

## ANALISIS TREN IKLIM DAN KETERSEDIAAN AIR TANAH DI PALEMBANG, SUMATRA SELATAN

### CLIMATE AND SOIL WATER TRENDS ANALYSIS FOR PALEMBANG REGION, SOUTH SUMATRA

Muh Taufik<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Laboratorium Hidrometeorologi, Departemen Geofisika dan Meteorologi  
Gedung FMIPA Wing 19 Lv. 4 Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

\* Corresponding author. E-mail: [mtaufik@ipb.ac.id](mailto:mtaufik@ipb.ac.id)

Penyerahan Naskah: 2 Februari 2010  
Diterima untuk diterbitkan: 3 Juni 2010

#### ABSTRACT

*Long-term climate trend is being one of greatest research interests amongst climate scientists around the world to see whether climate change occurs or not at local, regional or global scale. However, only a few studies are available that discusses trend of climate extreme in equatorial climate, Indonesia. This paper tries to analyze climate trend and its impact to water availability in Palembang region using daily rainfall and air temperature data for the year of 1984-2009. Trend analysis was performed using Mann-Kendall test at  $\alpha$  equal to 5%. We found that daily air temperature indicated that the rise of maximum, average, and minimum temperatures has occurred with statistically significant changes during the observation period. However, daily temperature range did not significantly change. We didn't find any significant change for rainfall predictors except the number of rainfall event that significantly showed a decrease trend. With a simple water balance, we calculated monthly soil water content indicating that its' decline was statistically significant ( $\alpha=5\%$ ). With these findings, we have not made a conclusion whether climate change occurred or not yet, until influence of local effect such as urban heat island clearly explained.*

**Keywords:** *climate extreme, drought, Mann-Kendall test, significant, water balance*

#### PENDAHULUAN

Kondisi cuaca dan iklim dapat menyebabkan kejadian bencana alam yang mematikan dan merusak bagi ekosistem dan lingkungan terutama yang disebabkan oleh kejadian cuaca/iklim ekstrim. Kejadian cuaca/iklim ekstrim akan berpengaruh pada ketersediaan air apakah suatu wilayah akan mengalami defisit air atau surplus air. Defisit air dapat identik dengan kekeringan jika terjadi dalam waktu yang lama. Kekeringan panjang pada akhir tahun 1997 yang disebabkan oleh musim hujan yang datang terlambat akibat variabilitas iklim elnino 1997/1998 yang terjadi di wilayah Indonesia telah menyebabkan bencana kebakaran hutan yang meluas di wilayah ekuatorial Sumatra dan Kalimantan (lihat Page *et al.*, 2002).

Menjadi sangat penting untuk mengetahui rekaman iklim yang telah terjadi dan pengaruh yang ditimbulkan oleh iklim tersebut terhadap

ketersediaan air pada suatu wilayah. Permasalahan tersebut diangkat untuk menjawab beberapa pertanyaan: apakah ada peningkatan kejadian iklim/cuaca ekstrim, bagaimana tren suhu udara dan curah hujan sebagai prediktor iklim yang terjadi di suatu wilayah, bagaimana pengaruh prediktor iklim tersebut terhadap ketersediaan air, dan dengan cara bagaimana alat bantu ilmiah (*scientific tools*) digunakan untuk menganalisis permasalahan tersebut.

Studi dan evaluasi tentang perubahan iklim secara tradisional menggunakan rekaman data yang panjang minimal sekitar 30 tahun. Ada dua unsur iklim yang sering dijadikan sebagai prediktor perubahan iklim yaitu suhu udara dan curah hujan (lihat Karl *et al.*, 1993; Easterling *et al.*, 2000; Frich *et al.*, 2002). IPCC (2001) melaporkan tren suhu udara rata-rata global mengalami peningkatan sebesar 0,6°C selama abad ke-20. Karl *et al.*, (1993) menyebutkan selama periode 1951-1990 suhu udara

minimum mengalami peningkatan sebesar  $0,84^{\circ}\text{C}$  sebanding dengan tiga kali kenaikan suhu udara maksimum sehingga kisaran suhu udara rata-rata mengalami penurunan. Temuan tersebut didukung oleh Griffith *et al.*, (2005) yang melakukan kajian tren suhu udara di kawasan Asia Pasifik yaitu ada peningkatan yang signifikan untuk prediktor suhu udara minimum rata-rata dan suhu udara maksimum rata-rata. Secara global, hasil kajian Alexander *et al.*, (2006) mengindikasikan bahwa terjadi tren perubahan yang signifikan pada prediktor suhu udara minimum dan suhu udara maksimum, sebaliknya prediktor curah hujan mengindikasikan ada kecenderungan kondisi lebih basah selama periode 1951-2003.

