



## TEMPERATUR DAN HUJAN EKSTRIM DI BANDARA SAM RATULANGI MANADO TAHUN 1987 – 2017

Djeli Tulandi, Jeane Tumangkeng, dan Eva V. Bororing  
Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado  
valenciabororing@gmail.com

**ABSTRAK.** Penelitian dilakukan untuk menganalisis perubahan temperatur dan curah hujan ekstrim di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado. Menentukan indeks iklim ekstrim berdasarkan data harian temperatur dan curah hujan. Metode yang digunakan yaitu menggunakan *software R-Climdex* dengan data harian temperatur dan curah hujan mulai tahun 1987-2017. Hasil menunjukkan bahwa slope indeks suhu udara pada Stasiun Meteorologi Manado mengalami penurunan diantaranya indeks TX10p dan TN10p yang mengindikasikan frekuensi kejadian baik temperature dingin pada malam hari maupun temperature dingin di siang hari. Pada Stasiun Meteorologi Manado slope indeks suhu udara (TN90p) cenderung meningkat yang mengindikasikan bahwa suhu minimum lebih hangat. Indeks Curah hujan seluruhnya mengalami peningkatan sedangkan indeks PRCPTOT mengalami penurunan yang menunjukkan jumlah curah hujan dalam satu tahun periode di Bandara Sam Ratulangi Manado.

**Kata Kunci :** curah hujan, suhu udara, indeks suhu udara, indeks curah hujan, r-climdex

**ABSTRACT.** The study was conducted to analyse changes in temperature and extreme rainfall at the Sam Ratulangi Airport in Manado. Determine the extreme climate index based on daily temperature and rainfall data. The method used is using *R-Climdex software* with daily temperature and rainfall data starting in 1987-2017. The results show that the slope of the air temperature index at the Manado meteorological station has decreased including the index TX10p and TN10p which indicates the frequency of both cold temperatures at night and cold temperatures during the day. At the meteorological station Manado slope air temperature index (TN90p) tends to increase which indicates that the minimum temperature is warmer. The overall rainfall index has increased while the PRCPTOT index has decreased which shows the amount of rainfall in one year period at Sam Ratulangi airport in Manado.

**Keywords:** rainfall, air temperature, air temperature index, reinfall index, r-climdex

### PENDALUHUAN

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang saat ini sedang berlangsung dan berdampak serius terhadap lingkungan

hidup manusia (Mufti, dkk.,2017) Peningkatan suhu global diperkirakan akan menyebabkan perubahan-perubahan yang lain seperti naiknya permukaan air

laut, meningkatnya intensitas fenomena cuaca ekstrim, serta perubahan jumlah dan pola presipitasi (Hidayat, dkk., 2018)

Perubahan iklim adalah sebuah perubahan pada kondisi iklim yang ditunjukkan dengan perubahan rata-rata atau variabilitas parameter-parameter iklim yang berlangsung pada periode jangka panjang. Perubahan pola iklim iklim ini menyebabkan tidak menentunya kondisi iklim adalah perubahan distribusi curah hujan baik secara spasial maupun temporal serta memicu peningkatan peluang kejadian cuaca iklim ekstrim (Maslakah, 2015)

Cuaca adalah keadaan udara pada suatu saat di tempat tertentu. Cuaca merupakan keadaan parameter fisis atmosfer yang terjadi pada suatu skala ruang dan selalu berubah secara dinamis menurut waktu dan tempat. Cuaca dipengaruhi oleh suhu, tekanan udara, kelembaban udara, angin, radiasi dan sebagainya.

Aktifitas manusia sehari-hari langsung ataupun tidak langsung selalu berhubungan dengan kondisi cuaca, kapan dan dimana saja. Hal ini menarik karena manusia sama sekali tidak mempunyai *control* cuaca, sehingga terkadang kegiatan manusia terhenti bahkan gagal karena kondisi cuaca yang tidak mendukung. Sebagai contoh seperti tertundanya penerbangan pesawat karena adanya hujan deras atau adanya kilat.

Bandar Udara Sam Ratulangi adalah bandar udara yang terletak di Kecamatan Mapanget, Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. Menganalisis perubahan temperatur dan curah hujan ekstrim diperlukan agar dapat diketahui seberapa besar keseringan perubahan temperatur dan curah hujan di Bandara Sam Ratulangi Manado pada tahun 1987-2017 sehingga dapat diprediksikan perubahan temperatur dan curah hujan yang akan terjadi. Karena temperatur udara permukaan bumi merupakan salah satu unsur penting yang diamati oleh pengamat cuaca (*meteorological station* maupun

*climatological station*) dan salah satu faktor penting terhadap daya kerja pesawat terbang.

