

## PENERAPAN METODE ANALISIS KOMPOSIT DALAM MENENTUKAN TERJADINYA PERBEDAAN MUSIM KEMARAU/PENGHUJAN DI KAB. KUKAR, BULUNGAN DAN BERAU PROVINSI KALIMANTAN TIMUR SECARA SEREMPAK (SIMULTAN)

Eddy Hermawan<sup>1</sup> dan Adi Witono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (PSTA) LAPAN dan <sup>2</sup>) Loka Tanjungsari LAPAN  
eddy\_lapan@yahoo.com dan witono@yahoo.com

### Abstract

*One major problem faced by the East Kalimantan provincial administration associated with the implementation of the Food and Rice Estate program is determining the appropriate planting season beginning in three main areas that are already designated as a prototype program above, the Kutai Kartanegara Regency (Kukar), Bulungan and Berau. This study focused on determining the onset season, both the rainy season, the dry or transition that occurred in the three regions. Many techniques are performed, one of which is the application of analytical techniques composite (composite technique analysis) against global Monsoon index data for 60 years of observations (1949-2008) after being verified by the rainfall anomaly data for 13 years (1998-2001) the results of the data reduction satellite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), each in three districts above. The results showed that the three-region, it has a response or respond differently to come early in the season, such as when Kutai Kartanegara and Berau regency has entered the dry season, turns Bulungan it still shows the wet season. While other examples, discussed in more detail in this paper.*

**Keywords :** *Composite Analysis, Global Monsoon Index, and Determination of early season*

### Abstrak

Satu masalah utama yang dihadapi oleh Pemda Provinsi Kalimantan Timur terkait dengan dilaksanakannya program *Food and Rice Estate* adalah penentuan awal musim tanam yang tepat di tiga kawasan utama yang memang telah ditetapkan sebagai *prototype* program di atas, yakni Kabupaten Kutai Kartanegara (KuKar), Bulungan dan Berau. Penelitian ini difokuskan pada penentuan datangnya awal musim, baik musim penghujan, kemarau atau pun transisi yang terjadi di tiga kawasan tersebut. Banyak teknik yang dilakukan, satu diantaranya adalah diterapkannya teknik analisis komposit (*composite technique analysis*) terhadap data indeks Monsun global selama 60 tahun pengamatan (1949-2008) setelah diverifikasi dengan data anomali curah hujan selama 13 tahun (1998-2001) hasil penurunan dari data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), masing-masing di tiga Kabupaten di atas. Hasilnya menunjukkan bahwa tiga kawasan tersebut, ternyata memiliki respon atau tanggap yang berbeda terhadap datangnya awal musim, seperti disaat Kabupaten Kutai Kartanegara dan Berau sudah memasuki musim kering, ternyata Kabupaten Bulungan justru masih menunjukkan musim basah. Sementara contoh lain, dibahas lebih rinci dalam makalah ini.

**Kata Kunci :** Analisis Komposit, Indeks Monsun Global, dan Penentuan Awal Musim

---

## 1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim (*climate change*) hingga saat ini terus menjadi pusat perhatian dunia dan diyakini memiliki pengaruh nyata terhadap produksi tanaman pangan. Kecenderungan perubahan tersebut ditandai dengan peningkatan suhu permukaan baik yang ada di laut dan di darat secara global atau menyeluruh (dikenal dengan istilah *global warming*) yang kemudian diikuti dengan naiknya permukaan air laut, sehingga terjadi intrusi (masuknya) air laut ke wilayah daratan yang kian hari kian meluas, terutama kawasan yang terletak atau berhadapan langsung dengan laut. Dampak lain yang bisa kita cermati dengan adanya fenomena *global warming* terutama terhadap kegiatan budidaya pertanian adalah **pergeseran pola distribusi curah hujan** yang kian hari semakin sulit untuk diprediksi, sehingga penentuan waktu tanam dan peluang terjadinya resiko gagal panen juga semakin besar.