Potensi perubahan iklim dapat dilihat dari kecenderungan prediktor-prediktor iklim selama kurun waktu yang panjang. Teknik yang digunakan yaitu dengan analisis tren data suhu udara dan curah hujan. Salah satu teknik statistik yang sering digunakan dalam studi tren iklim yaitu uji statistik Mann-Kendall. Uji ini telah digunakan secara luas untuk deteksi tren data iklim terutama data curah hujan (lihat Pal dan Al-Tabbaa, 2009; Bonaccorso *et al.*, 2005; Su *et al.*, 2006), dan data hidrologi (lihat: Burn *et al.*, 2004a; Burn *et al.*, 2004b; Cunderlik dan Ourda, 2009; Petrow dan Merz, 2009). Analisis tren secara umum juga telah digunakan secara luas untuk mengevaluasi potensi perubahan iklim dan variabilitas iklim terhadap sumberdaya air di belahan dunia. Sebagai contoh Fowler dan Archer (2005) yang melakukan kajian di Pakistan, Loáiciga *et al.*, (2000) di Amerika, dan Fowler *et al.*, (2003) di Inggris.

Kajian tren iklim di Indonesia telah dilakukan oleh Manton *et al.*, (2001) yang menyebutkan tidak ada tren yang signifikan untuk kejadian hujan ekstrim. Namun, Aldrian dan Jamil (2008) menemukan penurunan yang signifikan pada curah hujan di DAS Brantas, Jawa Timur. Kajian tentang dampak perubahan iklim terhadap sumberdaya air di Indonesia masih jarang dilakukan dan dipublikasikan. Penelitian ini ingin menjawab pertanyaan sebelumnya dengan mengambil lokasi kajian di provinsi Sumatra Selatan. Curah hujan di provinsi ini terpengaruh oleh variabilitas iklim ENSO (Aldrian dan Susanto 2003), dan kemunculan awal musim hujan sangat menentukan potensi terjadi kebakaran pada lahan gambut yang banyak tersebar di wilayah ini.

Penelitian ini penting untuk dilakukan mengingat kajian tentang tren iklim dan pengaruhnya terhadap sumberdaya air di Indonesia masih sedikit terutama pada wilayah ekuator yang banyak memiliki lahan gambut. Berdasarkan hal tersebut, makalah ini bertujuan untuk: (i) menganalisis tren suhu udara dan curah hujan

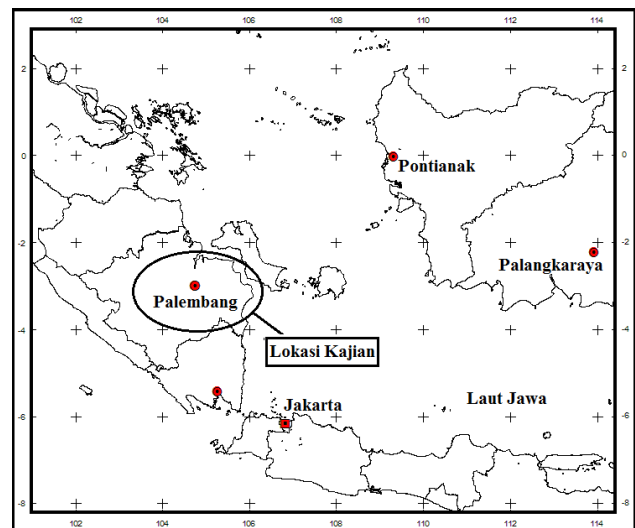
bulanan, (ii) menganalisis pengaruh perubahan suhu udara dan curah hujan terhadap ketersediaan air di Palembang, dan (iii) mengkaji pengaruh variabilitas iklim terhadap ketersediaan air di Palembang.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi kajian

Data iklim diperoleh dari Stasiun Klimatologi Kenten, Palembang yang secara geografis terletak pada koordinat  $2^{\circ}59'27.99''\text{LS } 104^{\circ}45'24.24''\text{BT}$ , dengan periode pengamatan mulai 1 Januari 1984 hingga 30 September 2009. Lokasi kajian merupakan wilayah equator (Gambar 1) dengan curah hujan tahunan sebesar 2450 mm selama periode 1984-2009. Suhu rata-rata harian sebesar  $27,1^{\circ}\text{C}$  dengan suhu udara minimum rata-rata sebesar  $20,5^{\circ}\text{C}$  dan suhu udara maksimum rata-rata sebesar  $35,1^{\circ}\text{C}$ .

Secara umum zona ekologi Sumatra dari arah Barat ke Timur dapat dikelompokkan menjadi lima zona ekologi (lihat Murdiyarto *et al.* 2002) yaitu: ekologi pantai barat, pegunungan, *piedmont*, *penepplain*, dan rawa di pantai timur Sumatra. Lokasi kajian di Palembang, Sumatra Selatan didominasi oleh zona ekologi *penepplain* dengan salah satu ciri berupa ketinggian tempat kurang dari 100m.