*Expert team for climate change detection monitoring and indices* (ETCCDMI) telah memfasilitasi penentuan indeks iklim ekstrim berdasarkan data harian temperatur dan curah hujan. Terdapat 27 indeks iklim ekstrim yang ditetapkan oleh ETCCDMI. Beberapa indeks iklim ekstrim yang digunakan yaitu indeks suhu udara (TN10p, TN90p, TX10p, TX90p, TNn, TNx, TXn, TXx, DTR) dan indeks curah hujan (PRCPTOT, CDD, R95p, CWD, RX1day, RX5day). R-Climdex adalah perangkat lunak yang banyak digunakan untuk memantau perubahan kondisi ekstrim dengan pendekatan perhitungan indeks iklim ekstrim yang direkomendasikan oleh ETCCDMI.

Oleh karena itu, dilakukan kajian mengenai kejadian temperatur dan hujan ekstrim di Bandara Sam Ratulangi untuk periode 1987-2017 berdasarkan indeks-indeks iklim ekstrim yang ditetapkan oleh ETCCDMI. Kajian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi pada temperatur dan curah hujan di Bandara Sam Ratulangi Manado dalam kaitannya dengan isu perubahan iklim.

## METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado yang berlokasi di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado. Data yang digunakan adalah data harian temperatur maksimum, temperatur minimum, dan curah hujan periode 1987-2017.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penakar hujan tipe *Observatorium*, thermometer (alat pengukur suhu udara) dan aplikasi *R-Climdex*.

### Prosedur Kerja

Metode penelitian yang dipilih adalah deskriptif analisis. Metode deskriptif analitis adalah suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian temperatur maksimum yang ada pada waktu periode 1987-2017 adalah data yang telah mengukur suhu udara maksimum dan kelembaban udara. Data harian temperatur minimum yang ada pada waktu periode 1987-2017 adalah data yang telah mengukur suhu udara minimum dan kelembaban udara. Data curah hujan harian pada periode yang sama selama 30 tahun (mulai 1987- 2017). Data ini diperoleh dari Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara.

### Teknik Analisis Data

Data diolah dengan menggunakan *software RCLimdex*. *RCLimdex* merupakan aplikasi berbahasa R yang dikembangkan oleh *climate research branch of meteorological service of Canada* yang digunakan untuk mendeteksi dan memonitoring perubahan iklim dengan fokus utama pada kejadian-kejadian ekstrim (Zhand & Feng, 2004). Untuk menentukan indeks kondisi ekstrim yang ditetapkan oleh ETCCDMI (*expert team for climate change deetection monitoring and indices*) atau tentang deteksi dan indeks perubahan iklim yang memiliki mandate untuk menjawab kebutuhan akan pengukuran dan karakterisasi objektif dari variabilitas dan perubahan iklim.

*RCLimdex* adalah memiliki 27 indeks iklim, 16 diantaranya merupakan indeks suhu sedangkan 11 indeks lainnya merupakan indeks presipitasi. Secara umum, sebagian besar indeks dapat diterapkan untuk setiap wilayah dunia, namun beberapa indeks tertentu tidak

signifikan ketika perbedaan iklim antara wilayah diperhitungkan (Tebaldi dkk.,2006). Data yang diperoleh diolah pada *Rclimdex* dengan format input berupa *ASCII text file*. Susunan data pada file yang akan diolah adalah: tahun, bulan, hari, presipitasi, suhu maksimum, suhu minimum secara harian. Satuan yang digunakan untuk curah hujan adalah millimeter, dan untuk suhu adalah derajat celcius. Jika ditemukan data kosong, maka data tersebut diisi dengan nilai -99.99. Setelah melakukan kontrol kualitas pada data, *RCLimdex* akan mengolah data secara komputasi berdasarkan 27 indeks yang tersedia.

Dan selanjutnya akan dianalisis menggunakan metode tren yaitu arah pergerakan *time series* dalam jangka panjang, yang dapat naik ataupun turun. Selain itu untuk mengetahui bagaimana pola bulanan masing-masing data digunakan metode rata-rata. Indeks-indeks yang ditentukan disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1. Daftar Indeks Suhu Dalam RCLimdex**  
(Hidayat,dkk.,2018)

Indeks	Nama indikator	Definisi	Satuan
TN10p	Cool nights (Malam hari yang dingin)	Persentase jumlah hari dengan temperature minimum < persentil ke - 10	Hari
TN90p	Warm nights (Malam hari yang panas)	Persentase jumlah hari dengan temperature minimum > persentil ke - 90	%
TX10p	Cool days (Siang hari yang dingin)	Persentase jumlah hari dengan temperature maksimum < persentil ke - 10	%