Sebagai salah satu lembaga riset nasional dengan salah satu tugas pokok dan fungsi (Tupoksi) nya menangani masalah iklim dan cuaca, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), khususnya dari Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (PSTA) Bandung yang memang memiliki visi dan misi di bidang perubahan iklim berupaya semaksimal mungkin untuk dapat memberikan sumbangsih pemikiran atau kontribusi nyata.

Ide dasar atau gagasan utama kegiatan penelitian dengan topik/tema di atas didasari atas adanya kebutuhan nasional tentang pentingnya pemantauan indikasi awal (*precursor*) akan datangnya iklim ekstrem (khususnya curah hujan) di Indonesia, khususnya di kawasan sentra pangan (khususnya di Provinsi Kalimantan Timur yang saat ini sedang giat-giatnya membangun satu kawasan sentra pangan, dikenal dengan istilah *Food and Rice Estate*). Ini penting dilakukan, mengingat sebagian besar masyarakat Indonesia, khususnya mereka yang tinggal di pedalaman Kalimantan Timur hidupnya amat sangat tergantung kepada pertanian, khususnya petani sawah tadah hujan.

Pemerintah (dalam hal ini Dewan Ketahanan Pangan Nasional, DKPN) saat ini sedang giat-giatnya berupaya semaksimal mungkin menyelamatkan sentra produksi tanaman pangan yang tersebar di sebelas Provinsi di Indonesia akibat kondisi cuaca/iklim ekstrem yang berkepanjangan, terhitung sejak awal tahun 2010 hingga sekarang, kondisi basah masih saja menyelimuti sebagian besar kawasan kita, terutama di kawasan Barat Indonesia. Kesebelas Provinsi tersebut adalah Provinsi Sumatera Utara, Lampung, Sumatera Selatan, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan. Terkait dengan itu pula lah, maka pada penelitian ini difokuskan ke kawasan sentra produksi tanaman pangan yang ada di beberapa Kabupaten Provinsi Kalimantan Timur, khususnya

sebagai kawasan *Food and Rice Estate*, yakni Kabupaten Kutai Kartanegara (Kukar), Bulungan dan Berau. Analisis difokuskan kepada perilaku anomali curah hujan di tiga Kabupaten tersebut berbasis hasil analisis menggunakan teknik komposit.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

*Monsoon* atau Monsun berasal dari bahasa Arab dari kata "*mausam*" yang berarti musim. Monsun didefinisikan sebagai angin yang berubah arah selama setahun atau angin yang bertiup musiman dan merupakan sistem sirkulasi regional. Menurut Chao dan Chen (2001), Monsun merupakan rata-rata waktu (misalnya, bulanan) dari sistem konvektif aktif daratan di daerah tropis. Secara umum dapat digambarkan bahwa Monsun berhubungan dengan ITCZ substansial jauh (lebih dari 100) dari ekuator, sehingga Monsun tidak bergantung pada perbedaan daratan dan laut yang kontras/tegas (Muna, 2005).

Secara keseluruhan, Monsun dapat juga didefinisikan sebagai pembalikan angin permukaan tahunan, termasuk pembalikan perpindahan kelembaban tahunan dan distribusi presipitasi tahunan yang kontras antara musim panas dan musim dingin. Pusat musim panas menyebabkan musim hujan, sementara musim kering terjadi disaat musim dingin (Wang, 2006). Sebagai fenomena global yang berdampak regional/lokal, maka dinamika terjadinya Monsun dapat disebabkan oleh:

1. Adanya pergerakan semu matahari terhadap bumi yang bergerak antara  $23,5^{\circ}$  LU (Lintang Utara) hingga  $23,5^{\circ}$  LS (Lintang Selatan), mengakibatkan arah pergerakan angin mengikuti peredaran matahari tersebut dengan periode setengah tahunan atau sering disebut sebagai periode musiman,
2. Adanya perbedaan kapasitas panas yang diterima antara daratan dan lautan yang cukup besar.

Pada saat musim panas, daratan memiliki suhu udara permukaan yang relative lebih tinggi dari pada lautan. Karenanya pada musim panas daratan merupakan pusat tekanan rendah dan angin atau sirkulasi udara bergerak dari lautan menuju daratan. Sebaliknya pada musim dingin, suhu udara permukaan daratan relative lebih kecil daripada suhu udara lautan, sehingga pada musim dingin, daratan merupakan pusat tekanan tinggi dan sirkulasi udara berlangsung dari daratan menuju lautan (Prawirowardoyo, 1996).