Gambar 1 Lokasi kajian di Palembang, Sumatra Selatan yang terletak di ekuator.

### Analisis Ketersediaan Air Tanah Bulanan

Data iklim Stasiun Kenten, Palembang periode 1984-2009 digunakan untuk analisis ketersediaan air. Evapotranspirasi (ET<sub>o</sub>) dihitung secara harian dengan metode Hargreaves yang diakumulasikan menjadi data evapotranspirasi bulanan. Pada kondisi ketersediaan data iklim yang kurang, metode ET<sub>o</sub> Hargreaves direkomendasikan untuk menggantikan

metode ETo Penmann-Monteith (Allen *et al.*, 1998). Metode Hargreaves dinyatakan sebagai (Hargreaves dan Allen, 2003):

$$ET = 0.00939 Ra \sqrt{(T_{max} - T_{min})} (T_{av} + 17.8) \quad (1)$$

Pendugaan kadar air tanah bulanan menggunakan metode neraca air sederhana mengikuti model Thornthwaite dan Matter (Xiong dan Guo, 1999). Ketersediaan air bulanan ditentukan secara kontinu untuk seluruh data dimulai bulan Januari 1984 dengan kadar air tanah awal ditetapkan sebesar 150 mm. Penentuan nilai kadar air tanah awal ( $KAT_0$ ) sangat sensitif dalam menentukan ketersediaan air tanah. Pada kajian ini nilai  $KAT_0$  ditetapkan sebesar 150 mm dengan alasan hujan yang turun pada akhir bulan Desember cukup untuk membasahi tanah. Jika curah hujan bulanan pada bulan  $i$  ( $P_i$ ) lebih besar dari nilai  $ET_i$  pada bulan  $i$  maka nilai kadar air tanah bulanan pada bulan ke- $i$  ( $KAT_i$ ) dihitung dengan persamaan berikut:

$$KAT_i = P_i - ET_i - KAT_{i-1} \dots \quad (2)$$

$KAT_{i-1}$  kadar air tanah pada bulan  $i - 1$ ,  $KAT_i$  yang melebihi *soil water holding capacity* (SWHC) diasumsikan hilang sebagai limpasan. Dalam kajian ini, perkolasi tidak diperhitungkan dalam model neraca air yang digunakan. Nilai SWHC diasumsikan sebesar 200 mm/m. Jika  $P_i < ET_i$  maka  $KAT_i$  dihitung dengan persamaan berikut:

$$KAT_i = KAT_{i-1} * \exp(-(P_i - ET_i)/SWHC) \dots \quad (3)$$

Metode neraca air pada Persamaan 2 telah banyak digunakan untuk analisis ketersediaan air. Thomas (2000) menggunakan metode neraca air tersebut untuk menganalisis pengaruh tren evapotranspirasi dan presipitasi terhadap kadar air tanah dan indeks hasil tanaman di China. Diaz *et al.*, (2007) menggunakan metode neraca air tersebut untuk evaluasi perubahan iklim terhadap kebutuhan air irigasi di Spanyol.

#### Analisis tren iklim dan ketersediaan air tanah

Burn dan Elnur (2002) menjelaskan pendekatan sistematis untuk menentukan signifikansi tren data seri hidrologi. Dalam kajian ini, pendekatan sistematis tersebut juga digunakan untuk menentukan signifikansi tren data iklim bulanan daerah yang dikaji, yang mengikuti

prosedur sebagai berikut (Burn dan Elnur, 2002):

1. Pemilihan peubah yang akan dikaji. Dalam penelitian ini, prediktor yang dikaji disajikan pada Tabel 1.
2. Pemilihan lokasi stasiun yang akan diteliti. Faktor penting yang harus diperhatikan yaitu panjang data. Penelitian ini menggunakan studi kasus Stasiun Kenten, Palembang dengan periode pengamatan 1984-2009.
3. Pengujian tren terhadap data prediktor iklim terpilih, evapotranspirasi, dan kadar air tanah. Tahapan ini dapat dilakukan dengan menggunakan uji non-parametrik Mann-Kendall (Persamaan 4-7). Prediktor iklim yang dianalisis disajikan pada Tabel 1.
4. Penentuan signifikansi tren.

