

**ANALISIS PENGARUH ANGIN MONSUN TERHADAP PERUBAHAN
CURAH HUJAN DENGAN PENGINDERAAN JAUH
(STUDI KASUS: PROVINSI JAWA TENGAH)**

Fitra S Pandia^{*)}, Bandi Sasmito, Abdi Sukmono

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : fitrapandia@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang berperan besar terhadap kontribusi curah hujan di dunia, yaitu sebesar 50 gr/cm². Sebagai negara maritim, variabilitas curah hujan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh aktivitas angin monsun. Aktivitas angin monsun yang mempengaruhi di wilayah Indonesia termasuk Provinsi Jawa Tengah adalah angin monsun barat (Asia) dan angin monsun timur (Australia). Angin monsun Asia mempengaruhi variabilitas curah hujan pada saat musim hujan dan angin monsun Australia berpengaruh terhadap variabilitas curah hujan pada saat musim kemarau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh angin monsun terhadap variabilitas curah hujan di Provinsi Jawa Tengah. Data yang digunakan ialah angin zonal NCEP *Reanalysis* pada level ketinggian 850 milibar *hourly* dan curah hujan TRMM *hourly* dari tahun 1998 – 2017. Metode pengolahan data penelitian menggunakan bahasa pemrograman untuk mendapatkan indeks monsun Asia, indeks monsun Australia, angin zonal dan curah hujan di Provinsi Jawa Tengah. Indeks monsun yang digunakan untuk melihat variabilitas angin zonal dan curah hujan ialah *Western North Pacific Monsoon Index* (WNPMI) dan *Australian Monsoon Index* (AUSMI). Hasil penelitian yang diperoleh berupa peta sebaran angin zonal dan curah hujan untuk melihat pengaruh dari angin monsun berdasarkan indeks WNPMI dan AUSMI. Kecepatan angin zonal pada saat normal rata-rata sebesar -5,211 m/s (musim hujan) dan +4,682 (musim kemarau). Pada saat WNPMI – AUSMI Kuat mengakibatkan kenaikan sebesar 0,410 m/s dan 0,515 m/s, sedangkan pada saat WNPMI – AUSMI Lemah mengakibatkan penurunan sebesar 0,443 m/s dan 0,724 m/s. Intensitas curah hujan pada saat keadaan normal sebesar 98,208 mm/hr (musim hujan) dan 32,831 mm/hr (musim kemarau). Pada saat WNPMI Kuat – Lemah dan AUSMI Lemah mengakibatkan kenaikan sebesar 5,944 mm/hr, 7,548 mm/hr dan 14,310 mm/hr, sedangkan pada saat AUSMI Kuat mengakibatkan penurunan sebesar 2,214 mm/hr. Korelasi antara angin zonal dan curah hujan pada saat normal, WNPMI – AUSMI Kuat – Lemah sebesar -0,902, -0,836, -0,955, -0,941 dan -0,956. Berdasarkan koefisien korelasi menunjukkan bahwa adanya pengaruh angin zonal dan curah hujan yang sangat kuat dimana setiap kenaikan kecepatan angin zonal mengakibatkan penurunan curah hujan dan penurunan kecepatan angin zonal mengakibatkan kenaikan curah hujan.

Kata Kunci : Angin Zonal, Curah Hujan, Indeks Monsun, Korelasi, NCEP *Reanalysis*, TRMM

ABSTRACT

*Indonesia is a country that plays a major role in the contribution of rainfall in the world, which is equal to 50 gr/cm². As a maritime country, the variability of rainfall in Indonesia is strongly influenced by monsoon wind activity. The monsoon wind activity that affects the Indonesian region including Central Java Province is the west monsoon wind (Asia) and the east monsoon wind (Australia). Asian monsoon wind affects the variability of rainfall during the rainy season and Australian monsoon wind affects the variability of rainfall during the dry season. This study aims to determine the effect of monsoon wind on rainfall variability in Central Java Province. The data used is NCEP *Reanalysis* zonal wind at an hourly 850 millibar level and TRMM hourly rainfall from 1998 - 2017. Research data processing method uses programming language to obtain the Asian monsoon index, Australian monsoon index, zonal wind and rainfall in Central Java Province. The monsoon index used to see zonal wind variability and rainfall is the Western North Pacific Monsoon Index (WNPMI) and the Australian Monsoon Index (AUSMI). The results obtained in the form of zonal wind and rainfall distribution maps to see the effect of monsoon wind based on WNPMI and AUSMI indices. Zonal wind speed at normal times is -5.211 m/s (rainy season) and +4.682 m/s (dry season). When WNPMI - AUSMI Strong results in an increase of 0.410 m/s and 0.515 m/s, while at the time of WNPMI - AUSMI Weak results in a decrease of 0.443 m/s and 0.724 m/s. The intensity of rainfall during normal conditions is 98.208 mm/hr (rainy season) and 32.831 mm/hr (dry season). At the time of WNPMI Strong - Weak and AUSMI Weak result in an increase of 5.944 mm/hr, 7.548 mm/hr and 14.310 mm/hr, while at a time when Strong AUSMI results in a decrease of 2.214 mm/hr. Correlation between zonal wind and rainfall at normal time, WNPMI - AUSMI Strong - Weak at -0.902, -0.836, -0.955, -0.941 and -0.956. Based on the correlation coefficient shows that the effect of zonal wind and rainfall is very strong where each increase in zonal wind speed results in a decrease in rainfall and a decrease in zonal wind speed resulting in increased rainfall.*

Keywords : Correlation, Monsoon Index, NCEP *Reanalysis*, Rainfall, TRMM, Zonal Wind

^{*)}Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca dan iklim yang paling penting untuk diinformasikan. Wilayah Benua Maritim Indonesia merupakan kontributor curah hujan terbesar di dunia ditunjukkan dengan massa uap air yang terdapat di atmosfer pada ketinggian 500 milibar sekitar 50 gram/cm² (Yulihastin, 2011). Monsun merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi cuaca dan iklim di wilayah Benua Maritim Indonesia (Satriadi dan Fathrio, 2011). Diantara siklus monsun di dunia, monsun Asia dan Australia merupakan siklus monsun yang paling dominan (Noersomadi dan Trismidianto, 2010).

Monsun merupakan sebuah fenomena cuaca dan iklim yang terjadi akibat adanya perbedaan panas antara daratan dengan lautan sebagai hasil dari *zenithal march* matahari yang dikemukakan oleh Edmund Halley pada tahun 1686 (Chang, 1984 dalam Sudiantoro, 2012). Wilayah Benua Maritim Indonesia, termasuk Provinsi Jawa Tengah dipengaruhi oleh monsun Asia dan Australia yang diidentifikasi berdasarkan data angin zonal pada level 850 milibar. Data angin zonal digunakan untuk mendapatkan indeks monsun Asia dan Australia, yaitu *Western North Pacific Monsoon Index* (WNPMI) dan *Australian Monsoon Index* (AUSMI) untuk melihat korelasinya dengan presipitasi/curah hujan (Noersomadi dan Trismidianto, 2010).