Monsun yang mempengaruhi datangnya awal musim hujan setelah musim panas dan kering telah menjadi teka-teki yang lama dalam ilmu meteorologi. Perbedaan skala benua dan laut yang sangat kontras merupakan salah satu alasan utama terjadinya Monsun (Holton, 1992; Webster *et al*, 1992). Beberapa ahli tersebut menjelaskan bahwa mekanisme utama terjadinya monsun dapat diuraikan sebagai berikut:

---

1. Pada musim panas, pemanasan radiasi dari daratan Asia ternyata meningkatkan skala termal rendah daratan dan sekitarnya serta bertiupnya angin level rendah dari barat daya. Angin ini menyebabkan terjadinya konvergensi kelembaban dan konvergensi kumululus.
2. Sementara, pada musim dingin, pendinginan radiasi daratan meningkatkan skala termal tinggi daratan dan sekitarnya serta bertiupnya angin level rendah dari timur laut. Hal ini menyebabkan terjadinya divergensi udara kering (Muna, 2005).

Kriteria Monsun menurut Ramage (1971) adalah:

1. Arah angin (*prevailing*) mengalami perubahan sedikitnya  $120^{\circ}$  antara bulan Januari dan Juli,
2. Frekuensi rata-rata arah angin utama (*prevailing*) melebihi 40% pada bulan Januari dan Juli, dan
3. Kecepatan angin paduan rata-rata melebihi 3 m/s di salah satu atau di setiap bulannya (Januari dan Juli), dan secara rata-rata terjadi kurang dari 1 siklus pergantian siklon-antisiklon yang terjadi di setiap 2 tahun pada bulan Januari atau Juli di sekitar wilayah persegi  $5^{\circ}$  lintang dan bujur.

Monsun di Indonesia adalah bagian dari monsun Asia Timur dan Asia Tenggara, dan perpanjangan dari sistem monsun ini disebut dengan monsun Australia Utara. Pada musim dingin di belahan bumi utara (BBU), yaitu pada bulan Desember, Januari dan Februari terdapat sel tekanan tinggi di benua Asia sedangkan di Belahan Bumi Selatan (BBS) pada waktu yang sama terdapat sel tekanan rendah akibat musim panas di benua Australia. Karena adanya perbedaan tekanan di kedua benua tersebut, sehingga terjadi aliran udara atau angin dari Asia menuju Australia yang dikenal sebagai monsun Barat atau Monsun Barat Laut. Selama periode ini di daerah yang membentang dari ujung Sumatera bagian selatan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara sampai Irian angin monsun bertiup dari barat ke timur. Pola aliran rata-rata maksimum musim dingin di BBU yaitu bulan Januari (Prawiwardoyo, 1996).

Sedangkan pada bulan Juni, Juli, dan Agustus yaitu pada musim panas di belahan bumi utara (BBU), terjadi sebaliknya dimana terdapat sel tekanan rendah di benua Asia dan sel tekanan tinggi di benua Australia yang menggerakkan monsun Timur atau Tenggara. Di daerah yang membentang dari ujung Sumatera bagian selatan, Jawa, Bali, Lombok, Nusa Tenggara dan Irian angin monsun bertiup dari timur ke barat. Periode ini cenderung membawa udara kering di wilayah Indonesia, sehingga dapat dikatakan bahwa untuk daerah yang membentang dari ujung selatan Sumatera selatan, Jawa, Bali, Lombok, Nusa Tenggara, dan sampai Irian, musim Monsun Barat praktis

1. Pada musim panas, pemanasan radiasi dari daratan Asia ternyata meningkatkan skala termal rendah daratan dan sekitarnya serta bertiupnya angin level rendah dari barat daya. Angin ini menyebabkan terjadinya konvergensi kelembaban dan konvergensi kumulus.
2. Sementara, pada musim dingin, pendinginan radiasi daratan meningkatkan skala termal tinggi daratan dan sekitarnya serta bertiupnya angin level rendah dari timur laut. Hal ini menyebabkan terjadinya divergensi udara kering (Muna, 2005).