#### Analisis tren dengan menggunakan uji Mann-Kendall

Statistik  $S$  Mann-Kendall dihitung dengan persamaan:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{Sgn}(X_j - X_i) \dots \quad (4)$$

$X_i$  dan  $X_j$  adalah data urut,  $n$  adalah jumlah data

$$\text{Sgn}(X_j - X_i) = \begin{cases} +1 & X_j - X_i > 0 \\ 0 & \text{if } X_j - X_i = 0 \dots \quad (5) \\ -1 & X_j - X_i < 0 \end{cases}$$

Ragam dari statistik  $S$  Kendall ditentukan dengan:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \dots \quad (6)$$

Signifikansi tren diuji dengan membandingkan nilai  $Z$  pada  $\alpha = 5\%$

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \dots \quad (7) \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases}$$

Sahoo dan Smith (2009) menyatakan jika  $|Z| \geq Z_{1-\alpha/2}$  maka terdapat tren pada data yang diuji,  $Z$  adalah nilai standar sebaran normal dan  $\alpha$  adalah tingkat kepercayaan. Dalam penelitian ini nilai  $\alpha$  yang digunakan untuk menguji signifikansi tren yaitu sebesar 5%.

Tabel 1. Beberapa prediktor iklim dan hidrologi yang digunakan untuk analisis tren.

Jenis Prediktor	Simbol	Unit	Keterangan
Suhu udara maksimum bulanan	TXx	°C	Suhu udara maksimum harian yang terjadi pada bulan tertentu
Suhu udara minimum bulanan	TNn	°C	Suhu udara minimum harian yang terjadi pada bulan tertentu
Suhu udara rata-rata bulanan	Ta	°C	Suhu udara rata-rata yang terjadi pada bulan tertentu
Kisaran suhu udara rata-rata bulanan	DTR	°C	Rataan dari selisih antara TX dan TN
Curah hujan maksimum harian	RX	mm	Curah hujan harian maksimum pada bulan tertentu
Kejadian curah hujan ekstrim	R <sub>50mm</sub>	-	Curah hujan harian >50mm
Frekwensi hari hujan	Pr	-	Jumlah hari hujan dalam setahun
Curah hujan bulanan	Pmo	mm	Curah hujan bulanan pada bulan tertentu
Evapotranspirasi standar	ET	mm	Dihitung dengan Metode Hargreaves
Kadar air tanah bulanan	KAT	mm	Dihitung dengan metode neraca air

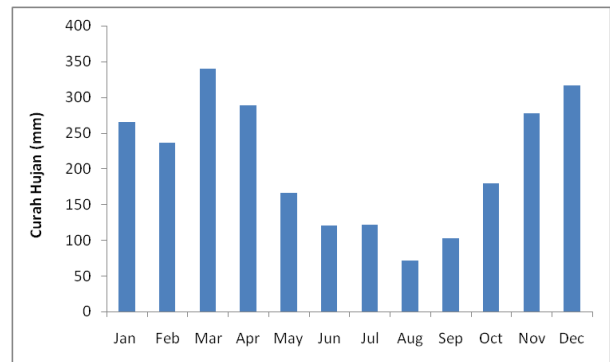
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Umum

Provinsi Sumatra Selatan menerima curah hujan cukup sepanjang tahun dengan jumlah hari hujan rata-rata yaitu sejumlah 167 hari selama periode pengamatan 1984-2009. Curah hujan harian maksimum yang pernah tercatat sebesar 215 mm terjadi pada tanggal 4 Maret 2002. Rata-rata curah hujan bulanan terendah terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 71 mm per bulan, sedangkan rata-rata curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan Maret yaitu sebesar 339 mm per bulan (Gambar 2). Selama periode tersebut, frekwensi curah hujan bulanan kurang dari 60 mm terjadi sebanyak 37 kali (12%), sedangkan frekwensi curah hujan bulanan melampaui 100 mm sebanyak 240 kali (77%), dan sisanya merupakan curah hujan bulanan antara 60 mm hingga 100 mm per bulan. Curah hujan tahunan berkisar dari 1626 mm (minimum, tahun 1987) hingga 3540 mm (maksimum, tahun 2001). Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson, wilayah Palembang termasuk ke dalam kelas A yaitu daerah sangat basah dengan vegetasi hujan tropis.

Selama periode 1984-2009, kisaran suhu udara harian (DTR, *daily temperature range*) di Stasiun Kenten pernah mencapai nilai tertinggi sebesar 14,6°C yaitu pada tanggal 25 Desember 1992. Pada tanggal tersebut suhu udara minimum mencapai titik terendah sebesar 17,6°C. DTR mencapai nilai terendah sebesar 1,4°C pada tanggal 8 Mei 2002. Pada tanggal tersebut Tmin 25,8°C, Tmax 27,2°C, dan nilai ETo juga mencapai titik terendah sebesar 1,66mm per hari. Nilai ETo rata-rata harian sebesar 4,31°C. Suhu udara harian maksimum tahunan berkisar 34°C hingga 36,6°C (tanggal 24 Maret 2003), sedangkan suhu udara harian minimum tahunan berkisar 17,6°C hingga 21,8°C. Berdasarkan

klasifikasi iklim Koppen (Kottek *et al.*, 2006), lokasi kajian termasuk bertipe iklim Af.