Indeks monsun Asia (WNPMI) merupakan indeks monsun yang diperoleh dari rerata angin zonal pada level ketinggian 850 milibar dengan area cakupan 100° BT – 130° BT, 5° LU – 15° LU dan 110° BT – 140° BT, 20° LU – 30° LU (Wang dan Fan, 1999) sedangkan indeks monsun Australia (AUSMI) merupakan indeks monsun yang diperoleh dari rerata angin zonal pada level ketinggian yang sama dengan area cakupan 110° BT – 130° BT, 5° LS – 15° LS (Kajikawa, dkk, 2009). Indeks monsun tersebut digunakan untuk melihat variabilitas terjadinya musim basah/hujan dan musim kering/kemarau di Indonesia.

Pada penelitian ini, peneliti mengamati fenomena monsun, yaitu monsun baratan (*westernly*) dan monsun timuran (*easternly*) terhadap pengaruhnya dengan perubahan curah hujan di wilayah Provinsi Jawa Tengah yang dilihat dari indeks monsun Asia dan Australia, yaitu WNPMI dan AUSMI. Pemilihan lokasi penelitian di Provinsi Jawa Tengah ialah penelitian mengenai pengaruh curah hujan di wilayah Jawa Tengah sangat sedikit dan penelitian yang ada hanya fokus di beberapa bagian wilayah saja, terlebih menganalisis pengaruh angin monsun terhadap perubahan curah hujan di Jawa Tengah. Berdasarkan indeks monsun WNPMI dan AUSMI secara klimatologis dengan curah hujan klimatologis tahun 1998 – 2017 akan dianalisis pola spasial curah hujan di Provinsi Jawa Tengah secara deskriptif dan statistik.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis pola spasial angin zonal di wilayah Jawa Tengah tahun 1998 – 2017 menggunakan indeks monsun Asia dan Australia?
2. Bagaimana analisis pola spasial curah hujan di wilayah Jawa Tengah tahun 1998 – 2017 menggunakan indeks monsun Asia dan Australia?
3. Bagaimana korelasi pengaruh angin monsun terhadap curah hujan di wilayah Jawa Tengah tahun 1998 – 2017 menggunakan indeks monsun Asia dan Australia?
4. Bagaimana validasi data angin zonal NCEP *Reanalysis*, indeks monsun dan curah hujan TRMM terhadap data angin zonal NOAA, indeks monsun JMA dan stasiun pengamatan BMKG di wilayah Jawa Tengah?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah:

I.3.1 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pola spasial angin zonal di wilayah Jawa Tengah tahun 1998 – 2017 menggunakan indeks monsun Asia dan Australia.
2. Menganalisis pola spasial curah hujan di wilayah Jawa Tengah tahun 1998 – 2017 menggunakan indeks monsun Asia dan Australia.
3. Menganalisis korelasi pengaruh angin monsun terhadap curah hujan di wilayah Jawa Tengah tahun 1998 – 2017 menggunakan indeks monsun Asia dan Australia.
4. Menganalisis hasil validasi data angin zonal NCEP *Reanalysis*, indeks monsun dan curah hujan TRMM terhadap data angin zonal NOAA, indeks monsun JMA dan stasiun pengamatan BMKG di wilayah Jawa Tengah.

I.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bidang Keilmuan
 - a. Memberikan wawasan kepada mahasiswa mengenai aplikasi teknologi penginderaan jauh dalam klimatologis.
 - b. Mengidentifikasi variasi curah hujan pada saat fenomena monsun dengan indeks monsun Asia dan Australia.
 - c. Mengetahui korelasi antara angin monsun dan curah hujan dengan indeks monsun Asia dan Australia.
2. Bidang Rekayasa
 - a. Memberikan informasi mengenai curah hujan dan angin monsun dengan indeks monsun Asia dan Australia berdasarkan teknik penginderaan jauh sehingga lebih efisien dalam segi waktu dan biaya serta cakupan daerah yang lebih luas
 - b. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk kepentingan BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) dalam mengetahui pengaruh angin monsun dan curah hujan

dengan indeks monsun Asia dan Australia di Provinsi Jawa Tengah.

I.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang akan dibahas tidak terlalu jauh dari kajian masalah, maka dalam penelitian ini diberikan batasan-batasan penelitian sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu metode deskriptif dan statistik untuk menggambarkan pengaruh angin monsun dan curah hujan.
2. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah angin monsun/angin zonal (u) level ketinggian 850 milibar dan curah hujan.
3. Indeks monsun yang digunakan, yaitu Asia (WNPMI) dan Australia (AUSMI).
4. Analisis angin monsun dan curah hujan dilakukan secara klimatologis tahun 1998 – 2017 di wilayah Provinsi Jawa Tengah.

I.5 Ruang Lingkup Penelitian

I.5.1 Wilayah Penelitian

Area studi penelitian ini adalah wilayah Provinsi Jawa Tengah terletak pada 5°40’ – 8°30’ Lintang Selatan dan 108°30’ – 111°30’ Bujur Timur untuk curah hujan dan angin monsun sedangkan indeks WNPMI (100° BT – 130° BT, 5° LU – 15° LU dan 110° BT – 140° BT, 20° LU – 30° LU) dan AUSMI (110° BT – 130° BT, 5° LS – 15° LS).

I.5.2 Alat dan Data Penelitian

Alat data yang digunakan pada penelitian ini untuk mengolah dan menganalisis data dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Alat Penelitian

No.	Alat	Kegunaan
1.	Laptop Lenovo Ideapad 310 7500UI Core i7	Pengolahan Data
2.	Software GrADS 2.02	Menampilkan data NOAA dan TRMM
3.	Software ArcGIS 10.3	Membuat layout peta
4.	Software Ms. Word 2016	Membuat Laporan
5.	Software Ms. Excel 2016	Menampilkan grafik dan statistik
6.	Software SPSS	Melakukan uji statistik

Tabel 2 Data Penelitian

No.	Data	Tahun	Sumber
1.	Curah Hujan <i>Hourly</i> TRMM	1998 - 2017	NASA
2.	Angin Zonal NCEP <i>Reanalysis</i>	1998 - 2017	NOAA
3.	Curah Hujan Observasi BMKG	1998 - 2017	BMKG

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Monsun

Monsun atau *monsoon* berasal dari bahasa Arab “*Mausam*” yang berarti musim. Monsun didefinisikan sebagai angin yang berubah arah selama setahun atau yang bertiup musiman dan merupakan sistem sirkulasi regional. Monsun merupakan rata-rata waktu (misalnya, bulanan) dari sistem konvektif daratan di daerah tropis (Chao dan Che, 2001 dalam Kaparang dan Hermawan, 2010).

