

# DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP POLA HUJAN DIKHUSUSKAN BAGI PERTANIAN DI PULAU SUMATERA DAN KALIMANTAN

Wanny K. Adidarma<sup>1✉</sup>, Lanny Martawati<sup>2</sup>, Syofyan D. M.K<sup>3</sup>, Levina<sup>4</sup>, Oky Subrata<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Peneliti Madya Bidang Teknik Hidrologi

<sup>3</sup> Peneliti Madya Bidang Teknik Hidrologi/Klimatologi

<sup>4</sup> Calon Peneliti Bidang Teknik Hidrologi

<sup>5</sup> Peneliti Pertama Bidang Teknik Hidrologi

Pusat Litbang Sumber Daya Air, Jl. Ir. H. Juanda No.193 – Bandung

✉E-mail: wannyadi@gmail.com

Diterima: 8 Januari 2010; Disetujui: 22 April 2010

## ABSTRAK

*Identifikasi dampak perubahan iklim pada pola hujan di Pulau Sumatera dan Kalimantan menjadi menarik oleh karena keragaman dari iklim dan keberadaan non Zona Prakiraan Iklim (ZPI) dibandingkan dengan Pulau Jawa yang hanya mempunyai satu tipe iklim dengan wilayah non ZPI yang dapat diabaikan. Ketersediaan data hujan yang terbatas mengakibatkan pendekatan yang dilakukan mengarah pada rata-rata lamanya kejadian hujan pada ambang tertentu. Penentuan ambang curah hujan berdasarkan klasifikasi iklim Oldeman diperuntukkan bagi tanaman padi, palawija, yaitu batas ambang 100–200 mm. Analisis pengujian trend rata-rata lamanya kejadian hujan berbagai batas ambang, mengindikasikan adanya hubungan antara bentuk durasi dengan pola iklimnya. Pola iklim muson termasuk kategori kekar (robust) terhadap perubahan iklim dibandingkan dengan pola equatorial, meskipun lama atau panjang musim basahnya lebih pendek. Pada wilayah equatorial perubahan pola lamanya kejadian hujan sangat jelas terdeteksi dan pada umumnya berkecenderungan negatif atau durasi musim kemarau makin panjang.*

**Kata kunci:** Pola curah hujan, klasifikasi iklim, trend, robust.

## ABSTRACT

*Identification of climate change impact to the rainfall pattern in Sumatera and Kalimantan becomes interesting because of its climate variability and non-climate prediction zone if compared with Java which has only one type of climate with non-climate prediction zone that can be neglected. The limited availability of rainfall data causes the approach leads to analyze average rainfall duration in certain threshold. The determination of rainfall duration boundary is based on the Oldeman climate classification for crop and second crop, i.e. 100-200 mm. Analysis of the trend of average rainfall duration in various thresholds, indicates correlation between length and climate pattern. If compared to the equatorial pattern, the monsoon climate can be classified as robust toward climate change, although the wet season length is much shorter. In equatorial areas, change of rainfall duration is clearly detected and generally showing a negative trend or a longer dry season.*

**Keywords:** Rainfall pattern, climate classification, trend, robust.

## PENDAHULUAN

Sumber daya air di planet bumi ini tidak dapat dilepaskan dari siklus hidrologi global. Hujan berasal dari penguapan di daratan dan lautan. Kelengasan tanah digunakan oleh tanaman dan kembali diuapkan ke atmosfer. Air yang tidak teruapkan dan terpeluhkan (transpirasi) atau tidak menyerap masuk ke dalam akuifer akan mengalir menjadi larian di sungai-sungai. Hujan badai membawa kelengasan tambahan, kekeringan terjadi akibat hujan kecil dan kemarau berkepanjangan, semuanya mengambil bagian dalam peristiwa iklim.

Sudah sejak lama Indonesia membangun banyak sarana untuk penyediaan air seperti bendung, waduk dan jaringan irigasi serta bangunan-bangunan lain untuk mereduksi banjir. Bangunan tersebut sangat bermanfaat dan berdaya guna untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat, terutama dalam memberikan pengamanan di musim banjir dan kemarau serta melayani kebutuhan air pada kondisi iklim yang biasa. Dengan bangunan tersebut, sejenak dilupakan akan rumitnya ketergantungan air pada iklim. Secara ilmiah sudah dapat dibuktikan bahwa manusia sedang mengubah iklim (Gleick, 2000).

Kajian ini dilakukan untuk menyediakan data dan informasi sumber daya air, mengenai pengaruh perubahan iklim terhadap kondisi sumber daya air sehingga dapat disusun upaya-upaya adaptasi yang mengarah pada penekanan resiko bencana dan peningkatan kinerja sumber daya air.

Isu perubahan iklim global telah menjadi bahan pembicaraan yang mendunia. Meskipun demikian masih terasa kurangnya data dan informasi mengenai dampak perubahan iklim tersebut terutama terhadap sumber daya air, sehingga dapat dilakukan antisipasi terhadap bencana yang mungkin akan terjadi; juga untuk meningkatkan kinerja pendayagunaan sumber daya air.

Pada penelitian ini, variabel yang akan dikaji adalah jumlah curah hujan bulanan periode 1916-2000-an dan dibatasi oleh wilayah Zona Prakiraan Iklim (ZPI).

Tujuan dari penelitian ini adalah identifikasi perubahan iklim termasuk *trend* dan distribusi frekuensi variabel hidrologi yaitu hujan. Sasaran dari penelitian ini adalah memberikan gambaran akan besarnya pengaruh perubahan iklim yang terjadi di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan terutama yang berdampak pada bidang pertanian.

Kejadian hujan bulanan kurang dari 100 mm berdasarkan penggolongan tipe agroklimat Oldeman secara berturut-turut dari

periode 1916-2000-an berkecenderungan bertambah panjang.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1 Perubahan Iklim

Secara statistik perubahan iklim adalah perubahan unsur-unsurnya yang berkecenderungan naik atau turun secara nyata disertai dengan keragaman harian, musiman maupun siklus. Fenomena iklim ini harus dipelajari dari data dengan periode pengamatan iklim yang panjang. Kendala ketersediaan data iklim dalam periode yang panjang inilah yang dihadapi oleh negara berkembang seperti di Indonesia. Akibatnya identifikasi perubahan iklim sulit untuk dilakukan.

### 2 Pola Hujan

Indonesia terletak di wilayah kepulauan tropis, terpengaruh oleh sirkulasi antara benua Asia dan Australia serta Samudra Pasifik dan Atlantik. Walaupun berada di wilayah tropis, tetapi daratannya tersebar dari dataran rendah hingga pegunungan. Suhu rata-rata tahunan berkurang dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Jadi suhu rata-rata relatif tinggi di dataran rendah dan suhu rendah di dataran tinggi. Karena letaknya di daerah tropis, maka selisih suhu siang-malam lebih besar dari pada selisih suhu musiman (musim kemarau-musim hujan).

Umumnya musim hujan terjadi antara bulan Oktober hingga April dan musim kemarau terjadi pada bulan April hingga Oktober. Tjasyono (1999) menyatakan Indonesia secara umum dapat dibagi menjadi 3 pola iklim utama dengan melihat pola curah hujan selama setahun. Hal ini didukung oleh Aldrian dan Susanto (2003) yang telah mengklasifikasikan Iklim Indonesia sebagai berikut:

- 1) Di sebagian besar wilayah Indonesia penerimaan hujan musim penghujan dan musim kemarau berbeda nyata. Pola demikian disebut pola monsun.
- 2) Sebagian wilayah sekitar equator musim kering tidak nyata. Puncak musim hujan terjadi dua kali sekitar bulan Desember pada saat matahari berada paling Selatan dan pada bulan Juni saat matahari paling Utara. Tipe ini disebut tipe Equatorial.
- 3) Sebagian wilayah bagian Utara hujan terjadi pada saat wilayah A dan B mengalami musim kemarau. Tipe ini disebut tipe lokal.