Gambar 2 Curah hujan bulanan rata-rata di Stasiun Kenten, Palembang selama periode pengamatan tahun 1984 – 2009.

### Kadar Air Tanah (KAT)

Dengan distribusi hujan yang merata sepanjang tahun yang ditunjukkan oleh curah hujan lebih dari 100 mm per bulan sekitar 77%, lokasi kajian relatif tidak mengalami masalah dengan kekurangan air. Hasil analisis KAT bulanan menunjukkan frekwensi KAT mencapai nilai maksimum (200mm) sebanyak 190 kali (61%), KAT pada interval 150-200 mm sebanyak 36 kali (12%), KAT pada interval 100-150mm sebanyak 35 kali (11%), dan KAT kurang dari 100 mm per bulan sebanyak 51 kali (16%). Secara umum, lokasi kajian selalu mengalami masalah kelebihan air karena KAT sering mencapai kondisi kapasitas lapang.

Meskipun secara statistik jumlah air yang tersedia melimpah, pada kasus tertentu seperti pada musim kemarau 1997, lokasi kajian mengalami kekeringan panjang. Pada periode Agustus 1997- November 1997, KAT bulanan secara berturut-turut

mencapai nilai kurang dari 50mm dengan puncak KAT terendah mencapai angka 7mm pada bulan November. Pada kondisi tersebut tanah tidak lagi memiliki air yang tersedia bagi tanaman. Frekwensi kejadian KAT kurang dari 100mm sebanyak 51 kali (16%) yang tersebar pada 15 tahun berbeda (Tabel 2). Tahun yang selalu basah dengan curah hujan sebesar 100 mm per bulan ada 11 tahun yaitu tahun 1984-1986, 1989, 1992, 1995, 1996, 1998, 2000, 2001, dan 2005. Frekwensi kejadian KAT kurang

dari 100 mm per bulan dapat diklasifikasikan menjadi KAT sebesar 60-100 dan KAT < 60 mm per bulan (Tabel 2) dengan persentase sebesar 7,7% dan 8,7% secara berturut-turut. Tahun 1987 dan 1997 merupakan tahun dimana frekwensi KAT < 60mm per bulan sebanyak 4 kali. Kondisi tersebut sangat rentan untuk kejadian kebakaran hutan, mengingat kandungan gambut yang dominan pada ekologi rawa di bagian timur Sumatra Selatan (Murdiyarsa *et al.*, 2002).

Tabel 2. Frekwensi KAT bulanan pada periode kering 1984-2009

Tahun	Kadar Air Tanah		Tahun	Kadar Air Tanah	
	60-100 mm	<60 mm		60-100 mm	<60 mm
1987	1	4	1999	1	0
1988	2	0	2002	1	2
1990	1	2	2003	3	1
1991	1	3	2004	2	0
1993	1	1	2006	0	3
1994	1	3	2007	2	2
1997	1	4	2008	4	1
			2009	3	1