II.1.1 Monsun Asia

Secara umum diketahui bahwa monsun Asia Timur dan monsun Asia Selatan adalah dua subsistem yang berbeda di antara seluruh sistem monsun Asia, masing-masing memiliki karakteristik tersendiri karena kombinasi yang berbeda antara darat dan laut, posisi relatif berbeda terhadap dataran tinggi Tibet (Wan dan Fan, 1998; Ping, 2008 dalam Kaparang dan Hermawan, 2010).

II.1.1.1 Western North Pacific Monsoon Index (WNPMI)

Monsun Musim Panas Asia (ASM) adalah salah satu dari komponen energi yang terbesar dari sistem iklim bumi, sehingga kajian variasi antar tahunan ASM menjadi hal yang sangat penting (Ma’arufi, 2012). Indeks WNPMI didefinisikan oleh Wang dan Fan tahun 1999 (Ma’arufi, 2012) merupakan perbedaan angin zonal paras 850 milibar antara wilayah selatan (100° BT – 130° BT, 5° LU – 15° LU) dan utara (110° BT – 140° BT, 20° LU – 30° LU).

II.1.2 Monsun Australia

Berdasarkan kriteria Ramage (dalam Kaparang dan Hermawan, 2010) yang mengandalkan perbedaan sirkulasi atmosfer antara bulan Januari dan Juli, wilayah utara 25° S di Australia dapat digambarkan sebagai monsun. Berdasarkan hasil analisis massa udara di sekitar wilayah Australia dan pola sirkulasi di Samudera Hindia Timur dan proses pemanasan Australia Utara (Wheeler dan McBride, 2005 dalam Kaparang dan Hermawan, 2010) mengelompokkan arus monsun menjadi tiga jenis, yaitu *Pseudo Monsoon*, *Quasi Monsoon* dan *True Monsoon*.

II.1.2.1 Australian Monsoon Index (AUSMI)

Monsun Australia, (Kajikawa, dkk, 2009) mendefinisikan indeks monsun Australia (AUSMI) dengan rata-rata angin zonal pada level 850 milibar di atas wilayah 110° BT – 130° BT, 5° LS – 15° LS. Indeks ini dapat menggambarkan monsun Australia skala luas dalam kaitannya dengan siklus musiman dan variabilitas tahunan.

II.2 Curah Hujan

Hujan merupakan salah satu fenomena alam yang terdapat dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi oleh iklim. Hujan merupakan gejala meteorologi dan juga unsur klimatologi. Hujan adalah hidrometeor yang jatuh berupa partikel-partikel air yang mempunyai diameter 0,5 mm atau lebih. Hidrometeor yang jatuh ke tanah disebut hujan sedangkan yang tidak sampai ke tanah disebut virga (Tjasyono, 2004).

II.3 Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)

TRMM adalah satelit pertama yang dirancang untuk mengamati curah hujan di daerah tropis yang sangat mempengaruhi iklim global dan perubahan lingkungan. Data pengamatan satelit TRMM diterima oleh stasiun NASA melalui *Tracking and Data Relay Satellite* (TDRS). Beberapa data di transmisikan dari

NASA *Geodard Space Flight Center* (GSFC) ke NASDA *Earth Observation Center* (EOC) (NASDA, 2011).

II.4 NCEP Reanalysis

NCEP *Reanalysis* merupakan jenis pertama dari NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). NCEP digunakan untuk model iklim yang sama yang diinisialisasi dengan variasi yang luas dari pengamatan cuaca, seperti kapal, pesawat, RAOBS, data stasiun, satelit dan banyak lagi (NOAA, 2018).

II.5 GrADS (The Grid Analysis and Display System)

The Grid Analysis and Display System (GrADS) merupakan *software* interaktif yang digunakan untuk memanipulasi dan visualisasi data sains kebunian secara mudah. GrADS merupakan *software* yang direkomendasikan oleh *World Meteorological Organization* (WMO) untuk menggambarkan parameter-parameter meteorologi dalam bentuk spasial. Format data yang bisa digunakan dalam GrADS adalah biner biasa, netCDF dan HDF-SDS (*Hierarchical Data Format – Science Data Format*) (Doty, 1995).

II.6 Uji Statistik

II.6.1 Distribusi Normal

Distribusi normal dikenal juga dengan distribusi Gauss merupakan distribusi yang simetris sempurna (Hasan, 2003). Kurva untuk data terdistribusi normal berbentuk lonceng. Kurva normal memiliki bentuk yang berbeda-beda. Kurva distribusi normal dipengaruhi oleh rata-rata dan simpangan baku. Semakin kecil nilai simpangan baku dan rata-rata maka kurva semakin runcing.

II.6.2 Analisis Korelasi Sederhana

Analisis korelasi merupakan cara yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antar variabel. Korelasi tidak menyiratkan hubungan sebab akibat tetapi hanya kekuatan hubungann antara dua variabel (Sarwono dan Budiono, 2012). Apabila ada perubahan antar variabel maka perubahan yang terjadi pada salah satu variabel akan mempengaruhi variabel lainnya. Korelasi yang terjadi antar variabel dapat berupa korelasi positif, korelasi negatif, tidak ada korelasi maupun korelasi sempurna (Hasan, 2003).

III. Metodologi Penelitian

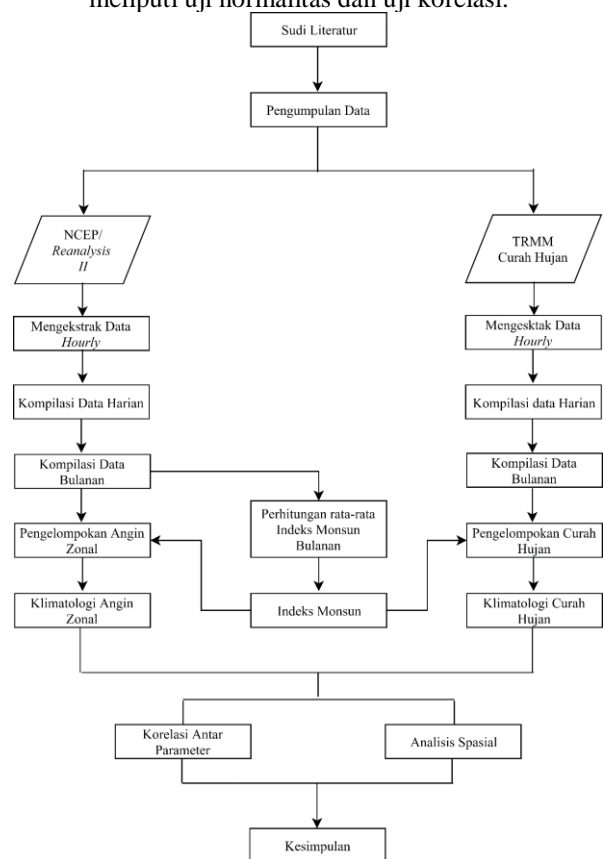
III.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dari tahap persiapan, pengolahan, analisis dan kesimpulan dapat dilihat pada Gambar 1.