Pembagian klasifikasi iklim tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Pola Moonson dicirikan oleh bentuk pola hujan yang bersifat unimodal

(satu puncak musim hujan yaitu sekitar Desember). Selama enam bulan curah hujan relatif tinggi (biasanya disebut musim hujan) dan enam bulan berikutnya rendah (biasanya disebut musim kemarau). Secara umum musim kemarau berlangsung dari April sampai September dan musim hujan dari Oktober sampai Maret.

Pola equatorial dicirikan oleh pola hujan dengan bentuk bimodal, yaitu dua puncak hujan yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober saat matahari berada dekat equator. Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodal (satu puncak hujan) tapi bentuknya berlawanan dengan pola hujan pada tipe monsonal. Wilayah Indonesia disepanjang garis khatulistiwa sebagian besar mempunyai pola hujan equatorial, sedangkan pola hujan moonson terdapat di pulau Jawa, Bali, NTB, NTT, dan sebagian Sumatera. Sedangkan salah satu wilayah mempunyai pola hujan lokal adalah Ambon (Maluku). (Wordpress, 2006).

BMKG membagi Indonesia menjadi 220 Zona Prakiraan Iklim yang disingkat sebagai ZPI, setiap zona dengan sendirinya mempunyai karakter yang sama terutama dalam konteks hujan bulanan sehingga hujan musimannya dapat ditentukan. Berbeda halnya dengan Pulau Jawa, sebagian besar wilayah Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan terdiri dari non-ZPI atau wilayah yang perbedaan musim hujan dan kemaraunya tidak jelas, seperti terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Kombinasi dari kedua sistem pembagian tersebut menghasilkan suatu karakteristik lamanya kejadian hujan yang unik untuk setiap lokasi. Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan memiliki

dua tipe sebaran hujan yaitu tipe muson dan tipe equatorial, namun sebagian besar didominasi oleh tipe equatorial. Karakteristik tipe muson ini sama seperti yang terjadi di Pulau Jawa, yakni dalam setahun terjadi satu kali musim basah dan satu kali musim kemarau.

### 3 Penggolongan Tipe Iklim

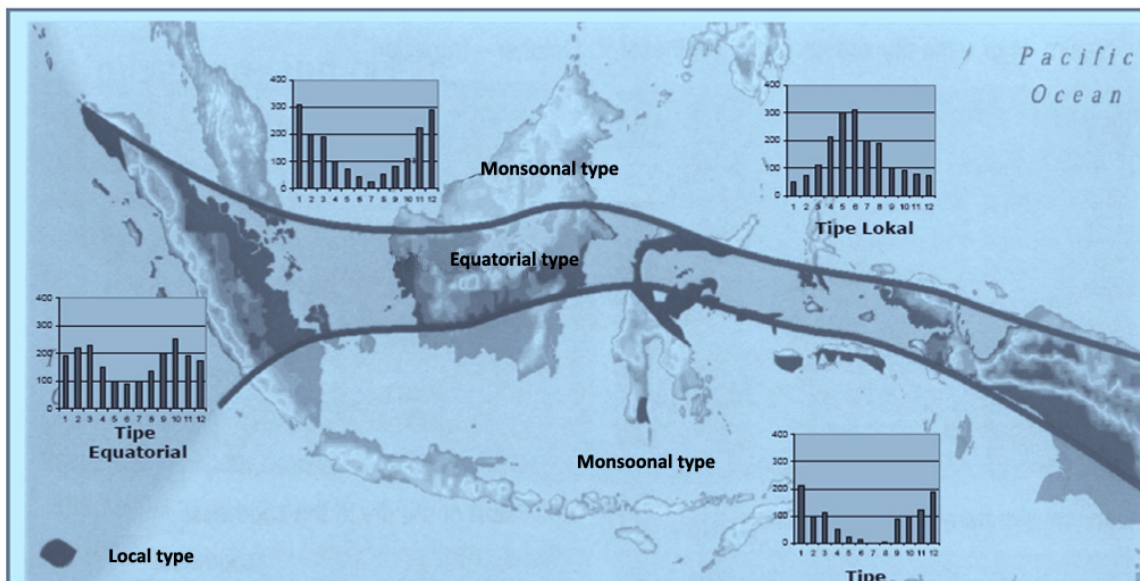
Oldeman (1975) membuat dan menggolongkan tipe agroklimat di Indonesia berdasarkan pada kriteria bulan-bulan basah dan bulan-bulan kering secara berturut-turut.

- 1) Bulan Basah (BB): Bulan dengan curah hujan satu bulan > 200 mm.
- 2) Bulan Lembab (BL): Bulan dengan curah hujan satu bulan antara 100-200 mm.
- 3) Bulan Kering (BK): Bulan dengan curah hujan satu bulan < 100 mm.

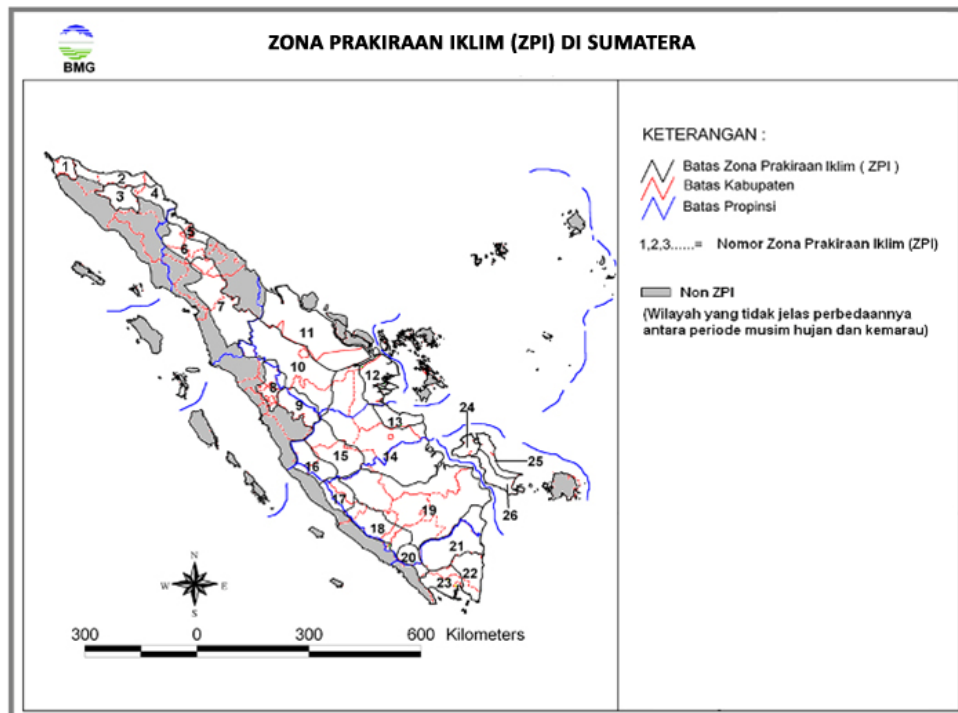
### METODOLOGI

Berdasarkan penggolongan besaran hujan dari Oldeman dibuat klasifikasi hujan lebih besar dari 200 mm, hujan lebih kecil dari 200 mm dan hujan lebih kecil dari 100 mm. Kajian *percentile* hujan sangat membantu untuk mengindikasikan kejadian ekstrim (Haylock and Nicholls, 2000) dan dipilih hujan dengan persentil 20% lebih besar dan lebih kecil. Persentil hujan 20% lebih kecil, sama dengan *percentile* hujan 80% lebih besar.