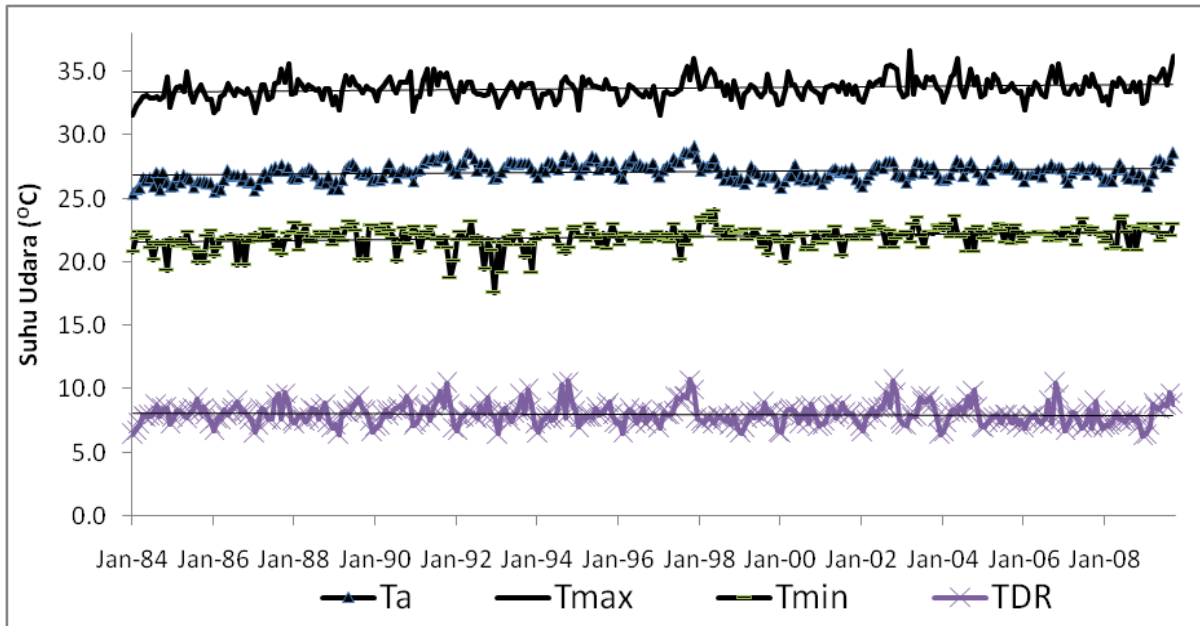
### Tren Iklim dan Kadar Air Tanah

Tren jangka panjang iklim untuk Palembang bervariasi untuk tiap prediktor suhu udara dan curah hujan (Tabel 3). Tiga dari prediktor suhu udara yang diuji yaitu  $T_a$ ,  $T_{max}$ , dan  $T_{min}$  bulanan menunjukkan tren perubahan yang signifikan (Gambar 3) pada selang kepercayaan 95%. Akan tetapi untuk prediktor DTR tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada selang kepercayaan 95%. Dalam jangka panjang, DTR menunjukkan tren negatif yang mungkin berasosiasi dengan tren jangka panjang suhu udara minimum yang meningkat secara signifikan. Hasil kajian Karl *et al.*, (1993) menunjukkan ada penurunan DTR secara global yang mungkin disebabkan oleh peningkatan penutupan awan.

Selama periode 1984-2009,  $T_{min}$  meningkat sebesar  $0,0011^{\circ}\text{C}$  per tahun, sedangkan  $T_{max}$  meningkat sebesar  $0,0008^{\circ}\text{C}$  per tahun. Tren tersebut sesuai dengan temuan penelitian lain pada lokasi yang berbeda. Griffith *et al.*, (2005) menyebutkan tren suhu udara (1961-2003) di kawasan Asia Pasifik mengalami peningkatan signifikan untuk prediktor suhu udara minimum rata-rata dan suhu udara maksimum rata-rata. Karl *et al.*, (1993) juga menyebutkan terdapat peningkatan  $T_{min}$  selama periode 1951-1990 dengan menggunakan data dari 2000 stasiun di

dunia. Nicholls dan Alexander (2007) juga menyebutkan terjadi perubahan yang signifikan pada suhu ekstrim.

Tren jangka panjang variabel curah hujan menunjukkan perubahan yang tidak signifikan ( $\alpha=5\%$ ) untuk prediktor curah hujan harian maksimum dan curah hujan tahunan. Temuan tersebut sesuai dengan yang dinyatakan oleh Manton *et al.*, (2001) yang menyebutkan tidak ada perubahan signifikan pada curah hujan ekstrim di Indonesia selama periode 1961-1998 pada 6 stasiun terpilih (Pangkal Pinang, Jakarta, Balikpapan, Manado, Ambon, dan Palu). Temuan berbeda diperoleh Aldrian dan Djamil (2008) yang menyebutkan ada tren penurunan yang signifikan pada prediktor curah hujan selama periode 1955-2005 untuk DAS Brantas, Indonesia. Sebaliknya, secara global Easterling *et al.*, (2000) menemukan peningkatan curah hujan tahunan pada wilayah lintang tinggi. Hasil penelitian juga menemukan frekwensi hari hujan menunjukkan tren turun secara signifikan (Tabel 3), sedangkan kejadian hujan ekstrim tidak menunjukkan perubahan yang signifikan ( $\alpha=5\%$ ). Frich *et al.*, (2002) mengemukakan ada perubahan signifikan pada peningkatan jumlah kejadian hujan ekstrim pada periode pertengahan kedua abad ke-20.



Gambar 3 Tren prediktor suhu udara bulanan untuk periode pengamatan 1984-2009.

Tabel 3. Prediktor iklim dan hidrologi yang menunjukkan tren signifikan ( $\alpha=5\%$ )

Prediktor	Naik	Netral	Turun
<i>Iklim (1984-2009)</i>			
Ta	√		
Tmax	√		
Tmin	√		
DTR		√	
Curah hujan maksimum harian		√	
Curah hujan tahunan		√	
Jumlah hari hujan			√
Curah hujan ekstrim		√	
<i>Hidrologi (1984-2009)</i>			
Evapotranspirasi		√	
Kadar air tanah			√

Tren evapotranspirasi tidak mengalami perubahan yang signifikan ( $\alpha = 5\%$ ), berbeda dengan temuan Roderick dan Farquhar (2004) yang menyebutkan terjadi tren perubahan evaporasi panci yang mengalami penurunan secara signifikan ( $\alpha=5\%$ ) di Australia untuk periode 1970-2002. Berbeda dengan evapotranspirasi, kadar air tanah menunjukkan tren perubahan yang berkurang secara signifikan ( $\alpha = 5\%$ ). Temuan ini sesuai dengan Dai *et al.*, (2004) yang menyebutkan ada perluasan kekeringan di sebagian dunia. Meskipun mengalami perubahan signifikan, data jangka panjang yang terjamin kualitasnya sangat menentukan perhitungan kadar air tanah seperti yang diindikasikan oleh Nicholls dan Alexander (2007).

