

Proyeksi Parameter Iklim Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim RCP 4.5 dan RCP 8.5 Menggunakan Statistical Downscaling Di Wilayah Kota Sorong

Linda Natalia So'langi¹ dan Akhmad Fatony²

¹Subbid Analisis dan Proyeksi Perubahan Iklim

²Stasiun Pemantau Atmosfer Global Puncak Vihara Sorong

Abstrak. Dampak perubahan cuaca dan iklim ekstrim merupakan permasalahan yang paling serius bagi kehidupan masyarakat di dunia. Secara global sudah banyak bukti atau fakta yang menerangkan bahwa perubahan iklim itu sudah terjadi dan nyata. Hanya saja, akhir-akhir ini laju perubahan iklim semakin cepat sehingga berdampak luas ke berbagai aspek kehidupan manusia. Penelitian ini dilakukan di Kota Sorong dikarenakan kota ini memiliki laju pertumbuhan infrastruktur perkotaan yang pesat apabila dibandingkan dengan kota lain di wilayah Papua dan Papua Barat sehingga menarik untuk diangkat sebagai bahan kajian terhadap perubahan parameter iklim. Penelitian ini memuat informasi tentang tren masing-masing parameter iklim seperti: curah hujan, suhu rata-rata, suhu maksimum dan suhu minimum selama 30 tahun (1981-2010), serta proyeksi terhadap kondisi parameter iklim tersebut selama 40 tahun kedepan (2011-2050) menggunakan metode *statistical downscaling*. Data yang diolah adalah data observasi dan data model skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 yang diperoleh dari CORDEX. Data model skala regional tersebut kemudian dikonversikan ke model skala lokal menggunakan metode *stepwise* dan menghasilkan persamaan yang dibangun berdasarkan data observasi sehingga menghasilkan suatu nilai proyeksi. Hasil penelitian menunjukkan laju perubahan tren wilayah Kota Sorong cenderung naik pada semua parameter iklim yang diujikan serta proyeksi yang dihasilkan sejalan dengan analisis tren yang menunjukkan pola kenaikan nilai parameter tersebut.

Kata kunci : *tren, proyeksi, RCP 4.5, RCP 8.5, Kota Sorong.*

Abstract. *The impact of extreme weather and climate change is the most serious problem for the lives of people in the world. Globally, there has been a lot of evidence or facts that explain that climate change has occurred and is real.*

Lately the pace of climate change is accelerating so it has broad impact on various aspects of human life. This research was conducted in Sorong City because the city has a rapid growth rate of urban infrastructure compared to other cities in the Papua and West Papua regions so it is interesting to conduct a study of changes in climate parameters. This research contains information about the trends of each climate parameter such as: rainfall, average temperature, maximum temperature and minimum temperature for 30 years (1981-2010), as well as making projections for these climate parameters for the next 40 years (2011-2050) using statistical downscaling method. The processed data are observation data and RCP 4.5 and RCP 8.5 scenario model data obtained from CORDEX. The data model is then scaled using the stepwise method and the results are in the form of equations which are then built with observational data to produce projections. The results showed that the rate of change in the trend of the Sorong City region tended to rise in all climate parameters tested and the projections produced were in line with the trend analysis that showed the pattern of increasing the value of these parameters.
Keywords: *trend, projection, RCP 4.5, RCP 8.5, Sorong City.*

Pendahuluan

Dampak perubahan iklim merupakan bagian permasalahan yang paling serius bagi kehidupan masyarakat dunia. Salah satu dampak perubahan iklim adalah kejadian ekstrim akan lebih sering terjadi, lebih luas atau meningkat intensitasnya pada abad ke-21 (IPCC, 2013). Berbagai masalah timbul akibat iklim dan cuaca ekstrim mulai dari banjir, tanah longsor, kekeringan, wabah penyakit, gangguan kesehatan, gagal panen dan kerawanan sosial.