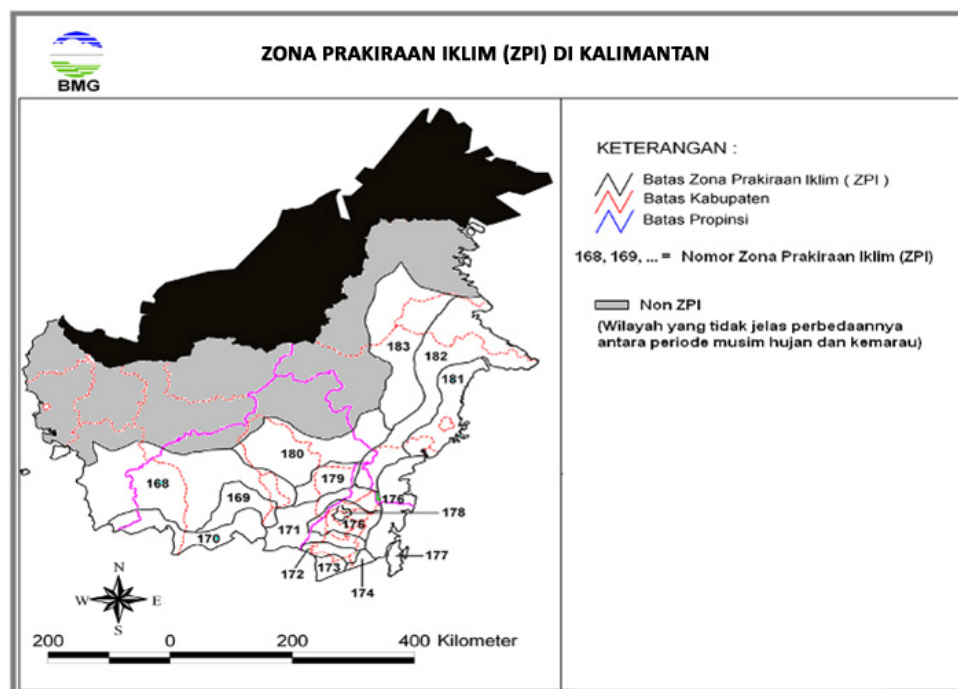
Keterbatasan data hujan bulanan di Sumatera dan Kalimantan mengakibatkan deret data tidak menerus atau terputus-putus sehingga aplikasi statistik mengalami kesulitan, oleh sebab itu pendekatan yang dilakukan adalah:



Gambar 1 Tipe Sebaran Hujan di Indonesia (Sumber: E. Aldrian dan Susanto, 2003)



Gambar 2 Peta Pembagian Zona Prakiraan Iklim (ZPI) di Sumatera (Sumber: BMG, 2007)



Gambar 3 Peta Pembagian Zona Prakiraan Iklim (ZPI) di Kalimantan (Sumber: BMG, 2007)

- 1) Membagi data menjadi tiga periode yaitu 1916-1950; 1951-1980 dan 1981-2000an.
- 2) Menghitung rata-rata jumlah bulan basah dan bulan kering dengan batas ambang tertentu (hujan > 200 mm; hujan < 200 mm; hujan < 100 mm; hujan > R 80%; hujan < R 80%) yang terjadi secara berturut-turut.
- 3) Hujan rata-rata bulanan dan musiman diuji trend dan perubahan distribusinya.

Uji statistik untuk keberadaan *trend* dan perubahan distribusi menggunakan SPSS. Hasil pengujian menggambarkan adanya *trend* yang signifikan atau tidak ada *trend* yang signifikan (Mann Kendall) serta adanya perubahan distribusi yang nyata dan tidak adanya perubahan distribusi yang nyata (Mann Whitney).

## 1 Lokasi Penelitian

Lokasi kegiatan penelitian adalah Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan.

## 2 Ketersediaan Data

Peta ketersediaan data menginformasikan kondisi data secara umum agar mampu melangkah masuk ke dalam tahap metodologi. Metodologi yang digunakan di Pulau Jawa tidak mungkin dapat diterapkan pada kondisi data seperti Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan. Metodologi yang terpilih juga mempertimbangkan aspek manfaat bagi para pengguna air yang sebagian besar adalah sektor pertanian.

Data yang berhasil dikumpulkan hanya terbatas pada hujan bulanan, sedangkan data debit aliran sangat sedikit sehingga sulit untuk dilakukan elaborasi lanjutan. Penerapan metodologi pada kumpulan data yang sudah disaring merupakan tantangan yang harus diselesaikan melalui modeling yang harus dikembangkan agar proses analisis menjadi lebih efisien dan efektif. Model Elaborasi Hujan Bulanan dikembangkan untuk mengakomodasi semua keperluan analisis dari awal sampai akhir.

Data yang dikumpulkan meliputi data hujan, data jumlah ha sawah kena puso akibat banjir dan kekeringan. Untuk Kalimantan pos hujan yang dapat dikumpulkan mencapai 221 buah dan untuk Sumatera mencapai 875 buah. Berdasarkan data hujan yang telah dikumpulkan dari keseluruhan pos baik di Sumatera maupun Kalimantan. Maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Untuk periode 1981-2006, sekitar 90% dari keseluruhan pos baik di Sumatera maupun Kalimantan, data hujan yang tersedia kurang dari 25%;
- 2) Periode 1951-1980 hampir 70% dari keseluruhan pos di Sumatera dan Kalimantan, data yang tersedia kurang dari 25%; dan
- 3) Periode 1916-1950 hanya 45% pos dari keseluruhan pos di Sumatera dan Kalimantan data yang tersedia kurang dari 25%.

## 3 Kerangka Pikir

Garis besar kerangka pemikiran dari penelitian seperti terlihat pada diagram pada Gambar 4. Tatanan kajian dibagi menjadi tiga

kriteria karena ketersediaan data sangat terbatas, kriteria pertama dan kedua dikhususkan bagi pengujian adanya *trend* atau perubahan distribusi agar dampak perubahan iklim dapat terdeteksi. Kriteria 3 diterapkan agar pola lamanya kejadian hujan di seluruh kawasan dapat terlihat jelas.

Deret data hujan bulanan yang tidak menerus, mengakibatkan deret durasi terputus-putus sehingga ditempuh langkah menghitung frekuensi dari setiap durasi dari 1-23 bulan dan merata-ratanya dengan jalan menjumlahkan pengalihan setiap durasi dengan probabilitasnya.