Kriteria Monsun menurut Ramage (1971) adalah:

1. Arah angin (*prevailing*) mengalami perubahan sedikitnya  $120^{\circ}$  antara bulan Januari dan Juli,
2. Frekuensi rata-rata arah angin utama (*prevailing*) melebihi 40% pada bulan Januari dan Juli, dan
3. Kecepatan angin paduan rata-rata melebihi 3 m/s di salah satu atau di setiap bulannya (Januari dan Juli), dan secara rata-rata terjadi kurang dari 1 siklus pergantian siklon-antisiklon yang terjadi di setiap 2 tahun pada bulan Januari atau Juli di sekitar wilayah persegi  $5^{\circ}$  lintang dan bujur.

Monsun di Indonesia adalah bagian dari monsun Asia Timur dan Asia Tenggara, dan perpanjangan dari sistem monsun ini disebut dengan monsun Australia Utara. Pada musim dingin di belahan bumi utara (BBU), yaitu pada bulan Desember, Januari dan Februari terdapat sel tekanan tinggi di benua Asia sedangkan di Belahan Bumi Selatan (BBS) pada waktu yang sama terdapat sel tekanan rendah akibat musim panas di benua Australia. Karena adanya perbedaan tekanan di kedua benua tersebut, sehingga terjadi aliran udara atau angin dari Asia menuju Australia yang dikenal sebagai monsun Barat atau Monsun Barat Laut. Selama periode ini di daerah yang membentang dari ujung Sumatera bagian selatan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara sampai Irian angin monsun bertiup dari barat ke timur. Pola aliran rata-rata maksimum musim dingin di BBU yaitu bulan Januari (Prawirowardoyo, 1996).

Sedangkan pada bulan Juni, Juli, dan Agustus yaitu pada musim panas di belahan bumi utara (BBU), terjadi sebaliknya dimana terdapat sel tekanan rendah di benua Asia dan sel tekanan tinggi di benua Australia yang menggerakkan monsun Timur atau Tenggara. Di daerah yang membentang dari ujung Sumatera bagian selatan, Jawa, Bali, Lombok, Nusa Tenggara dan Irian angin monsun bertiup dari timur ke barat. Periode ini cenderung membawa udara kering di wilayah Indonesia, sehingga dapat dikatakan bahwa untuk daerah yang membentang dari ujung selatan Sumatera selatan, Jawa, Bali, Lombok, Nusa Tenggara, dan sampai Irian, musim Monsun Barat praktis

bersamaan dengan musim hujan sedangkan musim Monsun Timur praktis bersamaan dengan musim kemarau.

Dari beberapa hasil penelitian yang ada, maka dapat dikatakan bahwa faktor-faktor utama penyebab variabilitas curah hujan tahunan di wilayah Denpasar, Mataram, dan Makassar adalah fenomena monsun Asia Timur dan Tenggara (Suryantoro, 2009). Sedangkan berdasarkan kriteria Ramage untuk wilayah Indonesia bagian barat hanya meliputi 64% wilayah saja yang dapat digolongkan sebagai wilayah monsun, beberapa diantaranya pengaruh angin lokal yang lebih mendominasi (Mustofa, 2000).

Dengan asumsi bahwa curah hujan yang terjadi atau turun di suatu wilayah dipengaruhi oleh iklim global, khususnya fenomena Monsun yang memang dominan untuk sebagian besar kawasan Indonesia, maka besarnya curah hujan yang akan turun di beberapa kawasan *Food and Rice Estate* di Provinsi Kalimantan Timur merupakan fungsi dari fenomena indeks Monsun global di atas dapat disederhanakan menjadi :