Perubahan iklim secara umum akan diikuti oleh permasalahan kenaikan suhu secara global atau *global warming*. *Global warming* sendiri dapat diartikan sebagai kenaikan suhu rata-rata muka bumi yang diakibatkan faktor alam dan faktor manusia (Aldrian, 2011). Manusia yang dalam kegiatan sehari-hari menggunakan bahan bakar fosil terus memproduksi gas sebagai hasil buangan dan menjadi faktor pemicu perubahan iklim semakin cepat. Gas-gas tersebut antara lain CO₂, NO₂, dan CO dimana gas-gas tersebut memiliki karakteristik khusus yaitu bersifat seperti kaca yang meneruskan radiasi gelombang pendek tetapi menangkap radiasi gelombang panjang yang di pancarkan bumi. Energi dari radiasi ini terus terakumulasi sehingga menambah total energi yang ada di atmosfer dan berdampak pada kenaikan suhu yang ada.

Fakta bahwa telah terjadi kenaikan suhu global mendorong penulis untuk mencoba menganalisis apakah dampak pemanasan global tersebut telah menimbulkan perubahan iklim pada skala lokal dengan melihat perubahan tren serta pola curah hujan dan suhu udara bulanan di Stasiun Meteorologi Sorong sepanjang periode (1981 – 2010). Stasiun Meteorologi ini dipilih sebagai tempat penelitian karena aktivitas pembangunan daerah perkotaan ini berkembang dengan pesat (Measey, 2010). Jika suhu udara semakin meningkat dan curah hujan juga meningkat dikhawatirkan akan menyebabkan dampak negatif ke masyarakat. Selain itu, Stasiun Meteorologi Sorong juga memiliki data iklim yang lengkap serta berkesinambungan lebih dari 30 tahun.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui indikasi perubahan iklim yang dilihat dari tren parameter iklim meliputi curah hujan, suhu rata-rata, suhu Maksimum dan suhu Minimum dalam periode 30 tahun untuk skala lokal. Serta untuk mengetahui proyeksi parameter iklim khususnya curah hujan dan suhu udara bulanan menggunakan skenario emisi yang disebut dengan *Representative Concentration Pathway* (RCP) yang didasarkan pada *radiatif forcing*. *Radiative forcing* adalah ukuran perubahan bersih dalam keseimbangan energi dari sistem bumi dalam menanggapi beberapa gangguan eksternal dengan satuan watt per meter persegi (Wm⁻²) (IPCC, 2013). RCP dibagi menjadi 4 skenario yaitu RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 dan RCP 8.5. Berdasarkan empat skenario tersebut RCP 4.5 dan RCP 8.5 merupakan skenario yang banyak diteliti sehingga penulis menggunakan RCP 4.5 sebagai proyeksi yang mewakili gambaran kondisi iklim saat ini dan RCP 8.5 yang mewakili gambaran kondisi iklim terburuk hingga tahun 2050 (Moss, 2010).

Metodologi

Data yang digunakan dalam penulisan ini adalah :

1. Data historical dan proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5, bersumber dari CORDEX dengan area wilayah pengambilan data di lintang 0°- 10° LS dan 129° BT – 143° BT sebagai domain Wilayah Pulau Papua, sehingga data grid dari 651 titik yang tersebar pada area pengambilan.
2. Data observasi dari Stasiun Meteorologi Sorong dengan parameter berupa curah hujan, suhu maksimum, suhu minimum, dan suhu rata-rata harian.
3. Lokasi Pengamatan
Terletak di wilayah Kota Sorong, Papua Barat dengan Koordinat 0°52'47" LS dan 131°17'52" BT.

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisannya ini adalah metode statistik diskriptif dan analisis data dengan menggunakan *stepwise regression* melalui bantuan program Minitab dan R-Climdex (Van, 2009). Adapun langkah dalam analisis menggunakan metode *stepwise regression* adalah sebagai berikut :

1. Analisa tren data 30 Tahun
Analisa dilakukan dengan membuat tren curah hujan, tren suhu rata-rata, suhu maksimum, dan suhu minimum yang kemudian dilihat kecenderungan akan pergerakan data. Di mana analisa tren akan dilakukan untuk data 30 tahun, data dekade 1 (1981 – 1990), data dekade 2 (1991 – 2000) dan dekade 3 (2001 – 2010).
2. Identifikasi model terbaik
Pembentukan model terbaik dilakukan dengan metode *stepwise regression*, dengan memilih variabel penduga (*predictor*) terbaik dari 651 data grid yang didapat dari data historis RCP 4.5 dan RCP 8.5 berdasarkan nilai *R-square* tertinggi terhadap data observasi.