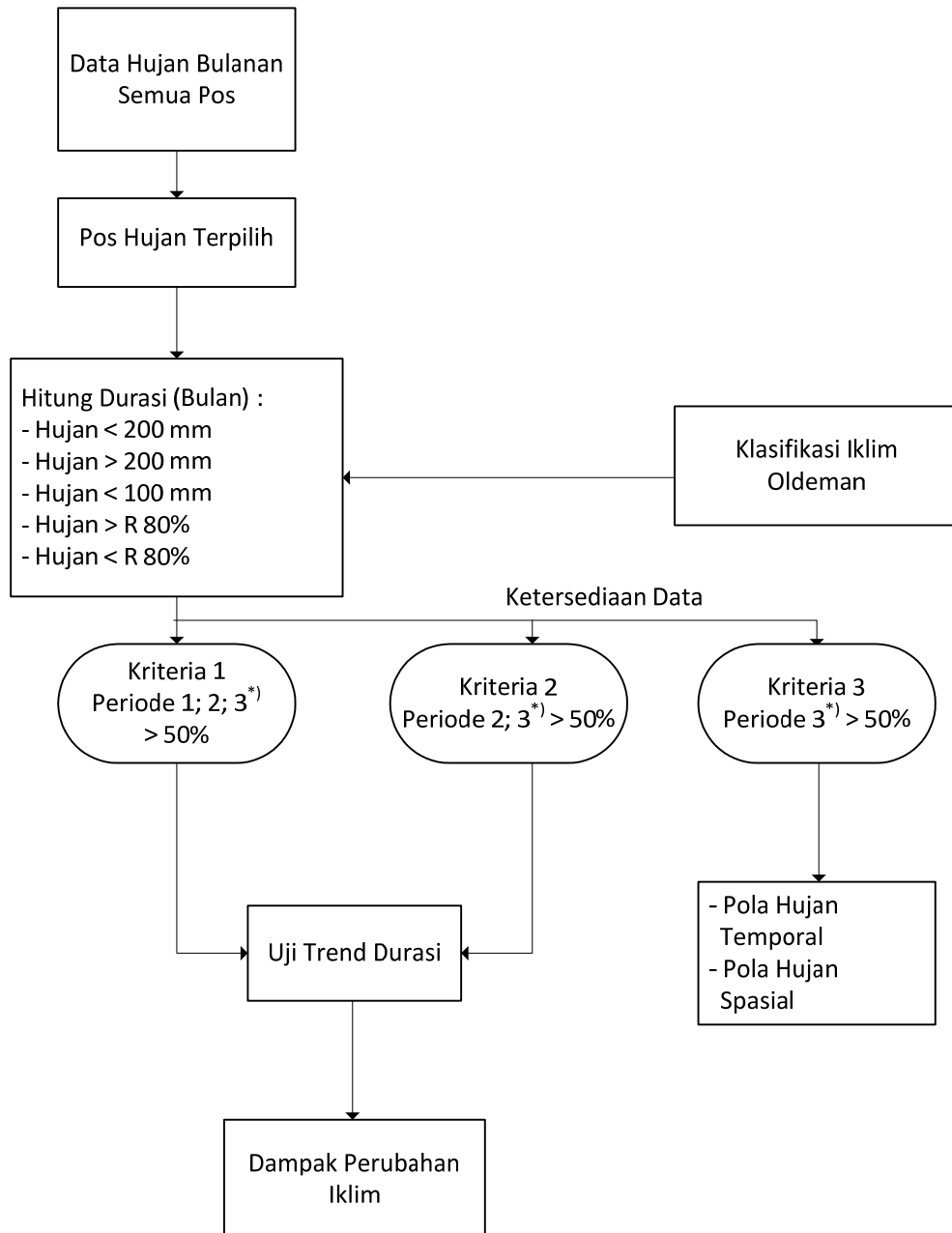
Curah hujan <200 mm setiap bulan menggambarkan kejadian berturut-turut seperti contoh pos Lhokseumawe di bulan Oktober rata-rata mengalami 5 bulan dengan curah hujan kurang dari 200 mm (menggunakan rata-rata probabilitas). Rata-rata aljabar diperoleh dari rata-rata curah hujan periode tertentu, dihitung bulan yang kurang dari 200 mm dan dijumlahkan bulan-bulan dengan kejadian berturut-turut. Cara yang terakhir menghasilkan garis lurus karena diakumulasikan secara langsung sedangkan cara yang pertama lebih mampu menggambarkan durasi yang sebenarnya.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, deret data hujan yang terpilih terisi lebih dari 50% data pada setiap periode. Periode pertama (1916-1950), periode kedua (1951-1980), dan periode terakhir (1981-2000an) serta setiap periode dihitung rata-rata durasinya dan diperiksa apakah ada perubahan dari periode ke periode. Terjadinya perubahan *trend* maupun perubahan distribusi tersebut menengarai dampak perubahan iklim.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Karakteristik hidrologi Pulau Sumatera dan Kalimantan didominasi oleh tipe equator dan sebagian besar dari kedua pulau tersebut termasuk dalam kelompok non-ZPI (BMG, 2007), yang tidak jelas perbedaan musim basah dan keringnya. Berdasarkan kedua sistem tersebut (tipe sebaran hujan dan pen-zona-an) maka penelitian ini mendasarkan hasilnya pada kedua tatanan tersebut dengan cara memolakan hujan bulanan dan tahunan yang dilakukan melalui kajian lamanya kejadian hujan berdasarkan Klasifikasi Iklim Oldeman.

Uji statistik untuk keberadaan *trend* dan perubahan distribusi dilakukan dengan menggunakan SPSS. Hasil pengujian menggambarkan adanya *trend* yang signifikan atau tidak ada *trend* yang signifikan (Mann Kendall) serta adanya perubahan distribusi yang signifikan dan tidak adanya perubahan distribusi yang signifikan (Mann Whitney).



\*) : - Periode 1 : 1916-1950  
 - Periode 2 : 1951-1980  
 - Periode 3 : 1981-2000an

**Gambar 4** Diagram Alir Kerangka Pikir Penelitian

## 1 Perubahan Pola Lamanya Kejadian Hujan

### 1) Curah Hujan Bulanan >200 mm

Tipe sebaran hujan di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan didominasi oleh tipe equatorial (lihat Gambar 1) dan sisanya mengikuti tipe monsun. Di wilayah tipe monsun sebagian besar terisi oleh zona non ZPI (lihat Gambar 2 dan 3), yang tidak jelas perbedaannya musimnya. Pos

hujan yang ada dalam kriteria 1 dan 2 di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan dapat dilihat pada Tabel 1.

Lamanya kejadian hujan yang diperhitungkan seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, merupakan suatu kejadian dengan curah hujan tertentu secara berturut-turut yang nilainya bukan integer karena merupakan nilai rata-rata yang dihitung menggunakan probabilitas. Curah

hujan >200 mm menggambarkan musim basah untuk tipe muson sangat mudah dibaca, karena polanya unimodal, lain halnya dengan tipe equator yang bimodal, di mana puncak nilai terbesar sulit dideteksi seperti terlihat pada Gambar 5 seperti Sabang, Lhokseumawe dan Tarempa serta untuk kelompok 2 Buluh Tumbang (kurang signifikan). Yang masuk kelompok non-ZPI muson adalah Buluh Tumbang dan Tarempa, sehingga perbedaan musim tidak signifikan yang lain.

Lamanya kejadian hujan dengan curah hujan >200 mm untuk tipe muson lebih kecil dari 2 bulan serta perbedaan dari ketiga periode tidak terlalu signifikan, tetapi untuk tipe equatorial perbedaan antar ketiga periode sangat signifikan dan biasanya di periode 3 menurun drastis (Bengkulu, Padang Panjang, Pinang Sore, Gunung Sitoli, Tanjung Pinang, Dabo, Talang Betutu, dan Buluh Tumbang). Penurunan lamanya kejadian hujan >200 mm menengarai lama musim basah berkurang atau musim kemarau bertambah panjang.

Gambar 5 menunjukkan bahwa lamanya kejadian hujan dengan curah hujan >200 mm di wilayah tipe muson dengan ZPI tertentu mengikuti pola unimodal yang jelas, untuk wilayah tipe

muson non-ZPI masih mengikuti unimodal tetapi garis yang membentuk tidak sejelas yang pertama. Perubahan lamanya kejadian hujan tipe muson periode 1 dibandingkan periode yang lain kurang signifikan, tetapi pada tipe equatorial perubahan yang signifikan lebih sering terjadi. Pemeriksaan berikutnya dilakukan pada kelompok 3 (hanya 1 periode saja, 1981-2000an) yaitu di Branti (nomor pos 242b, Provinsi Lampung, tipe muson, ZPI no. 23) dan Ranai (nomor pos 268, Provinsi Bangka Belitung, tipe muson, non-ZPI). Pada pos 242b (Branti) terbentuk pola unimodal yang jelas seperti yang telah disimpulkan pada kelompok 1 dan 2, hal ini menguatkan pernyataan simpulan sebelumnya.