Beberapa temuan menunjukkan prediktor suhu udara dan curah hujan mengalami perubahan yang signifikan, namun bukan berarti perubahan tersebut menunjukkan telah terjadi perubahan iklim di lokasi kajian. Karl *et al.*, (1993) mengemukakan efek lokal akibat campur tangan manusia harus diperhitungkan dalam kajian *Daily Temperature Range* yang meliputi: *urban heat island*, irigasi, dan penggurunan (*desertification*). Dalam kajian ini belum dipisahkan dan dianalisis efek lokal terhadap perubahan nilai DTR.

Peluang penelitian selanjutnya dapat diarahkan untuk mendapatkan frekwensi kejadian iklim ekstrim berdasarkan pengaruh musim, pergerakan matahari, dan variabilitas iklim El Nino/La Nina. Beberapa ahli menyebutkan pengaruh ENSO sangat kuat terhadap kejadian hujan di Indoensia (lihat Haylock dan McBride 2001; Adrian dan Susanto 2003; Aldrian dan Djamil 2008). Dengan menggunakan data suhu udara periode 1961-2003, Nicholls *et al.*, (2005) melaporkan ada hubungan yang erat antara peningkatan jumlah *warm nights* dan *hot days* di wilayah Asia Pasifik dalam setahun setelah kemunculan El Nino.

### KESIMPULAN

Evaluasi tren jangka panjang data iklim Palembang untuk periode 1984-2009 menghasilkan temuan sebagai berikut:

1. Terdapat perubahan secara signifikan pada peningkatan suhu udara maximum, suhu udara rata-rata, dan suhu udara minimum
2. Perubahan kisaran suhu udara harian tidak signifikan

