 0,45 terjadi di laut Cina Selatan hingga laut Philipina dan sebagian kecil bagian barat Sumatera. Pada bulan Maret, korelasi tertinggi diperoleh pada nilai +0,50 yang terjadi di bagian selatan Papua, laut Arafura hingga bagian timur laut Australia. Pada bulan April terlihat bahwa sebagian besar zona menghasilkan nilai korelasi positif dengan nilai tertinggi sebesar 0,40 pada zona jauh di sebelah barat daya Sumatera tepatnya di Samudera Hindia. Sedangkan korelasi negatif tertinggi (-0,40) terjadi di sebelah timur Papua New Guinea. Bulan Mei nilai korelasi positif tertinggi hanya 0,15 yang terjadi di utara Papua yang merupakan bagian barat dari Samudera Pasifik, tetapi korelasi negatif bisa mencapai 0,70 yang merupakan nilai korelasi tertinggi yang terjadi jauh di bagian barat daya Sumatera atau Samudera Hindia. Pada bulan Juni korelasi tertinggi (-0,70) tersebut bergerak ke arah timur laut hingga di sebelah utara Pulau Jawa (laut Jawa). Sementara korelasi positif (+0,30) terjadi di Samudera Pasifik bagian barat atau timur laut Papua (Gambar 6).

Korelasi curah hujan dan SST Indonesia pada bulan Juli, menghasilkan nilai korelasi tertinggi +0,50 terjadi di zona barat laut Sumatera (laut Andaman), sedangkan korelasi negatif tertinggi (-0,30) terdapat di bagian selatan Kalimantan/ laut Jawa. Dominasi korelasi negatif terlihat pada bulan Agustus, dengan nilai korelasi tertinggi -0,55 terjadi di zona bagian tenggara Sulawesi/laut Banda.

Pada bulan September korelasi relatif rendah baik korelasi positif maupun negatif. Korelasi positif hanya sebesar +0,30 pada zona bagian utara Kalimantan atau laut Cina Selatan, dan korelasi negatif juga -0,30 pada zona barat laut Sumatera. Pada bulan Oktober zona dengan nilai korelasi negatif makin meluas tetapi nilainya rendah. Korelasi positif tertinggi +0,40 terjadi di Samudera Pasifik atau timur laut Papua. Pada bulan Nopember korelasi positif tertinggi (+0,35) terdapat dua zona yaitu timur laut Sumatera/selat Malaka dan di samudera Pasifik. Untuk korelasi negatif (-0,45) juga terjadi di Samudera Pasifik atau timur laut Papua. Pada bulan Desember korelasi negatif memberikan nilai lebih tinggi dibandingkan korelasi positif, masing-masing adalah -0,55 dan +0,35. Korelasi positif terjadi di laut Cina Selatan dan untuk yang negatif terjadi di bagian barat Sulawesi selatan atau sebelah timur Kalimantan Selatan, tepat di laut antara Kalimantan dan Sulawesi bagian selatan (Gambar 7).



Gambar 6. Korelasi antara curah hujan Kabupaten Cilacap dan SPL wilayah Indonesia pada bulan Januari-Juni.



Gambar 7. Korelasi antara curah hujan Kabupaten Cilacap dan SPL wilayah Indonesia pada bulan Juli-Desember.

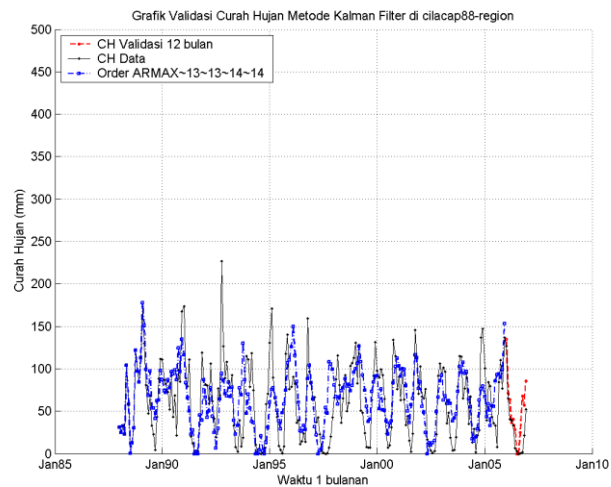
Berdasarkan hasil korelasi curah hujan Kabupaten Cilacap dengan SST wilayah Indonesia rata-rata bulan Januari-Desember tersebut di atas menunjukkan bahwa korelasi positif tertinggi berkisar antara 0,30 hingga 0,50 dan negatif -0,30 hingga -0,70 dengan zona korelasi tertinggi yang beragam. Korelasi positif yang cukup tinggi (0,50) terjadi pada bulan Maret dan Juli, sedangkan korelasi negatif yang cukup tinggi (0,70) terjadi pada bulan Mei dan Juni.