TX90p	Warm days (Siang hari yang panas)	Persentase jumlah hari dengan temperature maksimum > persentil ke – 90	%	R95p	Very wet day precipitation (Curah hujan hari yang sangat basah)	Jumlah presipitasi tahunan ketika RR>95	mm
TNn	Coolest night (Temperatur terdingin di malam hari)	Suhu TX terendah bulanan	°C	RX1day	Maximum 1-day precipitation	Presipitasi maksimum tahunan per 1 hari	mm
TNx	Hottest night (Temperatur terpanas di malam hari)	Suhu TN tertinggi bulanan	°C	RX5day	Maximum 5-day precipitation	Presipitasi maksimum tahunan per-5 hari	mm
TXn	Coolest days (Temperatur terdingin di siang hari)	Suhu TX terendah bulanan	°C	CWD	Consecutive wet days	Nilai maksimum dari deret hari basah	hari
TXx	Hottest day (Temperatur terpanas di siang hari)	Suhu TX tertinggi bulanan	°C				
DTR	Diurnal temperature range (Selisih temperatur maksimum dan minimum)	Perbedaan rata-rata bulanan antara TX dan TN	°C				

**Tabel 2. Daftar Indeks Curah Hujan dalam RCLimdex (Hidayat,dkk.,2018)**

Indeks	Nama Indikator	Definisi	Satuan
PRCPTOT	Wet day precipitation (Jumlah Curah Hujan)	Total presipitasi tahunan dari hari basah	mm
CDD	Consecutive dry days (Hari-hari kering berturut-turut)	Nilai maksimum dari deret hari kering	hari

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap data temperatur dan data curah hujan di Bandara Sam Ratulangi Manado disajikan dalam bentuk analisa dan pembahasannya. Analisa yang dilakukan adalah analisa tahunan yang dilakukan untuk menentukan indeks iklim ekstrim.

### Temperatur Minimum

ETCCDMI mendefinisikan indeks TN10p sebagai *cool nights* atau malam hari yang dingin, yaitu persentase jumlah hari di mana nilai temperatur minimumnya lebih kecil dari persentil ke 10 dalam satu tahun. Gambar indeks TN10p disajikan dalam Gambar 1.

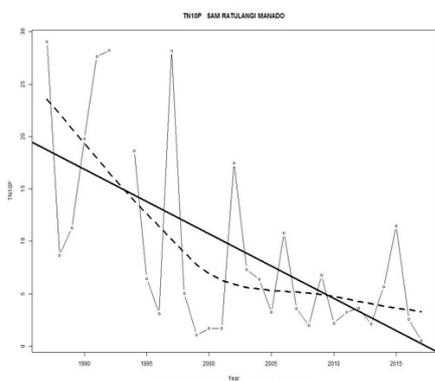
Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa TN10p cenderung mengalami penurunan selama periode 1981-2017 dengan nilai slope sebesar -0.616. Persentase jumlah hari paling kecil terjadi pada tahun 2017 sebesar 0,55 % dan persentase paling besar tercatat pada tahun 1987 sebesar 29.04 %.

Sementara indeks TN10p memiliki kecenderungan menurun, indeks TN90p cenderung meningkat selama periode 1987-2017 dengan nilai slope 0.47 (Gambar 2). Indeks TN90p atau malam hari yang panas

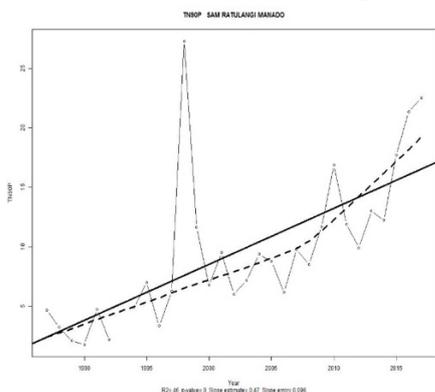
(*warm nights*) didefinisikan sebagai persentase jumlah hari yang memiliki temperature minimum di atas persentil ke 90. Nilai terendah TN90p tercatat pada tahun 1990 sebesar 1.76% sedangkan nilai tertinggi sebesar 27.28 % terjadi pada tahun 1998.

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 juga ditampilkan gambar grafik indeks nilai minimum dari temperatur minimum (TNn) dan nilai maksimum dari temperatur minimum (TNx) sebagai temperatur terdingin di malam hari (*coldest night*) dan temperatur terpanas di mala hari (*warmest night*). Gambar Indeks TNn dan TNx menunjukkan bahwa nilai minimum dan maksimum tahunan dari temperatur minimum memiliki peningkatan dengan nilai slope 0.04 untuk TNn dan 0.019 untuk TNx. Temperature minimum terendah tercatat pada tanggal 19 September 1994 sebesar 14.6°C, sedangkan yang tertinggi terjadi pada bulan Agustus 2002 sebesar 29.9 °C.

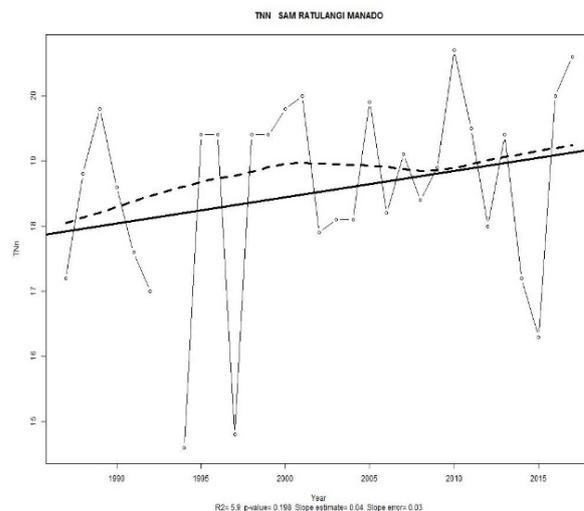
Indeks temperatur ekstrim berdasarkan temperatur minimum dapat dilihat pada Gambar 1 - Gambar 4.