$$CH = f(\text{ISMI}, \text{WNPMI}, \text{AUSMI}) + \text{error}$$

Yang perlu diingat adalah adanya keterkaitan (interaksi) yang erat antara indeks Monsun Asia yang masing-masing diwakili oleh ISMI (*Indian Summer Monsoon Index*) dan WNPMI (*Western North Pacific Monsoon Index*), dan indeks Monsun Australia yang diwakili AUSMI (*Australian Monsoon Index*). Kejadian ekstrem kering tahun 1997, terjadi akibat kuatnya indeks Monsun Australia yang tidak diredam oleh indeks Monsun Asia. Namun, sebaliknya kejadian esktrm basah tahun 1998, terjadi akibat indeks Asia yang tidak diredam oleh indeks Monsun Australia. Di tahun-tahun normal, terlihat bahwa kedua indeks tersebut umumnya saling menguatkan, namun kadang pula saling melemahkan.

### 3. DATA DAN METODE

Data satelite TRMM selama 13 tahun pengamatan, periode 1998-2011, bulanan, Kab. Kutai Kartanegara, Bulungan dan Berau. Data indeks Monsun global (ISMI, WNPMI, AUSMI) selama 60 tahun pengamatan, periode 1949-2008, bulanan. Kumpulan data tersebut, kemudian dianalisis menggunakan teknik spektral (*Fast Fourier Transform, FFT* dan *Wavelet, WL*), regresi linier berganda, dan analisis statistik lain, khususnya teknik komposit analisis (*composite technique analysis*).

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

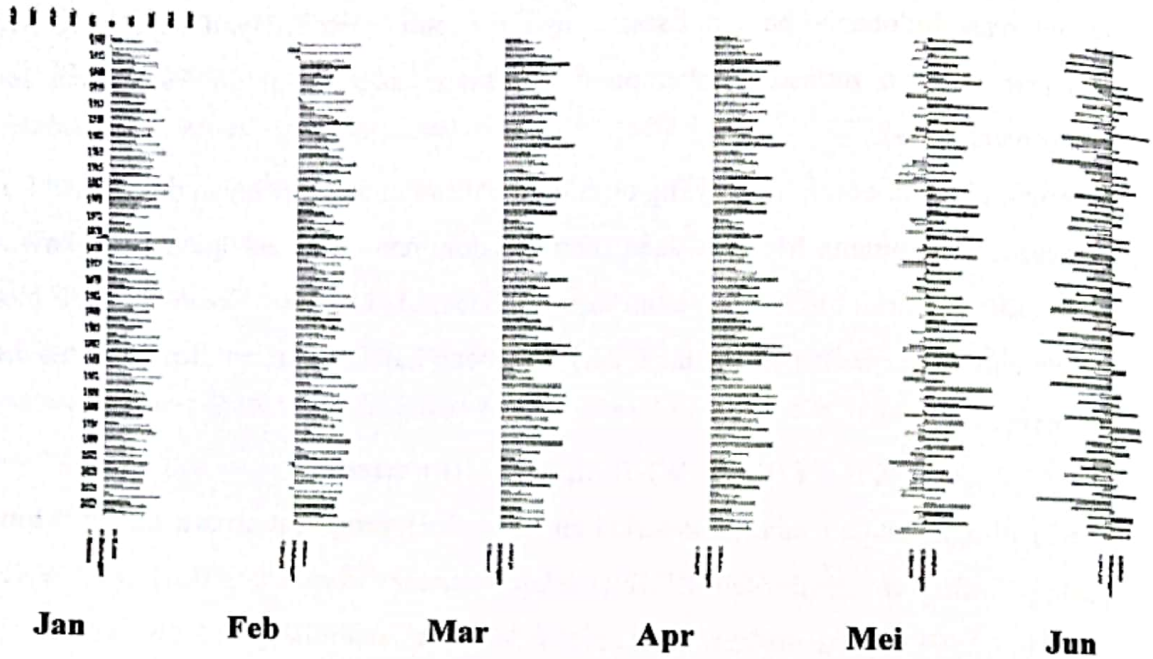
Berbasis model anomali curah hujan yang terjadi di Kabupaten Kutai Kertanegara (Kukar), Bulungan dan Berau berbasis Indeks Monsun Global yang masing-masing diwakili oleh ISMI,