Sebagai pembanding, hasil penelitian Aldrian dan Susanto (2003) yang mengkorelasikan antara curah hujan di 3 tipe hujan (monsunal, ekuatorial dan lokal) dengan SST global menunjukkan bahwa pengaruh SST berbeda-beda untuk setiap musim dan setiap wilayah hujan. Korelasi yang cukup tinggi (0.45-0.6) terjadi pada periode Juni-November. Dengan data curah hujan Indonesia dan SST Indo Pasifik periode 1951-1997, Aldrian dan Susanto (2003) menyimpulkan bahwa anomali curah hujan pada musim kemarau adalah koheren dan berkorelasi kuat dengan variasi ENSO di Pasifik, sebaliknya pada musim hujan korelasi tersebut lemah (Haylock-McBride, 2001).

Hasil ini didukung oleh penelitian Estiningtyas (2005) yang menunjukkan koefisien korelasi antara curah hujan dan SST Nino 3.4 pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan pada musim hujan baik di wilayah monsunal maupun ekuatorial. Di wilayah monsunal, koefisien korelasi pada musim hujan sebesar 80,82% dan pada musim kemarau 99,35%. Sedangkan pada wilayah ekuatorial, koefisien korelasi musim hujan 93% dan musim kemarau 98,93%. Menurut Boer, *et al* (1999) pada musim kemarau, anomali SST yang mencapai $+1^{\circ}\text{C}$ sudah menyebabkan curah hujan turun sampai di bawah normal. Kesimpulan yang sama juga diperoleh dari hasil penelitian Las (2004) yang menyatakan bahwa korelasi anomali curah hujan dengan anomali SST di banyak wilayah Indonesia lebih signifikan pada musim kemarau dibanding musim hujan.

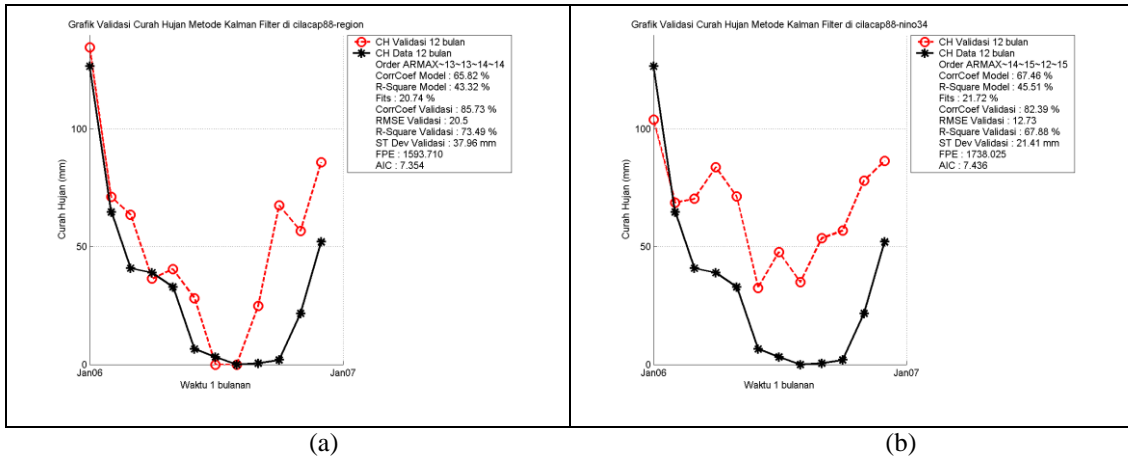
Validasi Model Prakiraan Curah Hujan

Nilai korelasi tertinggi setiap bulan antara curah hujan kabupaten Cilacap dengan SST wilayah Indonesia dijadikan dasar dalam menentukan batasan zona gridSST. Sebagai contoh untuk input SST bulan Maret korelasi positif tertinggi $+0,50$ diambil nilai SST dari zona $12-15^{\circ}$ lintang Utara dan $135-140^{\circ}$ bujur timur. Demikian seterusnya dengan cara yang sama untuk setiap bulan diambil nilai korelasi yang tertinggi positif atau negatif. Data SST pada grid tersebut digunakan sebagai input model prakiraan hujan bulanan kabupaten Cilacap dengan metode Filter Kalman.