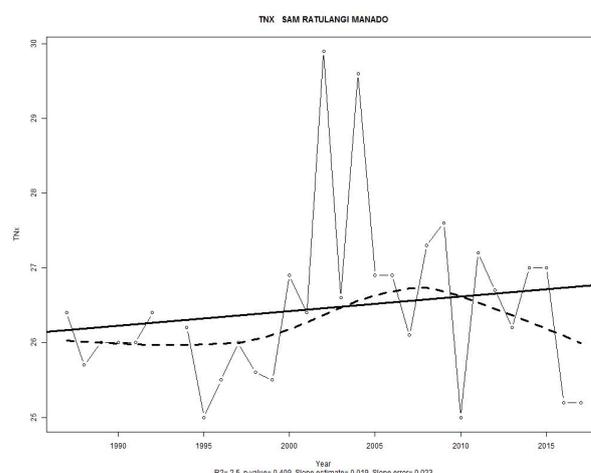
Gambar 1. Indeks TN10p



Gambar 2. Indeks TN90p



Gambar 3. Indeks TNn



Gambar 4. Indeks TNx

### Temperatur Maksimum

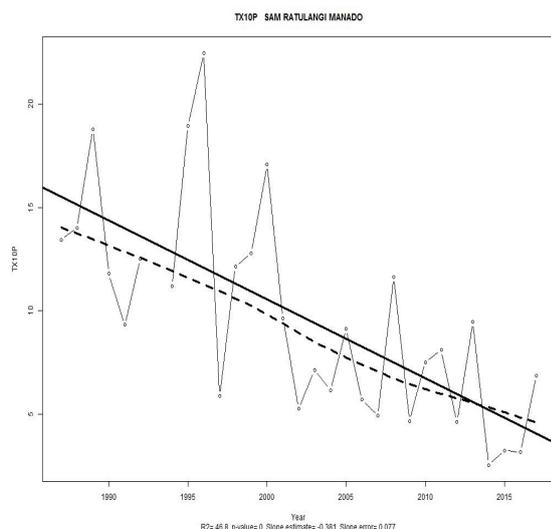
Persentase jumlah hari di mana temperature maksimumnya lebih kecil dari persentil ke 10 dinyatakan dengan indeks TX10p atau siang hari yang dingin (*cool days*). Gambar 5 menunjukkan bahwa indeks TX10p memiliki kecenderungan mengalami penurunan yang signifikan dalam kurun waktu 1987-2017 dengan nilai slope sebesar -0.381. Nilai TX10p tertinggi terjadi tahun 1996 sebesar 22.46%, sedangkan nilai terendahnya sebesar 2.56% pada tahun 2014.

Pada Gambar 6 juga ditampilkan grafik indeks TX90p. indeks TX90p adalah siang hari yang panas (*warm days*) yang didefinisikan sebagai persentase jumlah hari dalam satu tahun dengan nilai temperatur maksimum lebih besar dari nilai persentil ke 90. Berdasarkan gambar 2b

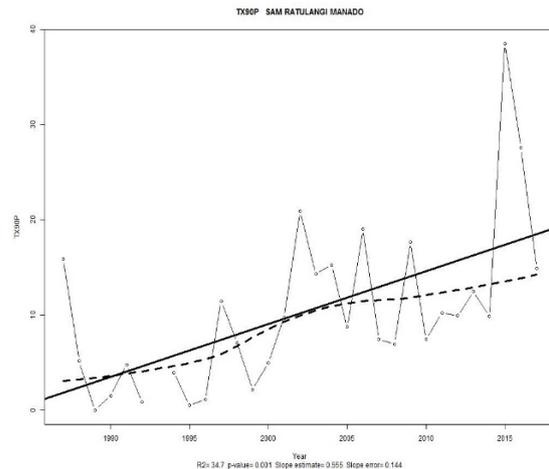
dapat diketahui bahwa indeks TX90p cenderung mengalami peningkatan sejak tahun 1987 hingga 2017 dan didapatkan nilai slope sebesar 0.556. Nilai TX90p tertinggi pada tahun 2015 sebesar 38.5% dan terendah pada tahun 1995 sebesar 0.47%.