Persamaan ini digambarkan sebagai :

$$Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + \dots + nX_n \dots \dots \dots (2-1)$$

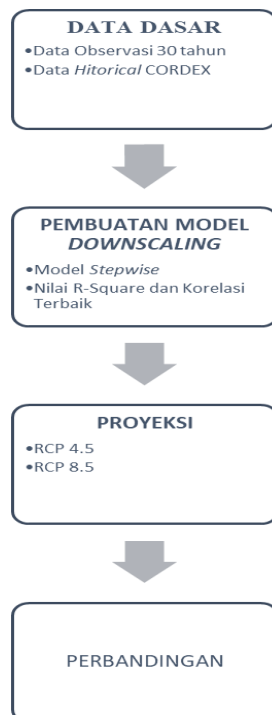
Dimana :

Y = Data Hasil Proyeksi
X₁, X₂, ..., X_n = Data Penduga (*Predictor*)
a, b, c, ..., n = Koefisien Pengaruh masing-masing variabel X.

3. Menjalankan model untuk proyeksi.
Selanjutnya setelah diketahui model yang tepat dari hasil *stepwise regression* antara data observasi dengan data historis CORDEX, maka dilanjutkan dengan membuat proyeksi dari model yang telah didapatkan tersebut untuk masing-masing

parameter berdasarkan data proyeksi dari RCP 4.5 dan RCP 8.5.

4. Perbandingan hasil
Selanjutnya dari hasil proyeksi yang telah dijalankan dari model sebelumnya didapatkan hasil dari masing-masing parameter dengan proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5. Hasil itu dapat menjelaskan bagaimana proyeksi kedepan dengan perbedaan skenario proyeksi antara RCP 4.5 dan RCP 8.5.

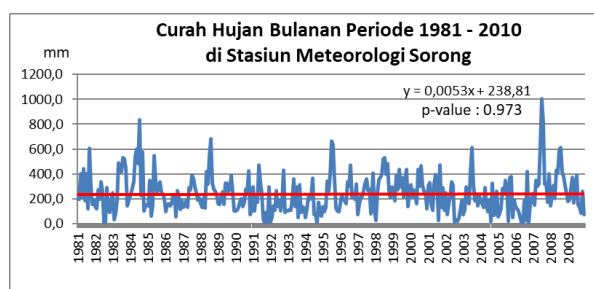


Gambar 1. Diagram alir

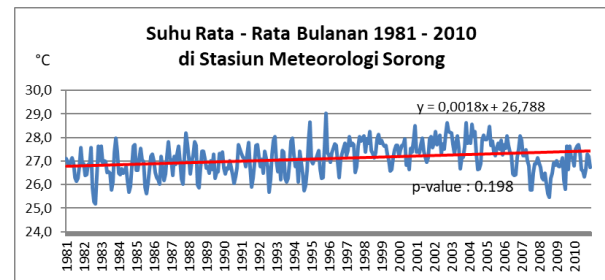
Hasil dan Pembahasan

1. Analisis Tren

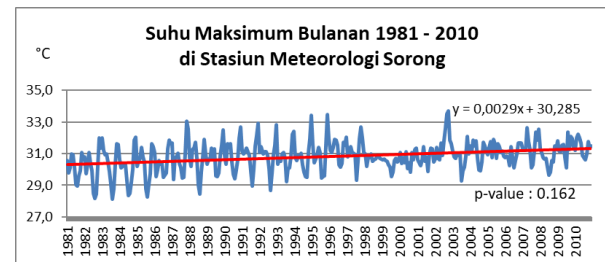
Dari hasil perhitungan dengan bantuan perangkat lunak Ms. Excel diperoleh nilai tren dari masing-masing parameter iklim berdasarkan nilai observasi, maka didapati hasil sebagai berikut :