3. Seluruh prediktor curah hujan yang diuji yaitu curah hujan maksimum harian, curah hujan tahunan, curah hujan ekstrim tidak mengalami perubahan yang signifikan kecuali frekwensi kejadian hari hujan yang cenderung turun signifikan.
4. Meskipun tidak terjadi perubahan yang signifikan pada nilai evapotranspirasi, tren jangka panjang kadar air tanah menunjukkan perubahan yang berkurang secara signifikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian E., and R.D. Susanto. 2003. Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *Int. J. Climatol.* 23: 1435–1452
- Aldrian E., and Y.S. Djamil. 2008. Spatio-temporal climatic change of rainfall in East Java Indonesia. *Int. J. Climatol.* 28: 435–448
- Alexander L. V., et al. (2006), Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, *J. Geophys. Res.*, 111, D05109, doi:10.1029/2005JD006290.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. 1998. Crop evapotranspiration; Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO. Rome
- Bonaccorso B., A. Cancelliere, G. Rossi. 2005. Detecting trends of extreme rainfall series in Sicily. *Advances in Geosci.* 2: 7–11
- Burn DH, and MAH Elnur. 2002. Detection of hydrologic trends and variability. *J. Hydrol.* 255: 107 – 122
- Burn D.H., O.I. Abdul-Aziz, A. Pietroniro. 2004a. A Comparison of Trends in Hydrological Variables for two Watersheds in the Mackenzie River Basin. *Canadian Water Resources J.* 29(4): 283–298
- Burn D.H., J.M. Cunderlik, A. Pietroniro. 2004b. Hydrological trends and variability in the Liard River basin. *Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques* 49(1): 53–67
- Dai, A., Trenberth, K.E. and Qian, T. 2004: A global data set of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: relationship with soil moisture and effects of surface warming. *Journal of Hydrometeorology* 5, 1117–30.
- Diaz J.A.R., E. K. Weatherhead, J. W. Knox, and E. Camacho. 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. *Reg. Environ. Change* 7:149–159. DOI 10.1007/s10113-007-0035-3
- Easterling D.R., J.L. Evans, P. Ya. Groisman, T.R. Karl, K.E. Kunkel, and P. Ambenje. 2000. Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 81(3): 417–425
- Fowler H.J., C. G. Kilsby, and P. E. O’Connell. 2003. Modeling the impacts of climatic change and variability on the reliability, resilience, and vulnerability of a water resource system. *Water Resour. Res.* 39(8): 1222, doi:10.1029/2002WR001778
- Fowler H.J., and D.R. Archer. 2005. Hydro-climatological variability in the Upper Indus Basin and implications for water resources. *IAHS Publ.* 295 pp. 131–138
- Frich P., L. V. Alexander, P. Della-Marta, B. Gleason, M. Haylock, A. M. G. Klein Tank, and T. Peterson. 2002. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Clim Res* 19: 193–212
- Griffiths G.M., L. E. Chambers, P. M. Della-Marta, N. Ouprasitwong, A. Gosai, D. Solofa, M. R. Haylock, N. Iga, L. Tahani, R. Lata, M. J. Manton, V. Laurent, D. T. Thuy, L. Tibig, N. Nicholls, L. Maitrepierre, B. Trewin, H.-J. Baek, Y. Choi, H. Nakamigawa, K. Vediapan, and P. Zhai. 2005. Change in mean temperature as a predictor of extreme temperature change in the Asia–pacific region. *Int. J. Climatol.* 25: 1301–1330
- Hargreaves, G.H., R.G. Allen. 2003. History and Evaluation of Hargreaves Evapotranspiration Equation. *J. Irrig. Drain. E.* 129(1):53 - 63. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9437(2003)129:1(53)
- Haylock M., and J. McBride. 2001. Spatial Coherence and Predictability of Indonesian Wet Season Rainfall. *J. Climate* 14: 3882–3887
- Karl T.R., P.D.Jones, R.W. Knight, G. Kukla, N. Plummer, V. Razuvayev, K.P. Gallo, J. Lindsey, R.J. Charlson, and T.C. Peterson. 1993. Asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 74(6): 1007–1023
- Kottek M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification Updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15(3): 259–263
- Loáiciga H.A., D.R. Maidment, and J.B. Valdes. 2000. Climate-change impacts in a regional karst aquifer, Texas, USA. *J. Hydrol* 227: 173–194
- Manton MJ, PM Della-Marta, MR Haylock, KJ Hennessy, N Nicholls, LE Chambers, DA Collins, G Daw, A Finet, D Gunawan, K Inape, H Isobe, TS Kestin, P Lefale, CH Leyu, T Lwin, L Maitrepierre, N Ouprasitwong, CM Page, J Pahalad, N Plummer, MJ Salinger, R Suppiah, VL Tran, B Trewin, I Tibig and D YEE. 2001. Trends in extreme daily rainfall and temperature in southeast asia and the south pacific: 1961–1998. *Int. J. Climatol.* 21 (3): 269–284, DOI: 10.1002/joc.610
- Murdiyarto, D., M. van Noordwijk, U.R. Wasrin, T.P. Tomich, A.N. Gillison. 2002. Environmental benefits and sustainable land-use options in the Jambi transect, Sumatra. *J. Vegetation Sci.* 13:429–438
- Nicholls N., H.-J. Baek, P. M. Della-Marta, M. J. Manton, D. T. Thuy, A. Gosai, G. M. Griffiths, H. Nakamigawa, L. Tibig, B. Trewin, L. E. Chambers, R. Haylock, N. Ouprasitwong, K. Vediapan, Y. Choi, N. Iga, D. Collins, R. Lata, D. Solofa, and P. Zhai. 2005. The El Niño–Southern Oscillation and daily temperature extremes in East Asia and the west Pacific. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L16714, doi:10.1029/2005GL022621

- Nicholls N., and L. Alexander. 2007. Has the climate become more variable or extreme? *Progress* 1992-2006. *Progress in Physical Geography* 7 (31): 77-87. DOI: 10.1177/0309133307073885
- Page S.E., F. Siegert, J.O. Rieley, H-D.V. Boehm, A. Jayak, and S. Limin. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420: 61-65
- Pal I., A. Al-Tabbaa. 2009. Trends in seasonal precipitation extremes – An indicator of ‘climate change’ in Kerala, India. *J. Hydrol.* 367: 62–69
- Petrow T., B. Merz. 2009. Trends in flood magnitude, frequency and seasonality in Germany in the period 1951–2002. *J. Hydrol.* 371: 129–141. doi:10.1016/j.jhydrol.2009.03.024
- Roderick M.L., and G.D. Farquhar. 2004. Changes in australian pan evaporation from 1970 to 2002. *Int. J. Climatol.* 24: 1077–1090
- Sahoo D., P.K. Smith. 2009. Hydroclimatic trend detection in a rapidly urbanizing semi-arid and coastal river basin. *J. Hydrol.* 367: 217–227. doi:10.1016/j.jhydrol.2009.01.014
- Su B.D., T. Jiang, W.B. Jin. 2006. Recent trends in observed temperature and precipitation extremes in the Yangtze River basin, China. *Theor. Appl. Climatol.* 83, 139–151. DOI 10.1007/s00704-005-0139-y
- Thomas A. 2000. Climatic changes in yield index and soil water deficit trends in China. *Agric. For. Meteorol* 102; 71–81
- Xiong L., S. Guo. 1999. A two-parameter monthly water balance model and its application. *Journal of Hydrology* 216: 111–123.