III.2 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini meliputi tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan data dan tahap analisis data. Tahapan pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1. Tahap persiapan, tahapan ini dilakukan untuk merancang dan menyiapkan semua keperluan dalam penelitian yang dimulai dari studi literatur, penentuan lokasi penelitian dan data yang diperlukan.
2. Tahap pengolahan data, pengolahan data curah hujan TRMM dan angin zonal NCEP/*Reanalysis* menggunakan skrip bahasa pemrograman GrADS. *Software* ini digunakan untuk mengekstrak data, mengkompilasi data *hourly* menjadi harian, bulanan bahkan klimatologis dan untuk menampilkan sebaran spasial data. Data angin zonal NCEP/*Reanalysis* dijadikan untuk pembuatan indeks monsun, yaitu WNPMI dan AUSMI untuk proses pengelompokan curah hujan.
3. Tahapan analisis data, tahapan ini ialah menganalisis data secara deskriptif melalui pola persebaran spasial dan secara statistik melalui uji statistik. Uji statistik dilakukan untuk menjelaskan hubungan pengaruh atau korelasi antara angin zonal dan curah hujan. Uji statistik meliputi uji normalitas dan uji korelasi.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Hasil dan Analisis Indeks Monsun

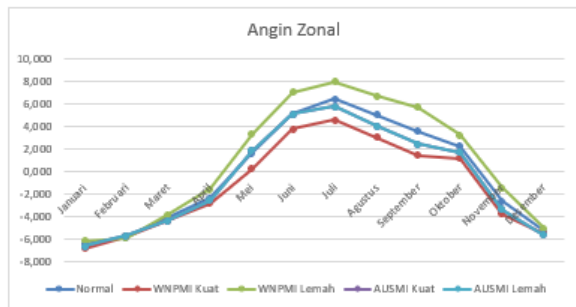
Hasil indeks monsun yang diperoleh merupakan perhitungan dari nilai rata-rata area bulanan angin zonal wilayah monsun tersebut. Pada penelitian ini, wilayah Provinsi Jawa Tengah dipengaruhi oleh monsun Asia dan monsun Australia. Monsun Asia direpresentasikan

pada musim hujan dan AUSMI Kuat penurunan pada musim kemarau, sebaliknya keadaan WNPMI Lemah mengakibatkan penurunan kecepatan angin zonal pada musim hujan dan AUSMI Lemah naik pada musim kemarau dari keadaan normalnya.

Variabilitas angin zonal di Jawa Tengah bagian Utara dan Tengah sama, baik pada keadaan normal dan pengaruh monsun Asia dan Australia. Hal tersebut dikarenakan sifat perairan di selatan Jawa lebih dinamis dibandingkan dengan perairan di utara Jawa dan wilayah Indonesia lainnya (Yoga, dkk, 2014). Dengan demikian, pola gesekan angin akan relatif sama/stabil pada musim timur dan musim barat baik secara spasial maupun temporal. Kecepatan angin di wilayah Utara dan Tengah dapat dilihat pada Tabel 6, Gambar 3.

Tabel 6 Kecepatan Angin Zonal Wilayah Utara dan Tengah

Bulan	Normal	W_Kuat	W_Lemah	A_Kuat	A_Lemah
Januari	-6,454	-6,814	-6,159	-6,655	-6,655
Februari	-5,804	-5,759	-5,887	-5,700	-5,700
Maret	-4,126	-4,389	-3,863	-4,365	-4,365
April	-2,345	-2,853	-1,583	-2,547	-2,547
Mei	1,617	0,254	3,283	1,828	1,828
Juni	5,088	3,788	7,038	5,126	5,126
Juli	6,444	4,573	7,975	5,786	5,786
Agustus	5,042	3,021	6,696	4,035	4,035
September	3,573	1,449	5,698	2,436	2,436
Oktober	2,261	1,160	3,210	1,722	1,722
November	-2,612	-3,768	-1,456	-3,378	-3,378
Desember	-5,303	-5,522	-5,037	-5,638	-5,638



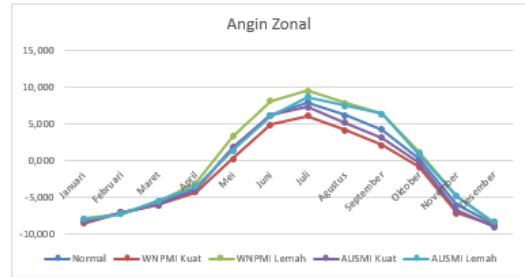
Gambar 3 Perbandingan Angin Zonal Wilayah Utara dan Tengah

Kecepatan angin zonal pada wilayah Selatan Barat dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 4. Pengaruh angin monsun pada saat WNPMI Kuat dan AUSMI Kuat ketika angin monsun barat mengakibatkan kenaikan kecepatan rata-rata angin zonal sebesar 0,410 m/s dan 0,273 m/s, sedangkan pada saat angin bertiup dari timur mengakibatkan penurunan sebesar 1,630 m/s dan 0,515 m/s. Dan pada saat WNPMI Lemah dan AUSMI Lemah mengakibatkan penurunan rata-rata kecepatan angin zonal saat angin monsun barat sebesar 0,443 m/s dan 0,366 m/s, sedangkan pada saat angin monsun timur mengakibatkan kenaikan sebesar 1,646 m/s dan 0,724 m/s.

Besarnya kecepatan angin zonal pada wilayah Selatan Timur dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 5. Secara keseluruhan, keadaan angin zonal pada wilayah Selatan Timur sama dengan wilayah Jawa Tengah secara umum, begitu juga terhadap wilayah Utara, Tengah dan Selatan Barat.