Indeks TXn (Gambar 7) adalah indeks yang mewakili nilai minimum dari temperatur maksimum Indeks TXn adalah indeks yang mewakili nilai minimum dari temperatur maksimum. TXn disebut sebagai temperatur terdingin di siang hari (*coldest days*) dan TXx (Gambar 8) disebut sebagai temperatur terpanas di siang hari (*warmest days*). Gambar grafik indeks TXn menunjukkan bahwa nilai minimum dari temperature maksimum memiliki tren meningkat dengan nilai slope 0,02 selama periode 1987-2017. Sementara itu besarnya nilai tertinggi dari temperatur maksimum yang dinyatakan dalam indeks TXx memiliki kecenderungan meningkat yang tidak signifikan dengan nilai slope 0.02 selama periode 1987-2017. Nilai tertinggi dari temperatur maksimum sebesar bulan September 2015 sebesar 37 °C, sedangkan nilai terendahnya sebesar 22.8 °C tercatat pada bulan Juni 2015.

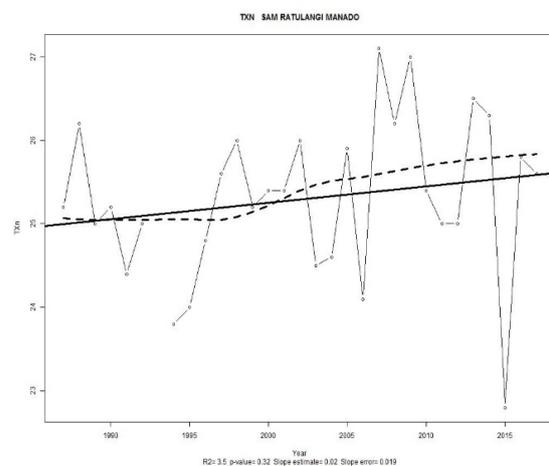
Indeks temperatur ekstrim berdasarkan temperatur maksimum dapat dilihat pada gambar 5 sampai gambar 8.



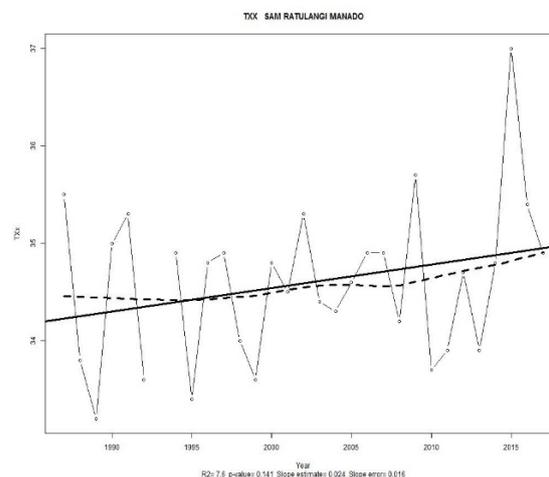
Gambar 5. Indeks TX10p



Gambar 6. Indeks TX90p



Gambar 7. Indeks TXn



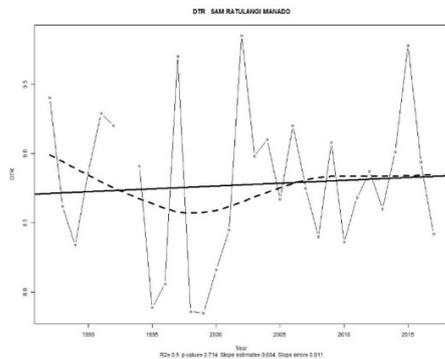
Gambar 8. Indeks TXx

### Diurnal Temperatur Range (DTR)

*Diurnal Temperatur Range* (DTR) merupakan rata-rata bulanan selisih antara temperatur minimum dan temperature maksimum. DTR cenderung mengalami peningkatan yang tidak signifikan selama periode 1987-2017 (gambar 9) dengan slope 0.004. Pada tahun 2002, tercatat nilai

rata-rata DTR tertinggi sebesar 9.85 °C dan pada tahun 1998, rata-rata DTR mencapai nilai terendah sebesar 7.86 °C.

Indeks DTR selisih temperatur maksimum dan temperatur minimum periode 1987-2017 dapat dilihat pada Gambar 9.



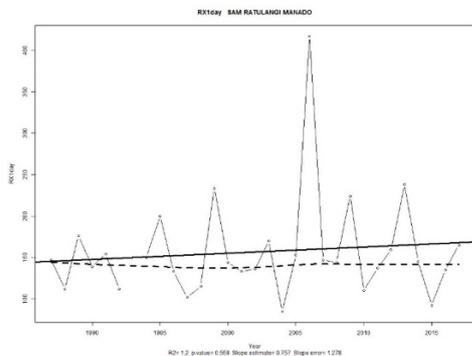
**Gambar 9. Selisih temperatur maksimum dan temperatur minimum periode 1987-2017**

### Curah Hujan

Jumlah curah hujan maksimal dalam satu hari dinyatakan dengan indeks RX1day seperti yang ditampilkan pada gambar 10.