---

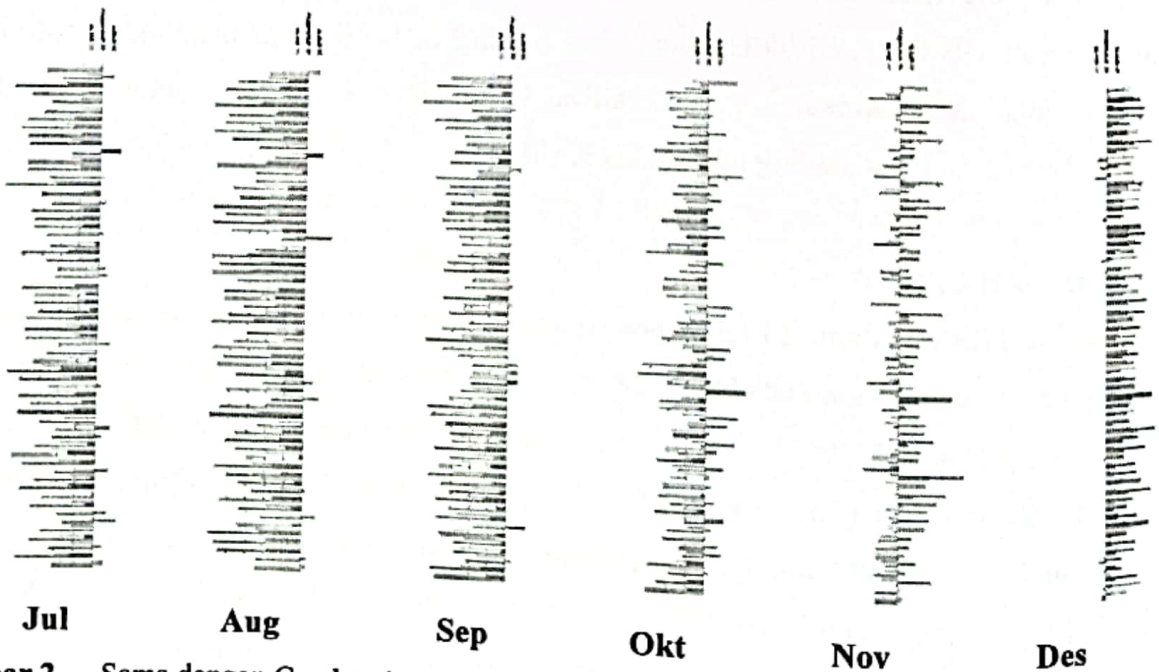
WNPMI, dan AUSMI periode 1949-2008 (sekitar 60 tahun), maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1.  $\Delta CH$  (Kukar) = - 7.9 ISMI - 12.5 WNPMI - 7.0 AUSMI - 85.0,
2.  $\Delta CH$  (Bulungan) = - 4.3 ISMI - 12.1 WNPMI - 11.8 AUSMI - 8.6 dan
3.  $\Delta CH$  (Berau) = 1.19 ISMI - 8.16 WNPMI + 9.77 AUSMI + 12.4

yang masing masing diwakili oleh warna biru (Kukar), merah (Bulungan) dan hijau (berau),



Gambar 1. Anomali curah hujan di atas Kabupaten Kutai Kartanegara (Kukar), Bulungan dan Berau masing-masing untuk bulan Januari, Februari hingga Juni selama 60 tahun pengamatan



Gambar 2. Sama dengan Gambar 4-1, tetapi untuk bulan Juli hingga Desember

Gambar 1 dan 2 di atas menjelaskan perilaku anomali curah hujan masing-masing untuk Kabupaten Kukar, Bulungan dan Berau. Sumbu x menjelaskan bulan yang diamati (seperti Januari), sementara sumbu y menjelaskan periode pengamatan sepanjang tahun 1949 hingga 2008 (sekitar 60 tahun pengamatan). Diagram positif (kanan) mengartikan musim basah, sementara negatif (kiri) mengartikan musim kering. Dari gambar di atas terlihat dengan jelas bila datangnya musim basah, transisi dan musim kemarau di tiga Kabupaten sentra produksi tanaman pangan di atas. Sejak Januari hingga April, hampir semua kabupaten yang ditinjau berperilaku positif, artinya ketiga kabupaten sama-sama mengalami musim basah yang serempak. Sejak bulan Mei, hanya Kabupaten Bulungan saja yang menunjukkan indikasi musim basah, sementara Kabupaten Kukar dan Berau sudah mengindikasikan musim kemarau (gambar 2).