Pada Wilayah Kalimantan bentuk pola di wilayah tipe muson (pos Sambas) sangat jelas perbedaannya antara musim basah dan kering meskipun ada pada daerah non-ZPI. Ketapang juga mengandung pola yang jelas tetapi menjadi kurang jelas untuk periode 3, pos ini ada pada wilayah tipe equatorial dengan ZPI 168, serta merupakan satu-satunya pos dari lima pos di Kalimantan yang periodenya turun. Tiga pos yang lain sangat dipengaruhi oleh karakter equatorial yang rata-rata mengalami kenaikan curah hujan >200 mm di sepanjang tahun untuk Ngabang dan sebagian

**Tabel 1** Pos Hujan Terpilih Menurut Kriteria 1 dan 2

No ZPI	Tipe Sebaran	Provinsi	Nama Pos	No. Pos
Non ZPI	Equator	Bengkulu	BENGKULU	13
Non ZPI	Equator	Bengkulu	TABING	43a
8	Equator	Sumbar	PADANG PANJANG	53
Non ZPI	Equator	Sumbar	PINANG SORE	82
Non ZPI	Equator	Tapanuli	GUNUNG SITOLI	93
Non ZPI	Equator	Tapanuli	MEULABOH	102
Non ZPI	Equator	Aceh	TANJUNG PINANG	166
Non ZPI	Equator	Riau	DABO	171
15	Equator	Jambi	MUARA BUNGO	179
19	Equator	Palembang	TALANG BETUTU	191a
25	Equator	Bangka Belitung	PANGKAL PINANG	257
Non ZPI	Equator	Bangka Belitung	TAREMPA	267a
1	Equator	Aceh	BLANG BINTANG	107c
1	Muson	Aceh	SABANG	108b
5	Equator	Sumut	POLONIA	127i
10	Equator	Riau	PEKANBARU	156b
14	Equator	Jambi	SULTAN TAHA	175b
14	Equator	Jambi	JAMBI	178c
Non ZPI	Muson	Bangka Belitung	BULUH TUMBANG	262b
Non ZPI	Equator	Kalbar	PONTIANAK	273
Non ZPI	Equator	Kalbar	NGABANG	277
Non ZPI	Equator	Kalbar	SANGGAU	278
Non ZPI	Muson	Kalbar	SAMBAS	270
168	Equator	Kalteng	KETAPANG	285

tahun untuk pos yang lain.

Di Sumatera hasil analisis kajian lamanya kejadian hujan menunjukkan bahwa karakteristik pola sebaran durasi sangat identik dengan pola sebaran musonal dan equatorial dan terlihat bahwa hujan yang dipengaruhi musonal lebih kekar (*robust*) dibandingkan equatorial, lebih tahan terhadap pengaruh perubahan iklim. Empat pos hujan dari 5 pos yang termasuk dalam kelompok musonal mempunyai lama kejadian hujan >200 mm yang lebih kecil dari curah hujan <200 mm sehingga dapat dinyatakan bahwa wilayah di 4 pos tersebut lebih kering. Sedangkan, pada wilayah tipe equatorial non-ZPI dari 7 pos yang ada, enam pos dengan curah hujan >200 mm memiliki lama kejadian hujan lebih panjang dibandingkan dengan curah hujan <200 mm, berarti lebih basah.

Pada wilayah equator ber-ZPI dari 9 pos yang ada, 6 pos menghasilkan jumlah hujan (curah hujan bulanan >200 mm) yang lebih pendek dibandingkan dengan curah hujan bulanan <200 mm, berarti wilayah pada 6 pos tersebut lebih kering.

Dari ketiga jenis kelompok tersebut (pertama: muson; kedua: equator non-ZPI dan ketiga: equator ZPI) yang paling banyak mengalami perubahan di periode 3 (1981-2000an) adalah equator non-ZPI, jadi kelompok ini sangat rentan terhadap perubahan iklim dari 7 pos hujan 5 mengalami perubahan jadi makin jelek dalam

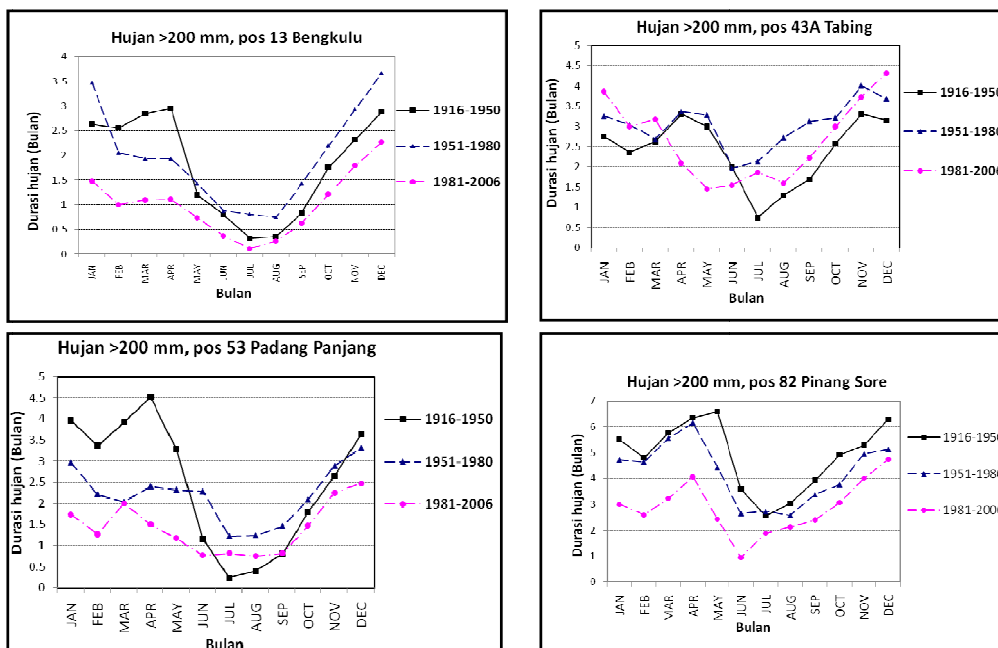
artian jumlah hujan dengan curah hujan bulanan <200 mm makin besar atau jumlah hujan dengan curah hujan bulanan >200 mm makin pendek.

Kalimantan mempunyai karakter yang sedikit berbeda hanya satu dari lima pos yang mengalami pergeseran sejalan dengan periode 1 ke 2 dan 3 yaitu di Ketapang satu-satunya pos yang ber ZPI.