Tabel 7 Kecepatan Angin Zonal Wilayah Selatan Barat

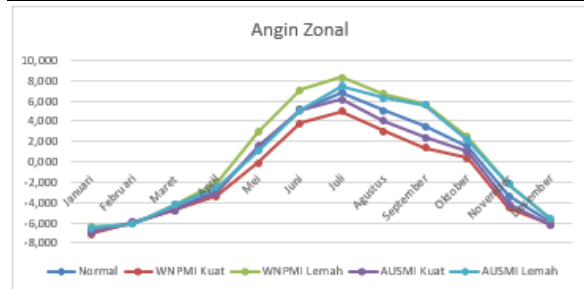
Bulan	Normal	W_Kuat	W_Lemah	A_Kuat	A_Lemah
Januari	-8,21	-8,5697	-7,91516	-8,4105	-8,00897
Februari	-7,171	-7,1259	-7,25418	-7,0673	-7,25548
Maret	-5,839	-6,1021	-5,57625	-6,0779	-5,54742
April	-3,841	-4,3485	-3,07874	-4,0428	-3,53724
Mei	1,607	0,24376	3,273061	1,8179	1,34916
Juni	6,1253	4,82537	8,075106	6,1634	6,06803
Juli	7,9563	6,08509	9,487208	7,2977	8,61476
Agustus	6,1794	4,15827	7,833078	5,1725	7,41006
September	4,2113	2,08669	6,335958	3,0739	6,3236
Oktober	0,1876	-0,9131	1,137217	-0,3509	0,84573
November	-6,058	-7,2141	-4,90224	-6,8245	-4,90873
Desember	-8,674	-8,8925	-8,40761	-9,0091	-8,33957



Gambar 4 Perbandingan Angin Zonal Wilayah Selatan Barat

Tabel 8 Kecepatan Angin Zonal di Wilayah Selatan Timur

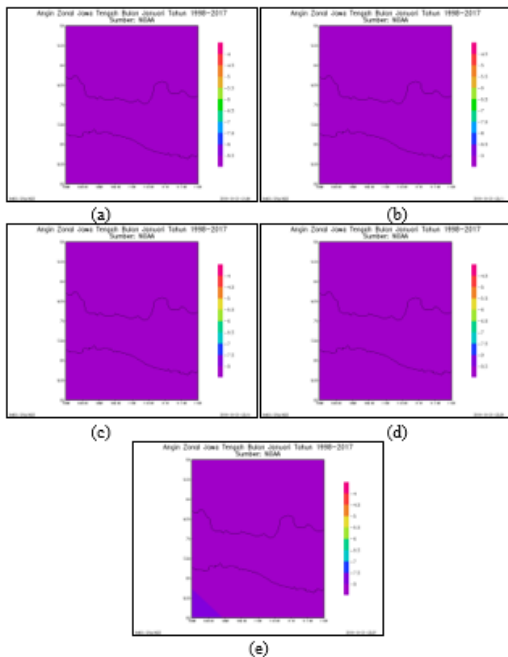
Bulan	Normal	W_Kuat	W_Lemah	A_Kuat	A_Lemah
Januari	-6,713	-7,073	-6,418	-6,913	-6,512
Februari	-6,004	-5,959	-6,088	-5,901	-6,089
Maret	-4,518	-4,781	-4,255	-4,757	-4,227
April	-2,819	-3,327	-2,057	-3,021	-2,516
Mei	1,305	-0,058	2,971	1,516	1,047
Juni	5,092	3,792	7,042	5,130	5,035
Juli	6,821	4,950	8,352	6,162	7,479
Agustus	5,034	3,013	6,688	4,027	6,265
September	3,522	1,397	5,647	2,385	5,634
Oktober	1,515	0,415	2,465	0,977	2,173
November	-3,379	-4,535	-2,223	-4,146	-2,230
Desember	-5,942	-6,160	-5,675	-6,276	-5,607



Gambar 5 Perbandingan Angin Zonal Wilayah Selatan Timur

Kecepatan angin zonal pada keadaan normal saat angin monsun barat berkisar 2,8 m/s – 6,8 m/s dan saat angin monsun timur berkisar 1,3 m/s – 6,9 m/s. Pada saat WNPMI Kuat dengan arah angin dari barat berkisar 0,05 m/s – 7,1 m/s dan arah dari timur sebesar 0,4 m/s – 5,0 m/s. Dan saat WNPMI Lemah arah angin dari barat berkisar 2,0 m/s – 6,5 m/s dan arah angin dari timur sebesar 2,4 m/s – 8,4 m/s. Saat AUSMI Kuat arah angin dari barat berkisar 3,0 m/s – 7,0 m/s dan arah angin dari timur berkisar 0,9 m/s – 6,2 m/s, sedangkan pada saat AUSMI Lemah arah angin dari barat berkisar 2,2 m/s – 6,6 m/s dan arah angin timur sebesar 2,1 m/s – 7,5 m/s.

Kecepatan angin zonal pada saat WNPMI Kuat dan AUSMI Kuat mengakibatkan kenaikan sebesar 0,410 m/s dan 0,273 m/s saat angin monsun barat sedangkan saat angin monsun timur mengakibatkan penurunan sebesar 1,630 m/s dan 0,515 m/s. Sedangkan pada saat WNPMI Lemah dan AUSMI Lemah dengan arah datangnya angin dari barat mengakibatkan penurunan sebesar 0,443 m/s dan 0,366 m/s, sedangkan arah angin dari timur mengakibatkan kenaikan sebesar 1,646 m/s dan 0,724 m/s. Persebaran pola spasial angin zonal dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Persebaran Angin Zonal (a) Normal (b) WNPMI Kuat (c) WNPMI Lemah (d) AUSMI Kuat (e) AUSMI Lemah

IV.3 Hasil dan Analisis Curah Hujan

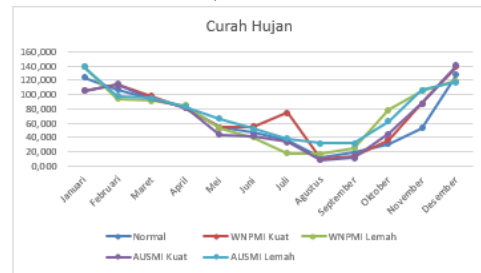
Hasil pengolahan data curah hujan hourly selama 20 tahun menjadi data curah hujan klimatologis dibagi menjadi empat wilayah di Jawa Tengah menurut karakteristik dan intensitas curah hujannya, yaitu bagian Utara, Tengah, Selatan Barat dan Selatan Timur. Intensitas curah hujan di Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 7.

Tabel 9 Curah Hujan di Jawa Tengah

Bulan	Normal	W Kuat	W Lemah	A Kuat	A Lemah
Januari	124,072	105,607	138,844	105,607	138,844
Februari	107,259	113,702	94,373	114,927	97,674
Maret	94,347	97,949	91,466	94,007	94,772
April	82,879	81,342	84,800	82,126	83,481
Mei	53,679	53,837	53,127	43,744	66,098
Juni	46,724	55,013	40,094	41,947	52,697
Juli	36,800	74,743	17,828	33,874	38,262
Agustus	10,825	9,194	16,533	8,203	31,801
September	18,220	12,683	25,141	11,447	31,765
Oktober	30,737	36,468	78,263	44,487	62,225
November	52,713	87,670	105,607	87,435	105,901
Desember	127,978	138,643	119,447	141,091	117,488

Intensitas curah hujan di Jawa Tengah pada keadaan WNPMI Kuat (musim hujan) mengakibatkan kenaikan intensitas curah hujan sebesar 5,944 mm/hr. Sedangkan pada saat WNPMI Lemah (musim kemarau) mengakibatkan kenaikan sebesar 7,548 mm/hr.