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa kurun waktu tahun 1987-2017, curah hujan terbesar dalam satu hari memiliki kecenderungan peningkatan dengan nilai slope yang relatif tinggi sebesar 0.757. Curah hujan tertinggi tercatat pada tanggal 4 Februari 2006 dengan jumlah 417 mm. Curah hujan tertinggi kedua terukur pada tanggal 16 Februari 2013 sebesar 238 mm dan curah hujan tertinggi ketiga terjadi pada tanggal 3 Maret 1999 dengan jumlah curah hujan 233 mm.

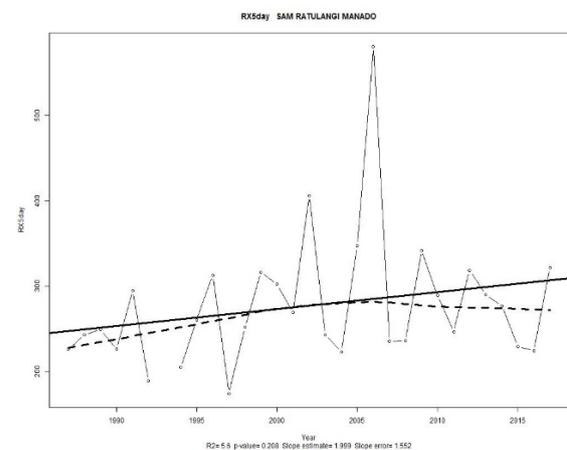
Jumlah curah hujan maksimum dalam satu hari periode 1987-2017 dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10. Jumlah curah hujan maksimum dalam satu hari periode 1987-2017**

Indeks RX5day (gambar 11) mewakili jumlah curah hujan tertinggi yang terukur dalam lima hari berturut-turut. Indeks ini memiliki kecenderungan meningkat selama periode 1987-2017 dengan slope 1.999. Pada tahun 2006, jumlah curah hujan maksimum lima hari ini tampak mengalami peningkatan secara tajam dengan jumlah curah hujan mencapai 581 mm. Curah hujan tertinggi kedua terukur sebesar 406 mm yang terjadi pada tanggal 3 hingga 7 Januari 2002.

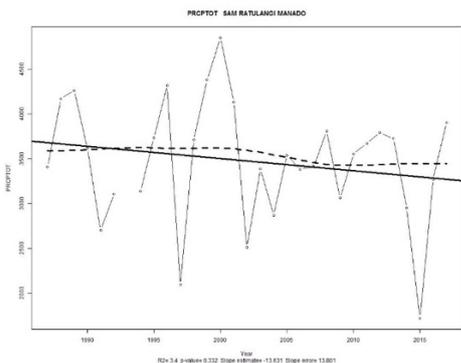
Jumlah curah hujan maksimum dalam lima hari berturut-turut periode 1987-2017 dapat dilihat pada gambar 11.



**Gambar 11. Jumlah curah hujan maksimum dalam lima hari berturut-turut periode 1987-2017**

Pada gambar 12, ditampilkan jumlah curah hujan dalam satu tahun yang diwakili oleh indeks *Annual total wet day precipitation* (PRCPTOT). Jumlah curah hujan tahunan di Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi selama tahun 1987 hingga 2017 cenderung menurun dengan slope -13.631. Jumlah curah hujan terendah tercatat pada tahun 2015 sebesar 1721 mm, sedangkan jumlah curah hujan tertinggi tercatat pada tahun 2000 sebesar 4848 mm. jumlah curah hujan tertinggi berikutnya adalah 4379 mm pada tahun 1999.

Jumlah curah hujan dalam satu tahun periode 1987-2017 dapat dilihat pada gambar 12.

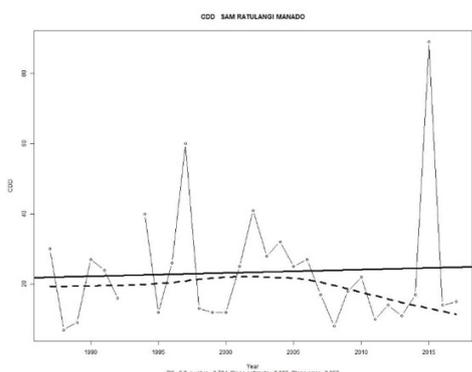


**Gambar 12. Jumlah curah hujan dalam satu tahun periode 1987-2017**

*Consecutive Dry Days (CDD)* adalah indeks jumlah hari terbanyak dalam satu tahun dengan jumlah curah hujan < 1 mm secara berturut-turut. CDD juga disebut sebagai hari tanpa hujan berturut-turut.

Berdasarkan gambar 13, dapat diketahui bahwa indeks CDD pada periode 1987-2017 di Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado memiliki tren meningkat dengan slope 0.093. Indeks CDD tertinggi terjadi pada tahun 2015 sebanyak 89 hari dimana indeks ini mengalami peningkatan yang tajam dibandingkan dengan tahun sebelumnya, sedangkan yang terendah terjadi pada tahun 1988 sebanyak 7 hari.

Jumlah hari terbanyak dalam satu tahun dengan jumlah curah hujan < 1 mm secara berturut-turut dapat dilihat pada gambar 7.