## 2) Curah Hujan Bulanan <200 mm

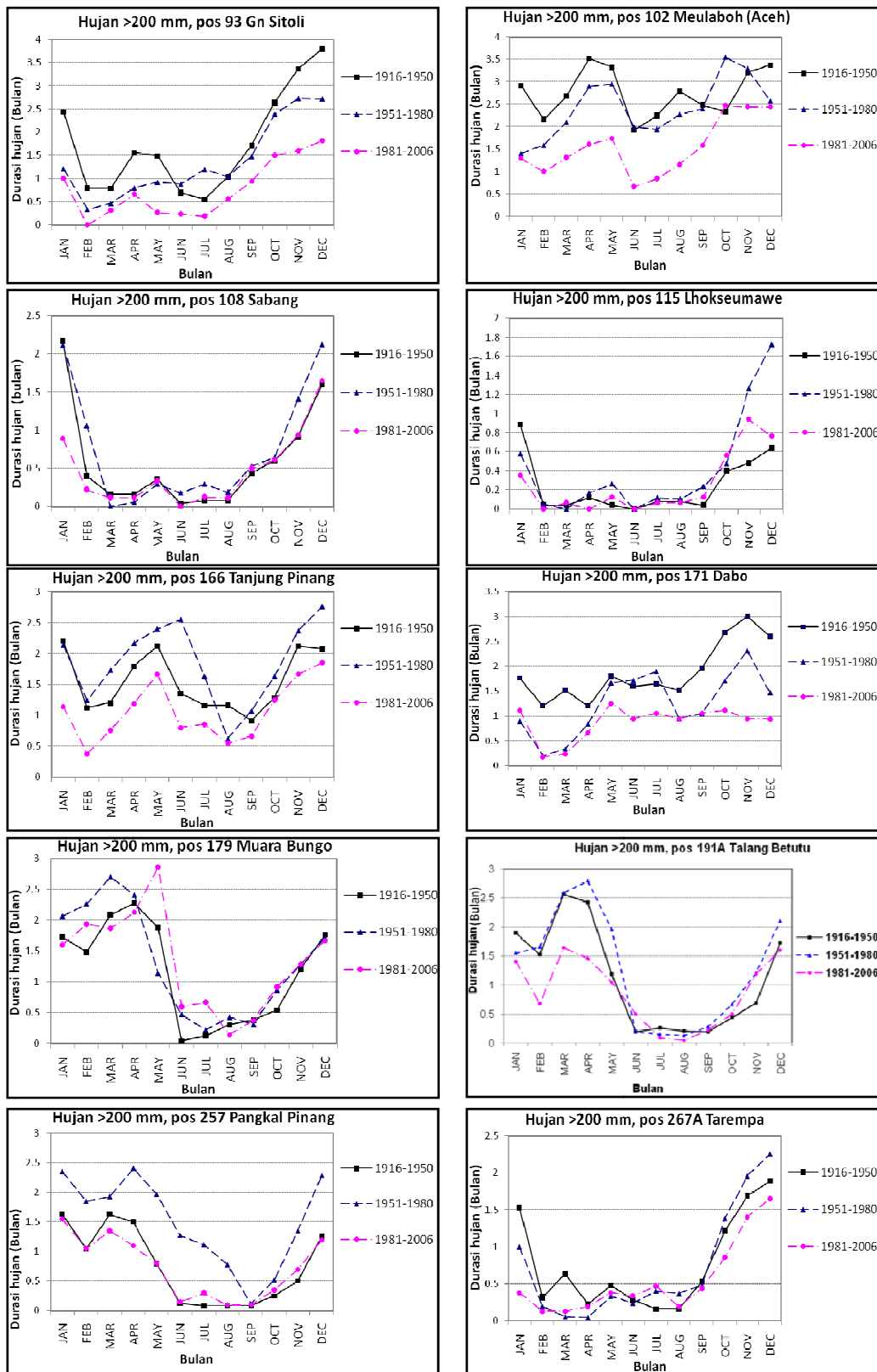
Bentuk pola sebaran temporal curah hujan <200 mm kebalikan dari curah hujan >200 mm. Khusus untuk wilayah tipe muson (Lhokseumawe, Sabang, Buluh Tumbang, Tarempa ditambah dengan Branti dan Ranai) terlihat bahwa pola yang kekar ada pada lokasi ber-ZPI dan kurang kekar pada non-ZPI. Lhokseumawe dan Sabang lamanya kejadian hujan kurang dari 7 bulan lebih panjang dibandingkan dengan Buluh Tumbang yang hanya 2,5 bulan dan Tarempa kurang dari 3 bulan untuk Branti dan Ranai.

Untuk Pulau Kalimantan perbedaan curah hujan <200 mm untuk Sambas (muson non-ZPI) termasuk *robust* seperti halnya untuk curah hujan >200 mm serta lamanya kejadian hujan pada musim basah lebih besar dari musim kering. Sama halnya dengan Pulau Sumatera khusus untuk muson terutama ber-ZPI bentuk pola durasi juga *robust* atau kekar terhadap dampak perubahan iklim.



Gambar 5 Pola Lamanya Kejadian Hujan Lebih dari 200 mm (Kriteria 1)





**Gambar 5** Pola Lamanya Kejadian Hujan Lebih dari 200 mm (Kriteria 1) (Lanjutan)

Kelima pos hujan di Pulau Kalimantan yang termasuk kriteria 1 hanya 5 pos saja dan terletak di sebelah Barat, untuk memeriksa wilayah lain

digunakan data dari pos hujan yang tidak memenuhi semua kriteria, yaitu hanya periode 2 (1951-1980) dengan data yang terisi lebih dari

**Tabel 2** Bentuk Pola Durasi/Jumlah Hujan dengan Curah Hujan Bulanan >200 mm

ZPI	Tipe Sebaran	No Pos	Nama Pos	Menurut Grafik beda musim basah dan kering
Non-ZPI	Equator	281	Sintang	Kurang jelas
Non-ZPI	Equator	287	Putusibau	Sangat tidak jelas
171	Muson	171	Murung Pudak	Sangat jelas
173	Muson	308F	Gunung Mas	Sangat jelas
173	Muson	308G	Bawahau	Sangat jelas
173	Muson	308I	Kampung Ulin	Sangat jelas
173	Muson	308J	Kampung Salam	Sangat jelas
173	Muson	308K	Lawa	Sangat jelas
181	Muson (batas)	313C	Sanga Dalam	Sangat jelas
181	Equator	313D	Sipinggan	Sangat tidak jelas
183	Equator	323A	Kembang Jenggot	Kurang jelas
183	Equator	323D	Muara Pahu	Kurang jelas
182	Equator	325B	Muara Ancalang	Kurang jelas

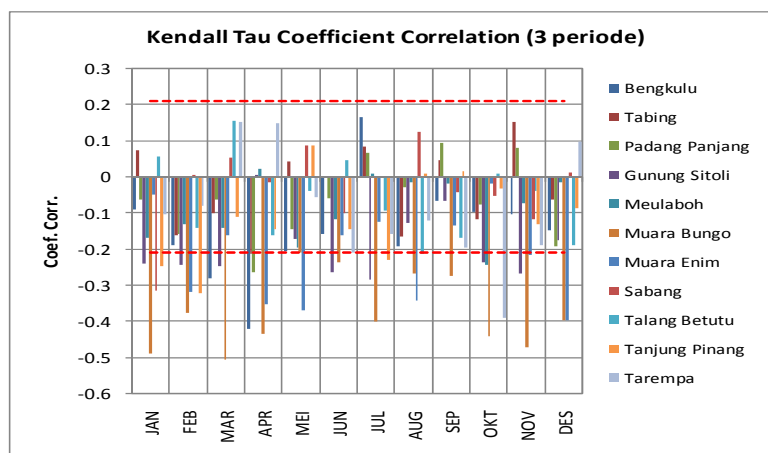
50%. Sebagai acuan hanya ditinjau curah hujan >200 mm (lihat penjelasan mengenai Perubahan Koefisien Variasi di bawah). Tabel 2 meringkas semua hasil analisis dari pos-pos tersebut.

Ringkasan pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa pada wilayah muson selalu terlihat dengan jelas perbedaan musim basah dan kemarau serta pada masa kering rata-rata lamanya kejadian hujan mendekati nol yang berarti hujan yang turun kurang dari 200 mm. Kolom 5 pada Tabel 2 dengan pernyataan “kurang jelas” mengandung pengertian selain perbedaan musim kurang jelas juga di musim kemarau jumlah hujan bulannya lebih dari 200 mm lebih panjang dari grafik dengan kategori muson.