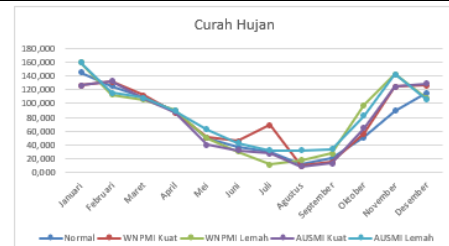
Intensitas curah hujan di Jawa Tengah pada keadaan AUSMI Kuat (musim kemarau) mengakibatkan penurunan sebesar 2,214 mm/hr, sedangkan AUSMI Lemah turun sebesar 14,310 mm/hr.



Gambar 7 Perbandingan Curah Hujan di Jawa Tengah Pengaruh indeks monsun terhadap intensitas curah hujan di wilayah Utara sama dengan yang terjadi di wilayah Jawa Tengah secara keseluruhan. Dimana pengaruh WNPMI Kuat – Lemah pada musim hujan mengakibatkan kenaikan sebesar 5,944 mm/hr dan 7,548 mm/hr. Sedangkan pada saat musim kemarau pengaruh AUSMI Kuat mengakibatkan penurunan intensitas curah hujan sebesar 2,214 mm/hr dan pada saat AUSMI Lemah mengakibatkan kenaikan sebesar 14,310 mm/hr. Intensitas curah hujan pada wilayah Utara, Tengah, Selatan Barat dan Selatan Timur dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 8, Tabel 11 dan Gambar 9, Tabel 12 dan Gambar 10, Tabel 13 dan Gambar 11. Dan pola persebaran curah hujan di wilayah Jawa Tengah dapat dilihat pada Gambar 12.

Tabel 10 Curah Hujan di Wilayah Utara

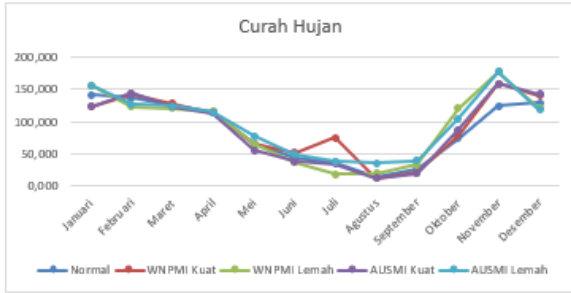
Bulan	Normal	W Kuat	W Lemah	A Kuat	A Lemah
Januari	145,160	126,695	159,932	126,695	159,932
Februari	125,512	131,956	112,626	133,181	115,927
Maret	108,248	111,850	105,367	107,908	108,673
April	88,820	87,283	90,740	88,067	89,422
Mei	50,453	50,611	49,901	40,518	62,872
Juni	36,856	45,145	30,226	32,078	42,828
Juli	30,583	68,526	11,611	27,657	32,046
Agustus	11,488	9,857	17,196	8,866	32,464
September	20,193	14,655	27,114	13,420	33,738
Oktober	50,530	56,261	98,056	64,280	82,018
November	89,598	124,555	142,492	124,319	142,786
Desember	116,111	126,775	107,579	129,224	105,620



Gambar 8 Perbandingan Curah Hujan di Wilayah Utara

Tabel 11 Curah Hujan di Wilayah Tengah

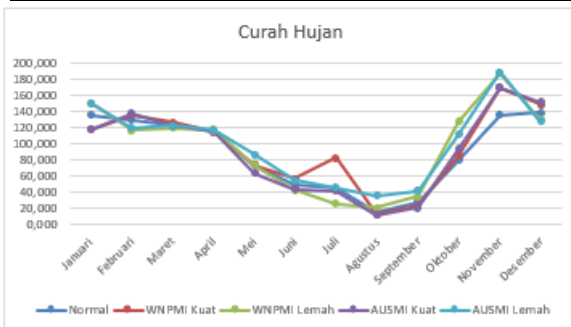
Bulan	Normal	W Kuat	W Lemah	A Kuat	A Lemah
Januari	141,276	122,811	156,048	122,811	156,048
Februari	136,400	142,843	123,514	144,068	126,815
Maret	123,964	127,565	121,082	123,624	124,388
April	114,294	112,757	116,214	113,541	114,896
Mei	65,497	65,655	64,945	55,562	77,916
Juni	43,316	51,604	36,685	38,538	49,288
Juli	37,123	75,067	18,152	34,198	38,586
Agustus	14,253	12,623	19,962	11,632	35,229
September	25,809	20,271	32,730	19,036	39,354
Oktober	73,337	79,068	120,863	87,087	104,825
November	124,091	159,048	176,985	158,813	177,279
Desember	129,169	139,834	120,638	142,282	118,679



Gambar 9 Perbandingan Curah Hujan di Wilayah Tengah

Tabel 12 Curah Hujan di Wilayah Selatan Barat

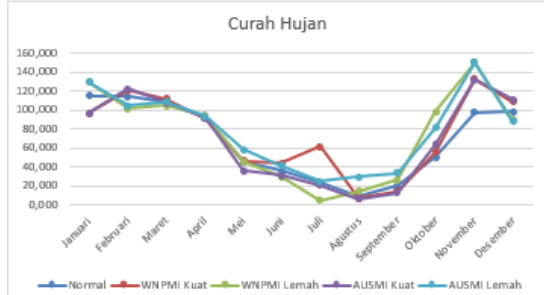
Bulan	Normal	W_Kuat	W_Lemah	A_Kuat	A_Lemah
Januari	135,733	117,268	150,505	117,268	150,505
Februari	129,569	136,012	116,683	137,237	119,984
Maret	122,548	126,150	119,667	122,208	122,973
April	115,914	114,377	117,835	115,161	116,516
Mei	73,678	73,836	73,125	63,743	86,097
Juni	48,711	56,999	42,080	43,933	54,683
Juli	44,282	82,225	25,310	41,356	45,745
Agustus	14,388	12,757	20,096	11,766	35,364
September	27,729	22,191	34,650	20,956	41,274
Oktober	79,703	85,434	127,229	93,453	111,191
November	135,077	170,034	187,971	169,799	188,265
Desember	138,204	148,868	129,672	151,317	127,713



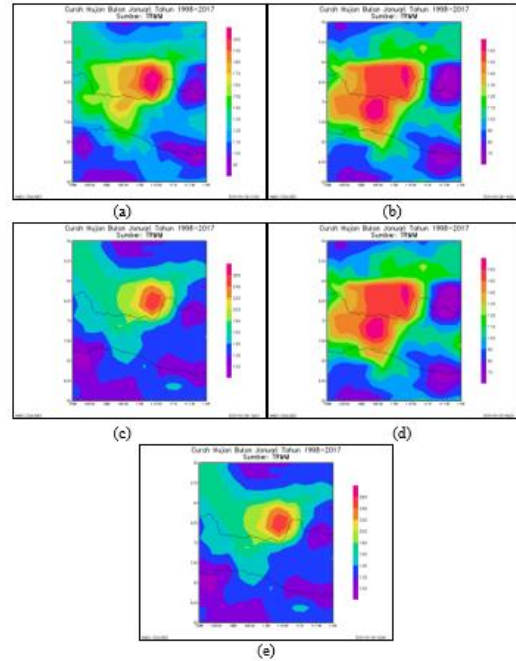
Gambar 10 Perbandingan Curah Hujan di Wilayah Selatan Barat