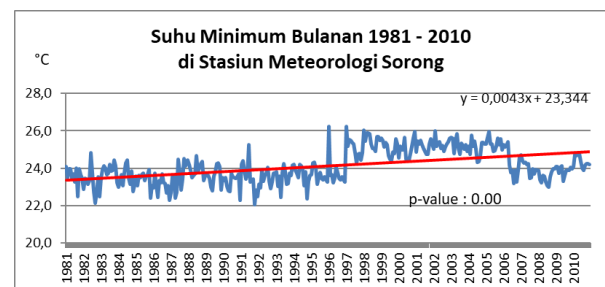
Gambar 2. Grafik tren curah hujan



Gambar 3. Grafik tren suhu rata – rata bulanan



Gambar 4. Grafik tren suhu maksimum bulanan



Gambar 5. Grafik tren suhu minimum bulanan

Dari hasil analisa tren diatas terhadap data 30 tahun yang telah terjadi diketahui bahwa ke-4 (empat) sampel parameter iklim di wilayah Kota Sorong tersebut mengalami kecenderungan untuk meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi perubahan rata-rata nilai parameter iklim pada periode tersebut dengan besar perubahan yang berbeda dan dapat terlihat dari nilai slope masing – masing parameter. Kecenderungan tertinggi terjadi pada curah hujan yang memiliki slope (kemiringan) sebesar 0,005 selanjutnya diikuti suhu minimum yang memiliki slope sebesar 0,004, suhu maksimum yang memiliki slope sebesar 0,002 dan suhu rata-rata yang memiliki slope hanya berkisar 0,001.

Hal ini sejalan dengan teori terkait dengan perubahan iklim dimana suhu udara diprediksi akan mengalami peningkatan dan curah hujan semakin lebat dengan durasi yang semakin singkat.

2. Model *Statistical Downscaling*

Pembentukan model *Downscaling* berdasarkan data 30 tahun Stasiun Meteorologi Sorong menggunakan metode *Stepwise* yang dijalankan dengan bantuan program Minitab 16.

Pada akhirnya didapat model terbaik sebagai berikut :

Tabel 1 Persamaan Model Curah Hujan

Model	$Y=125,3+0,269X_1+0,118X_{23}-0,42X_{101}+0,147X_{231}+0,306X_{235}-0,57X_{393}-0,227X_{399}+0,271X_{453}+0,3X_{466}$
R-Sqr	27,88%

Tabel 2 Persamaan Model Suhu Udara Rata – rata

Model	$Y=2,955+0,179X_{510}+0,466X_{58}+0,105X_{648}+0,199X_{184}+0,081X_{31}-0,083X_{114}$
R-Sqr	33,51%

Tabel 3 Persamaan Model Suhu Maksimum

Model	$Y=3,224+0,446X_{25}+0,199X_{503}-0,405X_{492}-0,63X_{528}+0,48X_{254}+0,94X_{457}+0,387X_{287}-0,29X_{263}-0,7X_{425}+0,44X_{421}-0,58X_{455}+0,37X_{559}+0,39X_{544}+0,288X_{598}-0,3X_{533}$
R-Sqr	37,34%

Tabel 4 Persamaan Model Suhu Maksimum

Model	$Y=-10,863+0,34X_{99}+0,437X_{25}+0,096X_{615}+0,327X_{165}+0,474X_{219}-0,207X_{102}$
R-Sqr	77,24%

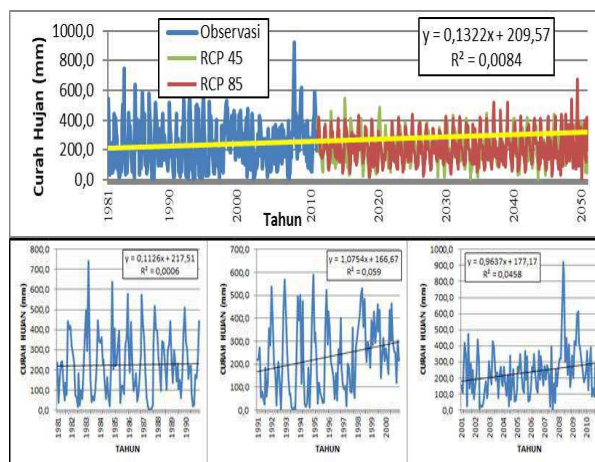
Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa Model terbaik adalah model untuk Suhu Minimum dengan nilai koefisien determinasi 77,24 % dan terburuk adalah model untuk curah hujan dengan koefisien determinasi 27,88 %

Dapat diketahui bahwa koefisien determinasi merupakan salah satu cara untuk mengetahui hubungan dan respon suatu parameter terhadap parameter lain. Semakin tinggi nilai koefisien determinasi semakin dekat kaitan antara parameter tersebut (Wilks, 1995).