Gambar 8. Fluktuasi curah hujan antara data pengamatan dan hasil simulasi selama periode 1988-2006

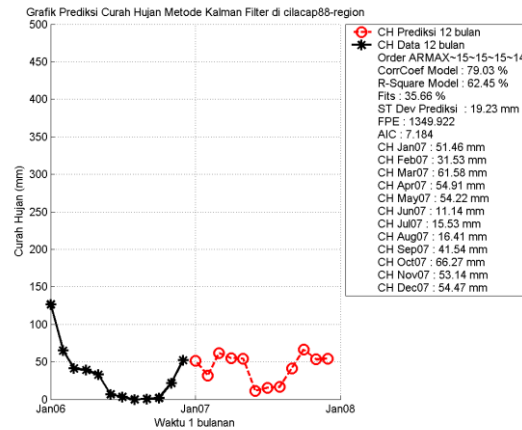
Sebelum digunakan untuk prediksi, terlebih dahulu dilakukan validasi terhadap model yang disusun. Hasil validasi menunjukkan bahwa model hubungan curah hujan dan SST berdasarkan nilai koefisien korelasi validasi tertinggi (85,73%) adalah *Auto Regression Moving Average* dengan faktor eksternal X (ARMAX). Hasil validasi untuk periode 1988-2005 menghasilkan nilai fits model sebesar 20,74% (Gambar 8). Validasi dari data 1 tahun terakhir (2006) menghasilkan nilai r^2 sebesar 73,49%, RMSE 20,05% dan standar deviasi 37,96 (Gambar 9a). Sebagai pembandingan, validasi model juga dilakukan untuk SST Nino 3.4 yang menghasilkan nilai koefisien korelasi validasi sebesar 82,39%, fits model 21,72%, r^2 sebesar 67,88%, RMSE 12,73% dan standar deviasi 21,41 (Gambar 9b). Secara umum, untuk kabupaten Cilacap, penggunaan SST wilayah Indonesia memberikan performa model yang lebih baik dibandingkan dengan SST Nino 3.4.



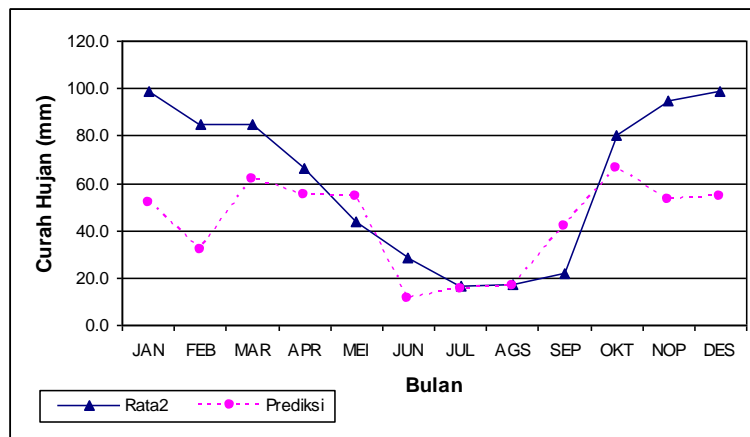
Gambar 9. Validasi model prakiraan hujan bulanan berdasarkan SPL wilayah Indonesia (a) dan SPL Nino 3.4 (b)

Prakiraan Curah Hujan

Berdasarkan hasil validasi model, dilakukan prakiraan curah hujan bulanan periode Januari-Desember 2007 (Gambar 10). Hasil prediksi menunjukkan fluktuasi curah hujan yang relatif rendah yaitu kurang dari 100 mm/bulan dengan standar deviasi 19,23. Apabila dibandingkan dengan data rata-rata bulanan selama kurang lebih 19 tahun (1988-2006), maka curah hujan di Kabupaten Cilacap setiap bulannya terlihat sebagian besar lebih rendah dari rata-ratanya (di bawah normal), kecuali bulan Mei dan September yang lebih tinggi dari rata-ratanya (di atas normal), tetapi polanya hampir sama dimana curah hujan terendah sekitar bulan Juni-Agustus (Gambar 11). Bulan Oktober menerima curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan bulan lainnya yaitu sebesar 66 mm/bulan. Prakiraan hujan ini dapat diperbarui sesuai dengan data real time terakhir yang diperoleh.



Gambar 10. Hasil prakiraan curah hujan bulanan Januari-Desember 2007



Gambar 11. Fluktuasi curah hujan hasil prediksi Januari-Desember 2007, dan rata-rata 1988-2006

Model prakiraan curah hujan berdasarkan SST wilayah Indonesia ini bisa dikembangkan untuk kabupaten sentra pangan lainnya. Apabila tersedia data prediksi SST dengan jangka waktu yang lebih rapat misalnya mingguan atau dasarian, maka prakiraan curah hujan dapat dilakukan untuk interval waktu yang lebih pendek (mingguan atau dasarian). Implikasi hasil prakiraan curah hujan ini penting dalam perencanaan pertanian, khususnya dalam penentuan saat tanam.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan data curah hujan runtu waktu selama 19 tahun (1988-2006) diperoleh bahwa rata-rata curah hujan bulanan di kabupaten Cilacap pada umumnya kurang dari 100 mm dengan tipe hujan musonal.