Tabel 13 Curah Hujan di Wilayah Selatan Timur

Bulan	Normal	W_Kuat	W_Lemah	A_Kuat	A_Lemah
Januari	114,799	96,335	129,571	96,335	129,571
Februari	114,352	120,795	101,466	122,020	104,767
Maret	107,703	111,305	104,822	107,364	108,128
April	92,284	90,747	94,205	91,532	92,886
Mei	45,603	45,761	45,051	35,668	58,022
Juni	35,617	43,905	28,986	30,839	41,589
Juli	23,200	61,144	4,229	20,275	24,663
Agustus	8,496	6,865	14,204	5,874	29,471
September	19,497	13,960	26,419	12,725	33,043
Oktober	50,116	55,847	97,642	63,866	81,604
November	97,197	132,154	150,091	131,919	150,385
Desember	98,037	108,702	89,506	111,150	87,547



Gambar 11 Perbandingan Curah Hujan di Wilayah Selatan Timur



Gambar 12 Curah Hujan (a) Normal (b) WNPMI Kuat (c) WNPMI Lemah (d) AUSMI Kuat (e) AUSMI Lemah

IV.4 Hasil dan Analisis Uji Statistik

IV.4.1 Uji Normalitas

Hasil uji normalitas data angin zonal dan curah hujan dapat dilihat pada Tabel 14. Hasil dari uji normalitas data angin zonal dan curah hujan berdistribusi normal karena nilai signifikansi dari data tersebut lebih dari 0,05, maka tahapan selanjutnya ialah uji korelasi.

IV.4.2 Analisis Korelasi Pearson

Hasil uji korelasi Pearson dapat dilihat pada Tabel 15. Angin zonal dan curah hujan pada saat keadaan normal, WNPMI – AUSMI Kuat – Lemah memiliki hubungan yang signifikan. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikansi pada semua keadaan lebih kecil dari 0,05. Dan kekuatan hubungan antara kedua parameter tersebut pada semua keadaan memiliki korelasi yang sangat kuat karena nilai korelasi diatas - 0,900. Sedangkan tanda negatif (-) pada koefisien korelasi antara angin zonal dan curah hujan pada semua keadaan menunjukkan arah korelasi yang berlawanan atau negatif.

Tabel 14 Uji Normalitas

	Tests of Normality		
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Angin_Zonal	0,878	12	0,082
CH_Jateng	0,93	12	0,375
CH_Utara	0,936	12	0,443
CH_Tengah	0,879	12	0,085
CH_SB	0,876	12	0,078
CH_ST	0,874	12	0,074

Tabel 15 Korelasi Angin Zonal dan Curah Hujan

Angin Zonal	Correlations	
	Curah Hujan	
	Pearson Correlation	Sig.
Normal	-0,902	0,000
WNPMI Kuat	-0,836	0,001
WNPMI Lemah	-0,955	0,000
AUSMI Kuat	-0,941	0,000
AUSMI Lemah	-0,956	0,000

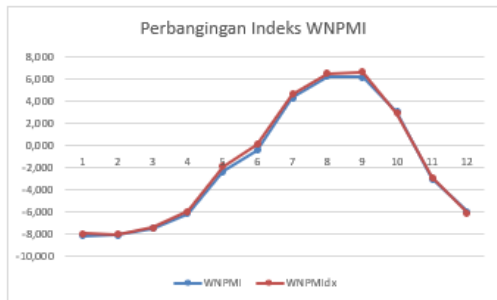
Jadi, setiap kenaikan kecepatan angin zonal mengakibatkan curah hujan akan cenderung turun dan sebaliknya saat kecepatan angin zonal turun maka curah hujan akan cenderung naik.

IV.5 Hasil dan Analisis Validasi Data

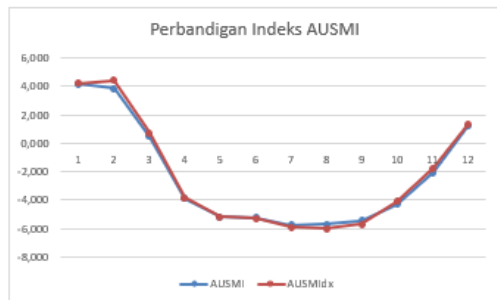
Validasi data angin zonal, indeks monsun dan curah hujan dilakukan untuk melihat pola yang dihasilkan antara data hasil olahan dengan data yang didapat dari lapangan/observasi. Pengujian data angin zonal menggunakan data angin zonal dari NOAA, indeks monsun WNPMI dan AUSMI menggunakan data indeks monsun dari JMA, sedangkan curah hujan menggunakan data curah hujan pengamatan/stasiun BMKG.



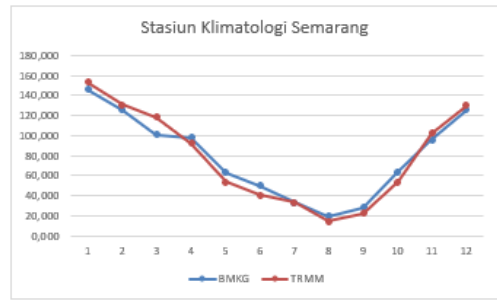
Gambar 13 Perbandingan Angin Zonal dan Data NOAA



Gambar 14 Perbandingan Indeks Monsun WNPMI dan Data JMA



Gambar 15 Perbandingan Indeks Monsun AUSMI dan Data JMA



Gambar 16 Perbandingan Curah Hujan TRMM dan BMKG Statklm. Semarang

Tabel 16 Korelasi Pearson Data Olahan dan Data Observasi

	Correlations	
	Pearson Correlation	Sig
Angin Zonal - NOAA	0,997	0,000
WNPMI - JMA	0,999	0,000
AUSMI - JMA	0,999	0,000
Curah Hujan - Stat SMG	0,960	0,000
Curah Hujan - Stam AY	0,963	0,000
Curah Hujan - Stam TGL	0,954	0,000
Curah Hujan - Stam CLP	0,958	0,000