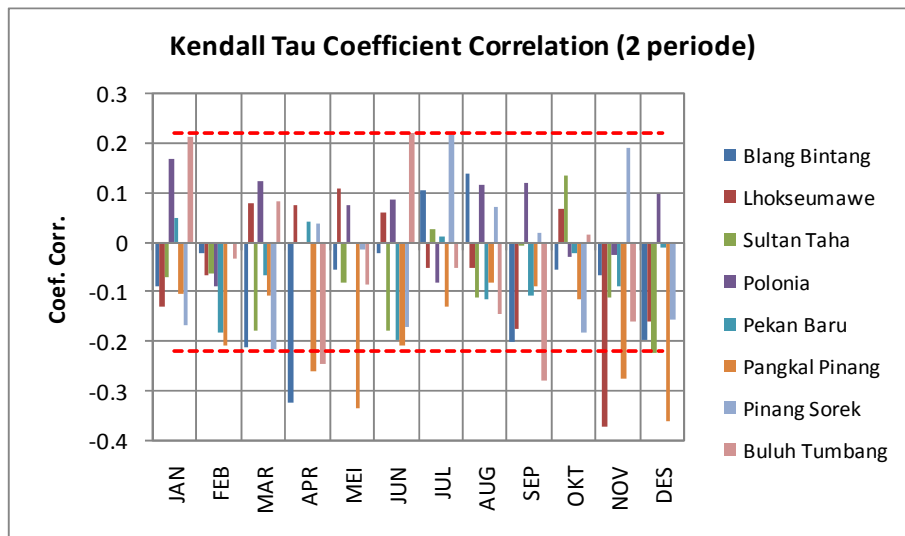
### 3) Curah Hujan Bulanan <100 mm

Untuk curah hujan <100 mm kurang dapat dikaji karena rata-rata kurang dari 2 bulan meskipun bentuk dari pola sebaran masih mirip

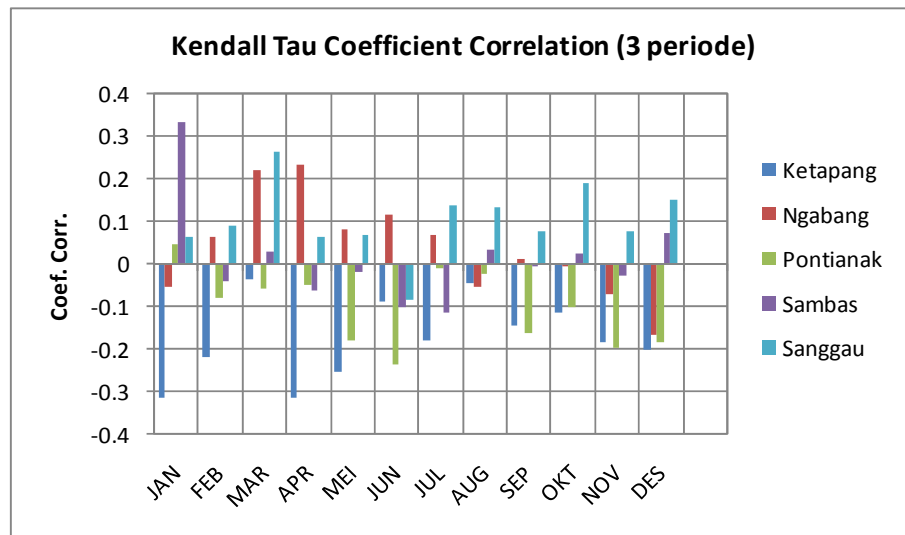
dengan yang kurang dari 200 mm. Sebagian besar pos hujan mengalami kenaikan lamanya kejadian hujan, artinya musim kemarau lebih panjang. Karakteristik hidrologi Pulau Jawa berbeda dengan Pulau Sumatera dan Kalimantan. Pulau Jawa didominasi oleh tipe sebaran hujan monsonal sedangkan kedua pulau tersebut di atas didominasi oleh tipe equatorial sehingga metodologi yang digunakan juga berbeda. Ditambah lagi, sebagian besar dari kedua pulau tersebut termasuk dalam kelompok non-ZPI (BMG, 2007), yang tidak jelas perbedaan musim basah dan keringnya. Berdasarkan kedua sistem tersebut (tipe sebaran hujan dan pen-zona-an) maka penelitian ini mendasarkan hasilnya pada kedua tatanan tersebut. Kedua acuan tersebut kurang dapat terdeteksi dalam pola sebaran hujan yang sebenarnya. Kajian lebih dalam dari sekedar memolakan hujan bulanan dan tahunan dilakukan melalui kajian lamanya kejadian hujan



**Gambar 6** Koefisien Korelasi Kendall untuk Pos Hujan Terpilih (1916-2000an) di Sumatera, Pengujian Keberadaan Trend pada Deret *Percentile*



**Gambar 7** Koefisien Korelasi Kendall untuk Pos Hujan Terpilih (1950-2000an) di Sumatera, Pengujian Keberadaan *Trend* pada Deret *Percentile*



**Gambar 8** Koefisien Korelasi Kendall untuk Pos Hujan Terpilih (1916-2000an) di Kalimantan, Pengujian Keberadaan *Trend* pada Deret *Percentile*

berdasarkan Oldeman dan perencanaan irigasi yang menggunakan R80% sebagai dasar.

## 2 Hasil Uji pada Deret *Percentile* Hujan

*Percentile* hujan bernilai nol sampai dengan satu berasal dari deret hujan bulanan bernilai dari nol sampai ratusan kadang-kadang mencapai seribu. *Percentile* dihitung dari nomor urut (dari kecil ke besar), dibagi jumlah data setiap bulan. Untuk deret waktu panjang, pos-pos hujan pada wilayah Sumatera hampir di sepanjang tahun (Januari-Desember) koefisien korelasinya bernilai negatif yang menengarai kecenderungan hujan mengecil, sehingga dikategorikan mengandung *trend* yang signifikan (Gambar 6). Untuk ukuran

sampel lebih kecil mencakup 2 periode, sebagian besar pos hujan di sepanjang tahun memiliki koefisien korelasi negatif, sehingga dikategorikan mengandung *trend* cukup signifikan (Gambar 7).

Berbeda halnya dengan Sumatera yang sebagian besar memiliki korelasi negatif atau hujan menurun, Kalimantan mempunyai beberapa pos yang memiliki koefisien positif (Gambar 8) terutama di bulan Januari-Maret, variabilitas hujan di Kalimantan lebih tinggi dibandingkan Sumatera.

## 3 Hasil Uji Statistik pada Deret Durasi Rata-rata Per Periode.

Hujan kurang dari 200 mm merupakan patokan dari Oldeman untuk melihat ketidak-

mampuan curah hujan tersebut memenuhi kebutuhan air bagi tanaman padi. Hujan kurang dari 100 mm khususnya menggambarkan ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan air untuk palawija. Hasil uji statistik pada deret durasi rata-rata dari hujan dalam berbagai batas ambang terlihat bahwa durasi dari hujan lebih dan kurang dari 200 mm yang mengandung *trend*, lebih sedikit dibandingkan dengan lamanya kejadian hujan yang lebih dan kurang dari R80%, seperti terlihat pada Tabel 3, Gambar 9, dan Gambar 10. Lamanya kejadian hujan >R80% makin berkurang dan akibatnya lamanya kejadian hujan <R80% bertambah akibat berkurangnya curah hujan.

### KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan telah terjadi perubahan pola hujan

dengan rincian sebagai berikut:

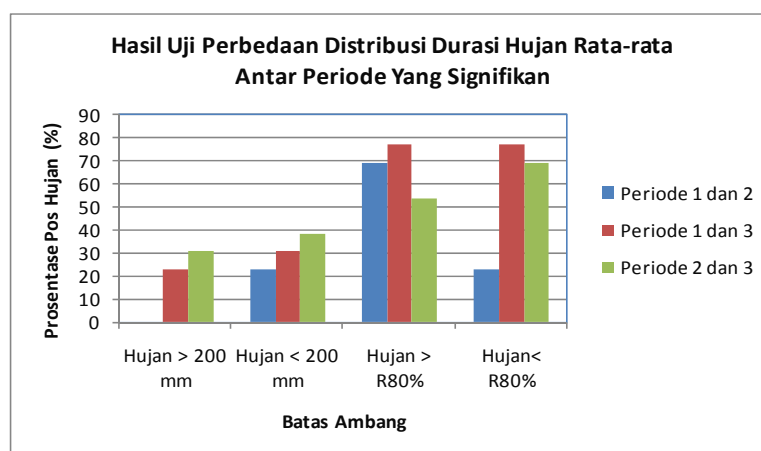
- 1) Pengurangan hujan bulanan hampir di sepanjang tahun di sebagian besar pos hujan dan penambahan hujan terjadi di bulan Januari-Maret untuk Pulau Sumatera sedangkan, untuk Pulau Kalimantan pengurangan hujan terjadi di bulan setelah Maret.
- 2) Pengujian keberadaan *trend* setiap bulan belum cukup karena belum menggambarkan deret hujan basah dan kering. Berdasarkan klasifikasi iklim dari Oldeman ditentukan bahwa curah hujan >200 mm menggambarkan bulan basah, curah hujan 100-200 mm mencerminkan bulan lembab dan curah hujan <100 mm menunjukkan bulan kering.
- 3) Pola rata-rata lamanya kejadian hujan dengan curah hujan >200 mm sama dengan pola sebaran hujan tipe monsunial dan tipe