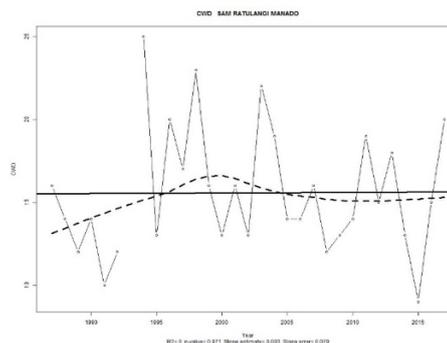


**Gambar 13. Jumlah hari terbanyak dalam satu tahun dengan jumlah curah hujan < 1 mm secara berturut-turut**

*Consecutive Wet Days (CWD)* seperti yang ditampilkan pada gambar 14. Indeks CWD disebut juga sebagai hari hujan berturut-turut. Sama halnya dengan indeks CDD, indeks CWD juga memiliki tren

meningkat selama periode 1987-2017 di Sam Ratulangi Manado dengan nilai slope sebesar 0.003. Nilai CWD tertinggi terjadi pada tahun 1994 yaitu 25 hari dan yang terendah terjadi pada tahun 2015 sebanyak 9 hari.

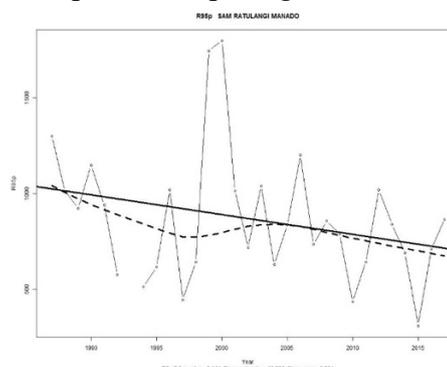
Jumlah hari terbanyak dalam satu tahun dengan jumlah curah hujan > 1 mm secara berturut-turut periode 1987-2017 dapat dilihat pada Gambar 14.



**Gambar 14. Jumlah hari terbanyak dalam satu tahun dengan jumlah curah hujan > 1 mm secara berturut-turut**

Hari sangat basah (*very wet days*) atau jumlah curah hujan tahunan di mana curah hujan lebih besar daripada persentil ke 95 diwakili oleh indeks R95p. Indeks R95p tahun 1987-2017 memiliki kecenderungan mengalami penurunan dengan slope -10.296. Jumlah curah hujan tertinggi tercatat pada tahun 2000 sebesar 1799 mm, sedangkan yang terendah terjadi pada tahun 2015 sebesar 309 mm.

Jumlah curah hujan tahunan dimana curah hujan lebih besar daripada persentil ke 95 dapat dilihat pada gambar 15.



**Gambar 15. Jumlah curah hujan tahunan dimana curah hujan lebih besar daripada persentil ke 95**

### **Analisis Perubahan Temperatur dan Hujan Ekstrim**

Berdasarkan data beberapa indeks temperature ekstrim yang meliputi TN10p, TN90p, TX10p dan TX90p, didapatkan gambaran bahwa telah terjadi perubahan pada temperature ekstrim terkait temperature minimum dan maksimum. Secara umum, peningkatan kejadian siang hari yang lebih panas diikuti dengan penurunan kejadian siang hari yang dingin, dengan hasil yang didapatkan di Bandara Sam Ratulangi Manado menunjukkan bahwa kejadian siang hari yang dingin juga menurun.

Penurunan kejadian siang hari yang dingin dapat diasosiasikan dengan penurunan kejadian hujan yang mana pada periode 1987-2017 jumlah hari hujan berturut-turut dan hari sangat basah cenderung menurun. Penurunan kejadian hujan mengindikasikan bahwa jumlah uap air dan awan cenderung menurun. Uap air merupakan penyerap dan pemancar radiasi gelombang panjang yang baik. Uap air juga menyerap radiasi matahari sehingga mengurangi jumlah energi radiasi yang sampai ke permukaan bumi pada siang hari.

Data indeks TNn, TNx, TXn dan TXx memberikan indikasi bahwa temperature terendah di siang hari dan malam hari serta temperature tertinggi di malam hari menunjukkan tren peningkatan. Sebaliknya, temperature tertinggi di siang hari cenderung turun selama periode 1987-2017. Besarnya indeks-indeks tersebut menunjukkan bahwa peningkatan yang terjadi pada temperature maksimum. Besarnya peningkatan pada temperature minimum juga didukung oleh data kejadian suhu panas di malam hari yang semakin meningkat.

Perubahan yang terjadi pada temperature minimum dan maksimum berpengaruh pada nilai DTR yang cenderung mengalami peningkatan yang tidak signifikan selama periode 1987-2017. Peningkatan nilai DTR ini terutama disebabkan oleh penurunan temperature minimum atau meningkatnya frekuensi

temperature hangat di malam hari. Tren meningkat pada DTR merupakan salah satu indikasi adanya perubahan iklim.