Perbandingan data olahan dan data observasi dapat dilihat pada Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15 dan Gambar 16. Sedangkan hubungan kedekatan antara data olahan dan data observasi dapat dilihat pada Tabel 16. Grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa data olahan dan data observasi memiliki hubungan yang kuat. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikansi sebesar 0,000 dan koefisien korelasi diatas 0,900 uji Pearson.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian tugas akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan angin zonal pada saat normal rata-rata sebesar -5,211 m/s dan +4,682. Kecepatan angin tertinggi – terendah saat musim hujan (WNPMI) terjadi pada bulan Januari – April dan saat musim kemarau (AUSMI) terjadi pada bulan Agustus – Oktober). Pengaruh monsun WNPMI Kuat mengakibatkan kecepatan angin zonal naik sebesar 0,410 m/s dan WNPMI Lemah mengakibatkan penurunan sebesar 0,443 m/s. Sedangkan pada saat AUSMI Kuat angin zonal mengalami kenaikan sebesar 0,515 m/s dan saat AUSMI Lemah mengalami penurunan sebesar 0,724 m/s. Secara spasial, pola persebaran angin zonal pada semua keadaan monsun merata, karena angin pada satu wilayah memiliki nilai yang tidak bervariasi tinggi (relatif sama).
2. Hasil analisis spasial curah hujan pada saat keadaan normal memiliki intensitas curah hujan saat musim hujan rata-rata sebesar 98,208 mm/hr dan 32,831 mm/hr saat musim kemarau. Puncak curah hujan terjadi pada bulan Desember sebesar 127,978 mm/hr dan puncak kemarau terjadi pada bulan Agustus sebesar 10,825

mm/hr. Pada saat WNPMI Kuat, curah hujan mengalami kenaikan rata-rata sebesar 5,944 mm/hr dan saat WNPMI Lemah mengalami kenaikan rata-rata sebesar 7,548 mm/hr. Sedangkan pada saat AUSMI Kuat mengakibatkan penurunan intensitas curah hujan rata-rata sebesar 2,214 mm/hr dan saat AUSMI Lemah mengakibatkan kenaikan intensitas curah hujan sebesar 14,310 mm/hr. Secara spasial, persebaran curah hujan pada normal memiliki curah hujan tertinggi di perairan Utara Jawa, pada saat WNPMI Kuat – Lemah akan berpindah ke perairan Selatan Jawa dan perairan serta daratan Selatan Jawa. Sedangkan, pada saat AUSMI Kuat – Lemah akan terjadi di perairan, daratan Selatan Jawa dan perairan Utara Jawa serta perairan Selatan Jawa yang bertambah dari normalnya.

3. Berdasarkan hasil analisis uji korelasi Pearson antara angin zonal dan curah hujan pada semua keadaan baik normal dan WNPMI – AUSMI Kuat – Lemah memiliki hubungan yang signifikan yang dapat dilihat dari nilai signifikansi Sig.(p) < 0,05. Hubungan antara angin zonal dan curah hujan memiliki korelasi yang sangat kuat dilihat dari koefisien korelasi yang > -0,900 dan tanda negatif (-) pada koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan yang negatif atau berlawanan.
4. Hasil validasi antara data olahan dan data lapangan angin zonal, indeks monsun dan curah hujan menunjukkan hubungan yang positif dengan kekuatan hubungan yang sangat kuat. Nilai korelasi antara angin zonal olahan dan lapangan sebesar 0,997, nilai korelasi antara indeks monsun WNPMI – AUSMI olahan dan lapangan sebesar 0,999. Nilai korelasi curah hujan TRMM dan stasiun pengamatan BMKG Stasiun Klimatologi Semarang, Stasiun Meteorologi Ahmad Yani, Stasiun Meteorologi Tegal dan Stasiun Meteorologi Cilacap sebesar 0,960, 0,963, 0,954 dan 0,958.

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut adalah saran-saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian selanjutnya:

1. Penambahan parameter lain seperti *Outgoing Longwave Radiation* (OLR), tekanan serta arus perlu dilakukan untuk penelitian selanjutnya.
2. Pemahaman mengenai skrip bahasa pemrograman GrADS perlu ditingkatkan.
3. Bagi penelitian selanjutnya, dapat difokuskan untuk tahun tertentu dan wilayah yang spesifik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Restu Tresnawati, S.Si. dan Ibu Rosyidah, S.Kom. yang telah membimbing selama penelitian di BMKG Stasiun Klimatologi Kelas 1 Semarang.

Daftar Pustaka

- Ardiansyah, D., Dupe, Z. L. 2012. *Hubungan Antara Variabilitas Tahunan Monsun Australia Dengan Aktivitas Siklon Tropis Di Samudera Hindia*. Bandung. FITB.
- Doty, B. 1995. *The Grid Analysis And Display System*. United Kingdom. Climatic Research Unit.
- Hasan, M.I. 2003. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Kajikawa, Y., Wang, B., Yang, J. 2009. *A Multi-Time Scale Australian Monsoon Index*. Royal Meteorological Society International Journal of Climatologi.
- Kaparang, N. E., Hermawan, E. 2011. *Analisis Perilaku Angin Di Lapisan 850 HPA Hasil Observasi Data WPR Dikaitkan Dengan Perilaku Data Indeks Monsun Global Di Indonesia*. Jurnal Sains Dirgantara.
- Ma'arufi, A. 2012. *Western North Pacific Monsoon Index (WNPMI)*. Bandung. FITB.
- NASDA. 2011. *TRMM Data User Handbook*.
- Noersomadi, Trismidianto. 2010. *Identifikasi Pola Simetri Monsun Asia Timur dan Australia*. Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer. Bandung. LAPAN.
- Sarwono, J., Budiono, H. 2012. *Statistik Terapan Aplikasi Untuk Riset Skripsi, Tesis Dan Disertasi*. Jakarta: PT Gramedia.
- Satiadi, D., Fathrio, I. 2011. *Penentuan Onset Monsun Di Wilayah Indo-Australia Berdasarkan Lompatan ITCZ*. Peneliti Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer. LAPAN.
- Sudiantoro, R. 2012. *Pengembangan Model Indeks Monsun (Monsoon) Indonesia (IMI) Berbasis Hasil Analisis Data WPR (Wind Profile Radar)*. Bogor. Departemen Geofisika dan Meteorologi F-MIPA. IPB.
- Tjasyono, H.K, Bayong. 2004. *Klimatologi*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Wang, B., Fan, Z. 1999. *Choice Of South Asian Summer Monsoon Indices*. Honolulu. Hawaii. American Meteorology Society.
- Yoga, R. Y. B., Setyono, H., Harsono, G. 2014. *Dinamika Upwelling Dan Downwelling Berdasarkan Variabilitas Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-a Di Perairan Selatan Jawa*. Semarang. Jurnal Oseonografi. Universitas Diponegoro.
- Yulihastin, E. 2011. *Penentuan Indeks Monsun Indonesia Berdasarkan Angin Zonal*. Teknologi LIPI. LAPAN.

Sumber Internet

- NASA. TRMM 3B42. mirador.gsfc.nasa.gov Diakses tanggal 23 Juli 2018.
- NOAA.NCEPReanalysis.ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/nc_ep.reanalysis/ Diakses tanggal 5 September 2018.