2. Suhu permukaan laut wilayah Indonesia rata-rata Januari 1982 hingga Mei 2006 menunjukkan zona dengan suhu lebih dari 27,6 °C yang dominan pada bulan Januari-Mei dan bergerak dengan pola yang cukup jelas.
3. Korelasi spasial antara curah hujan kabupaten Cilacap dengan SPL wilayah Indonesia rata-rata bulan Januari-Desember menunjukkan korelasi positif berkisar antara 0,30 hingga 0,50 dengan area SPL yang beragam. Korelasi positif tertinggi terjadi pada bulan Maret dan Juli. Sedangkan korelasi negatif berkisar antara -0,30 hingga -0,70 dengan korelasi negatif tertinggi pada bulan Mei dan Juni.
4. Validasi model prakiraan hujan menghasilkan nilai koefisien korelasi 85,73%, fits model 20,74%, r^2 sebesar 73,49%, RMSE 20,5% dan standar deviasi 37,96.
5. Hasil prakiraan hujan bulanan periode Januari-Desember 2007 mengindikasikan pola curah hujan yang tidak jauh berbeda dengan rata-ratanya dengan jeluk hujan kurang dari 100 mm/bulan.
6. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa SPL wilayah Indonesia dapat digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan kondisi curah hujan di suatu wilayah (kabupaten), artinya curah hujan dapat diprediksi berdasarkan perubahan SPL pada zona-zona dengan korelasi yang tertinggi pada setiap bulannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., dan R. D. Susanto, 2003, Identification Of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia and Their Relationship To Sea Surface Temperature, *International Journal Of Climatology*, Int. J. Climatol, 23: 1435-1452. Wiley InterScience.
- Bey, A, A. Pramudia, I. Amien dan T. June. 2003. Analisis Anomali Iklim dan Dampaknya Terhadap Ketersediaan Air di Sentra Produksi Pangan di Pulau Jawa. Poster.
- Boer, R. Notodipuro, K.A. and Las, I., 1999, Prediction of daily rainfall characteristic from monthly climate indicate, Paper presented at the second international conference on science and technology for the Assesment of Global Climate Change and Its impact on Indonesian Maritime Continent, 29 November-1 December 1999.
- Estiningtyas, W. 2005. Prediksi Curah Hujan Dengan Metode Filter Kalman Untuk Menyusun Pola Tanam. Tesis. Institut Teknologi Bandung.
- Estiningtyas, W, E. Surmaini, Suciantini dan F. Ramadhani. 2005. Penggunaan Metode Filter Kalman untuk Prakiraan Curah Hujan di Sentra Produksi. Laporan Akhir Penelitian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Bogor.
- Faqih, A. 2003. Analisis Pola Spasial dan Temporal Anomali Suhu Permukaan Laut di Samudera Pasifik, Hindia dan Atlantik Serta Kaitannya Dengan Anomali Curah Hujan Bulanan. Skripsi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

- Faqih, A. 2004. Analisis Korelasi Debit Air Masuk Musim Kemarau Pada Waduk Seri DAS Citarum Dengan Perubahan Suhu Permukaan Laut Global. *Jurnal Agromet Indonesia* Volume XVIII No. 1 Juni . Perhimpn.
- Haylock, M., and J. L. McBride, 2001. Spatial coherence and predictability of Indonesian wet season rainfall. *Journal of Climate*, **14**, 3882–3887.
- Hendon, H.H. 2003. Indonesian Rainfall Variability : Impacts of ENSO and Local Air-Sea Interaction. American Meteorology Society.
- Kalman, R.E. 1960. “A new approach to linear filtering and prediction problems”, *Transaction of the ASME. Journal of Basic Engineering*, pp 35-45, March 1960.
- Las, I., 2004, Menyiasati Fenomena Anomali Iklim Bagi Pemantapan Produksi Padi Nasional Pada Era Revolusi Hijau Lestari-Strategi dan Inovasi Teknologi Untuk Antisipasi dan Penanggulangan, Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama Bidang Agrometeorologi. Badan Litbang Pertanian
- Philander, S. G. H., 1983. El Niño southern oscillation phenomena. *Nature*, **302**, 295–301.
- Ratag, M.A., 1997. Nested Climate Modelling. First International Conference on Science and Its Impact on Indonesian Maritim Continent, Jakarta. Desember 1997.
- Saji NH, Goswani BN, Vinayachandran PN, Yamagata T. 1999. A dipole mode in the tropical Indian ocean. *Nature Magazine* 401:360-363.
- Surmaini, E, I. Amien, B. Kartiwa, W. Estiningtyas, F. Ramadhani, K. Haryanti, S. Hariadi dan tim pokja anomali iklim. 2006. Model Prediksi Hidrologi dan Anomali Iklim Untuk Menekan Resiko Pertanian. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Bogor.
- 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*. Jakarta.