Mulai bulan Juni, Kabupaten Bulungan yang semula mengindikasikan musim basah, berangsur-angsur mulai berubah ke musim kering. Begitupun untuk kabupaten lainnya, semuanya mengalami musim kering Oktober. Puncak bulan kering, terjadi di sekitar bulan Agustus/September. Musim basah terjadi sejak November yang diawali oleh Kabupaten Bulungan, sementara dua Kabupaten lainnya (Kukar dan Berau) masih mengalami musim transisi dari musim kering ke musim basah. Sementara bulan Desember merupakan puncak musim basah ketika Kabupaten menunjukkan pola yang sama.

## 5. KESIMPULAN

Dengan memanfaatkan kombinasi yang baik antara data satelite TRMM untuk kawasan Kab. Kutai Kartanegara, Bulungan dan Berau dengan data indeks Monsun global yang masing-masing diwakili oleh ISMI, WNPMI, dan AUSMI, maka didapatkan satu data time-series panjang, sekitar 60 tahun pengamatan bersifat bulanan yang dapat digunakan untuk memberikan informasi curah hujan klimatologis yang terjadi di ketiga Kabupaten di atas. Dengan menggunakan teknik komposit analisis, maka diperoleh perilaku curah hujan bulanan di kawasan tersebut, sehingga diperoleh dengan jelas bila awal musim penghujan, musim transisi dan musim kemarau. Dari tiga Kabupaten yang ditinjau, ternyata Kabupaten Bulunganlah yang relatif basah sepanjang tahun, dibandingkan dua Kabupaten lainnya, masing-masing Kutai Kartanegara dan Berau. Hal ini terkait erat nantinya bila waktu tanam yang tepat bagi para petani atau pengambil kebijakan terkait dengan pola tanam yang cocok untuk ketiga Kabupaten di atas.

**UCAPAN TERIMA KASIH.** Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sdri. Naziah Madani yang telah membantu banyak dalam hal pemrosesan data di atas, selain Pimpinan PSTA Lapan Bandung atas

---



kesempatan yang diberikan kepada penulis pertama sebagai Peneliti Utama dari kegiatan IPKPP Ristek Tahun 2012, dimana makalah merupakan bagian dari hasil riset selama kegiatan IPKPP Ristek Tahun 2012 .

## DAFTAR RUJUKAN

- Chao, W.C. and B. Chen, 2001: The Origin of Monsoons. *J. Atmos. Sci.*, **58**, 3497-3507.
- Holton, J.R. 1992: An Introduction to Dynamic Meteorology. Academic Press. New York.
- Muna, R., 2005: On the origin of Monsoon; Conventional Theory vs. New Findings. *Course ATM*, 656.
- Mustofa, M.A., 2000: Identifikasi daerah Monsun dan Curah Hujan Berdasarkan Sifat Angin Permukaan di Indonesia Bagian Barat, *Tesis magister*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Prawirowardoyo, S., 1996: Meteorologi. Penerbit ITB, Bandung.
- Ramage, C. S., 1971: Monsoon Meteorology. *Academic Press*, New York and London, 1-7,231-238.
- Suryantoro Arief, 2009: Pengaruh Monsun Asia Timur dan Tenggara terhadap Variabilitas Temporal Curah Hujan Denpasar, Mataram, dan Makassar, *Jurnal LAPAN*.
- Wang, B., and Q. Ding, 2006: Changes in global monsoon precipitation over the past 56 years. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L06711, doi:10.1029/2005GL025347.
- Webster, P. J. and S. Yang, 1992: Monsoon and ENSO: Selectively Interactive Systems. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **118**, 877-926.