Indeks RX1day menunjukkan bahwa jumlah curah hujan tertinggi dalam 1 hari di Bandara Sam Ratulangi Manado terjadi pada tahun 2006. Demikian juga halnya dengan jumlah curah hujan maksimum dalam lima hari berturut-turut dinyatakan dengan RX5day. Pada tahun yang sama, RX5day menunjukkan nilai tertinggi kedua pada tahun 2002. Tingginya curah hujan di tahun 2006 diakibatkan oleh pengaruh La Nina di Indonesia Selain jumlah curah hujan maksimum dalam satu hari dan lima hari, jumlah curah hujan total selama tahun 2006 juga terpengaruh oleh dampak La Nina sehingga jumlah curah hujan tahun 2006 nilainya tertinggi. Sementara itu, dampak El Nino pada kondisi curah hujan ekstrim di Bandara Sam Ratulangi Manado dapat diamati pada tahun 2015 pada saat jumlah total tahunan curah hujan dan jumlah hari hujan berturut-turut mencapai nilai terendah. Pada tahun 2015 El Nino kuat telah menyebabkan terjadinya kekeringan di wilayah Indonesia.

Gambar PRCPTOT menggambarkan bahwa jumlah curah hujan tahunan cenderung menurun.. Penurunan jumlah curah hujan tahunan terkait dengan peningkatan jumlah hari tanpa hujan berturut-turut atau kejadian kekeringan.

Berdasarkan indeks CWD, CDD yang memiliki kecenderungan meningkat walaupun dengan peningkatan yang kecil, dapat diketahui bahwa selama tahun 1987-2017 jumlah hari dengan hujan > 1 mm berturut-turut semakin meningkat dan banyak terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Namun demikian jumlah hari tanpa hujan berturut-turut juga semakin meningkat. Indeks CDD dan CWD kerap diasosiasikan dengan potensi kekeringan dan banjir. Tren meningkat pada kedua indeks tersebut memberikan gambaran bahwa potensi terjadinya kekeringan di musim kemarau maupun banjir di musim penghujan semakin meningkat.

Peningkatan temperature permukaan bumi menjadi pemicu kejadian ekstrim seperti temperature tinggi ekstrim dan berkurangnya frekuensi kejadian temperature dingin ekstrim. Perubahan pola presipitasi merupakan dampak lain yang ditimbulkan oleh pemanasan global. Dengan semakin meningkatnya temperature permukaan bumi, tingkat penguapan semakin tinggi dan dengan demikian peluang terjadinya kekeringan permukaan semakin tinggi. Semakin meningkatnya temperature udara juga meningkatkan jumlah uap air di udara. Tingginya jumlah uap air atau kelembaban udara menyebabkan semakin besarnya peluang kejadian hujan dengan intensitas tinggi walaupun pada kondisi di mana jumlah total curah hujan dalam satu tahun berkurang.

### Kesimpulan

Bahwa temperature dan curah hujan ekstrim yang menandakan terjadinya peningkatan temperature di Bandara Sam Ratulangi Manado terutama temperature minimum. Pola presipitasi mengalami perubahan dimana jumlah curah hujan tahunan semakin berkurang, namun frekuensi kejadian hujan lebat semakin meningkat selama periode 1987-2017 di Bandara Sam Ratulangi Manado. Peningkatan frekuensi kejadian cuaca/iklim ekstrim dapat menyebabkan semakin tingginya potensi bencana alam. Penurunan jumlah curah hujan tahunan terkait dengan peningkatan jumlah hari tanpa hujan berturut-turut atau kejadian kekeringan. Kekeringan dapat diakibatkan oleh peningkatan suhu permukaan bumi yang meningkatkan penguapan. Perubahan pola presipitasi merupakan dampak lain yang ditimbulkan oleh pemanasan global. Dengan semakin meningkatnya temperature permukaan bumi, tingkat penguapan semakin tinggi dan dengan demikian peluang terjadinya kekeringan permukaan semakin tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, M. N, Pandiangan, E. A, Pratiwi, A. (2018). Identifikasi Perubahan Curah Hujan dan Suhu Udara Menggunakan RCLimindex di Wilayah Serang. Sekolah Tinggi Meteorologi Kimatologi dan Geofisika, Tangerang Selatan. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* 5 (2).
- Maskalah, F. (2015). Tren Temperature dan Hujan Ekstrim di Juanda Surabaya tahun 1981-2013. Badan Meteorologi dan Geofisika, Lampung. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 16 (3), 35-143
- Mufti, F, Nazli I, Muksin U. (2017). Trend Analysis of Extream Rainfall from 1982-2013 and Projection from 2014-2050 in Band Aceh and Meulaboh. Universitas Syiah Kuala (17):2
- Tebaldi C., Hayhoe K., Arblaster J. M., dan Meechl G. A. (2006). *Going to the extremes. An intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events.* Climatic Change 79:185-211
- Zhang X., dan Feng Y. (2004). *RCLimindex 1.0 User Manual. Climate Research Branch Environment Canada:Ontario*