**Tabel 3** Jumlah Pos Hujan (%) yang Lulus Uji Trend (Kendall) dan Uji Perubahan Distribusi (Mann-Whitney) Untuk Berbagai Batas Ambang Pada Periode 1 (1916-1950), 2 (1951-1980), dan 3 (1981-2000an)

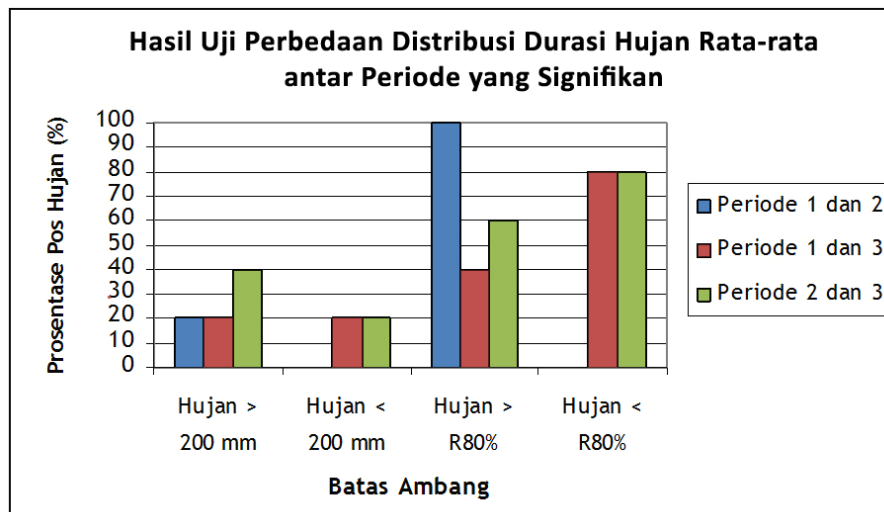
KENDALL	Sumatera		Kalimantan	
DURASI	Positif	Negatif	Positif	Negatif
Hujan > 200 mm		23.1		20
Hujan < 200 mm	38.5		20	
Hujan > 80%	7.7	61.5		20
Hujan < 80%	76.9	7.7	40	

MANN-WHITNEY	Sumatera			Kalimantan		
DURASI	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
Hujan > 200 mm	0	23	31	20	20	40
Hujan < 200 mm	23	31	38	0	20	20
Hujan > 80%	69	77	54	100	40	60
Hujan < 80%	23	77	69	0	80	60



**Gambar 9** Jumlah Pos Hujan (%) pada Wilayah Sumatera yang Lulus Pengujian Perubahan Distribusi Lamanya Kejadian Hujan Rata-rata Berbagai Batas Ambang



**Gambar 10** Jumlah Pos Hujan (%) pada Wilayah Kalimantan yang Lulus Pengujian Perubahan Distribusi Lamanya Kejadian Hujan Rata-rata Berbagai Batas Ambang

equatorial. Sebaliknya pola kebalikannya terjadi terutama pada rata-rata lamanya kejadian hujan kurang dari 200 mm. Rata-rata lamanya kejadian hujan lebih dari 200 mm dijadikan acuan hubungan bentuk pola sebaran durasi setiap bulan dengan tipe sebaran hujan (monsunal dan equatorial) serta ZPI dan non-ZPI, karena menurut hasil pemeriksaan durasi tersebut mempunyai korelasi yang kuat dengan koefisien variasinya (lihat Gambar 5.21). Tipe monsunal mempunyai perbedaan basah dan kering yang cukup jelas, hal ini mengakibatkan koefisien variasi tinggi.

- 4) Periode 1 mencakup tahun 1916-1950, periode 2 mencakup 1951-1980, dan periode 3 mencakup 1981-2000-an. Pola rata-rata durasi di wilayah muson lebih kekar (*robust*) dibandingkan wilayah lain, dalam arti perubahan dari periode ke periode kurang berarti. Pola rata-rata lamanya kejadian hujan di wilayah equator non-ZPI (kurang terlihat ada perbedaan musim) sangat rentan terhadap perubahan terutama di Pulau Sumatera, dalam arti perubahan lamanya kejadian hujan dari periode ke periode semakin buruk (lamanya kejadian hujan di musim basah semakin pendek atau lamanya kejadian hujan di musim kemarau makin panjang).
- 5) Di wilayah muson durasi musim basah lebih pendek dari musim kemarau untuk Pulau Sumatera. Sedangkan untuk Pulau Kalimantan meskipun equator-non ZPI akan tetapi musim basah selalu lebih panjang dari kemarau.

- 6) Sawah yang ditanam pada areal equator non-ZPI di Sumatera sangat rentan akan perubahan iklim, ditengarai oleh makin pendek musim basah dan makin panjang musim kemarau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Mulyani, N. Heryani, G. Irianto. 2004. Analisis Perkembangan Sumberdaya Lahan dan Air Mendukung Ketahanan Pangan. *Hotel Bidakara-Jakarta: Widiakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG) VIII*.
- Abdurachman, A. 2005. Pembukaan Lahan Pertanian Baru Mendukung Revitalisasi Pertanian. *Puslitbangtanak Bogor: Laporan Bulanan Puslitbangtanak bulan Maret 2005*.
- Aldrian, Edwin and Dwi Susanto. 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia And Their Relationship To Sea Surface Temperature. *Int. J. Climatol.* 23: 1435-1452.
- BMG. 2007. *Atlas Curah Hujan di Indonesia Rata-rata 1971-2000*. Jakarta.
- Gleick, P.H. 2000. *Water: The potential Consequences of Climate Variability and Change for the Water Resources of the United States*. U.S. Geological Survey.

- Haylock, Malcolm and Neville Nicholls. 2000. Trends In Extreme Rainfall Indices For An Updated High Quality Data Set For Australia, 1910–1998. *International Journal of Climatology*. 20: 1553-1541.
- Khan, Asim Rauf. 2001. *Analysis of Hydro-meteorological Time Series: Searching evidence for climatic change in the Upper Indus Basin*. Lahore, Pakistan.
- Nigel, A., L. Chunzhen and R. Compagnucci, et.al. 2001. *Climate Change 2001: Working Group II : Impact, Adaptation and Vulnerability*. Chapter 4 : Hydrology and water resources. IPCC.
- Pamungkas, Putra. 2006. *Pola Umum Curah Hujan di Indonesia*. <http://klastik.wordpress.com> (accessed March 24, 2009).
- Suryana, A., A. Adimihardja, A. Mulyani, Hikmatullah, dan A. Siswanto. 2005. *Prospek Dan Arah Pengembangan Agribisnis: Tinjauan Aspek Kesesuaian Lahan*. Balitbang Pertanian, Departemen Pertanian.
- Soetamto. 2009. *Perubahan Pola Musim dan Curah Hujan di Indonesia, Forum Discussion Group Identifikasi Dampak Perubahan Iklim pada Sektor SDA*. Balai Irigasi, Bekasi.
- Tjasyono, Bayong. 1999. *Klimatologi Umum*. Bandung: FMIPA-ITB.
- Tjasyono, Bayong. 2004. *Klimatologi*. Bandung: ITB Press. Cetakan Ke-2.