Suhu udara maksimum memiliki koefisien determinasi tertinggi yang berarti keterkaitan antara data observasi 30 tahun dan data model 30 tahun sangat mirip, dengan kata lain model yang dibuat mendekati kondisi nyata. Suhu udara rata – rata, suhu minimum dan curah hujan memiliki nilai yang rendah karena kedua parameter ini masih dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kondisi cuaca, kandungan uap air dan dinamika atmosfer global lain sehingga mempengaruhi akurasi model yang digunakan sebagai pembanding terhadap kondisi nyata.

3. Analisis Tren serta Hasil Proyeksi RCP 4.5 Dan RCP 8.5

Curah Hujan



Gambar 6. Grafik tren curah hujan, hasil proyeksi dari RCP 4.5 dan RCP 8.5

Tren data observasi 30 tahun periode tahun 1981 – 2010 menunjukkan tren peningkatan jumlah hujan tahunan, sebesar 132 mm/100 tahun. Pada periode 1981 – 1990 kenaikan tren jumlah curah hujan tahunan tidak signifikan, kenaikan signifikan baru nampak pada dua dekade berikut yaitu tahun 1991 – 2000 dan 2001 – 2010.

Kenaikan tren ini tidak sejalan bila dibandingkan curah hujan hasil proyeksi dimana curah hujan hasil proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5 hujan Wilayah Kota Sorong 50 tahun kedepan memang mengalami kenaikan tetapi nilai kenaikan tersebut lebih rendah dibandingkan dengan kenaikan tren data observasi.

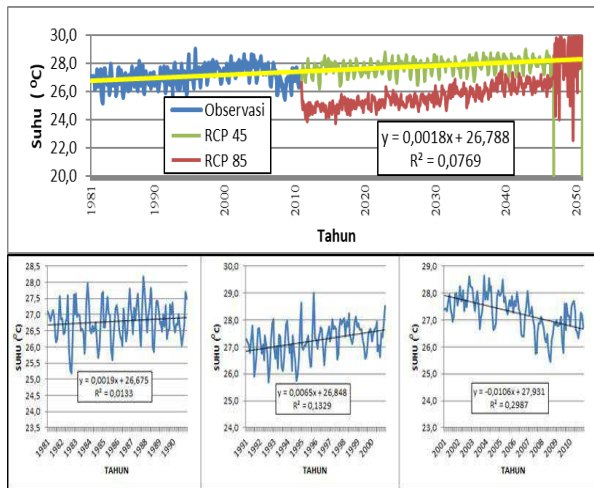
Hal ini membuktikan bahwa kaitan antara data hasil observasi dan data model kecil yaitu 27,88% sehingga pola yang kemudian dihasilkan antara data observasi dan proyeksi data model memiliki perbedaan pola atau tidak konsisten. Namun, jumlah curah hujan dan pola hujan periode 2010 – 2050 diproyeksikan akan mengalami kenaikan. Hal ini tampak dari grafik hasil Proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5 yang memiliki rentang nilai dan pola yang sama.

Suhu Rata – Rata Bulanan

Gambar 7, menunjukkan tren suhu rata-rata bulanan selama 30 tahun hasil observasi yang kemudian dilanjutkan dengan proyeksi suhu rata-rata bulanan selama 50 tahun berdasarkan data model Proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5.

Tren kenaikan suhu rata – rata bulanan 30 tahun periode 1981 – 2010 menunjukkan tren kenaikan dengan laju 0,18°C/100 tahun, tetapi apabila tren tersebut dianalisa untuk masing-masing dekade (10 tahun) maka akan terlihat hal

yang unik, di mana tren periode dekade 1 (1981 – 1990) dan dekade 2 (1991 – 2000) suhu udara rata – rata mengalami kenaikan tetapi pada dekade 3 (2001 – 2010) terlihat tren penurunan. Hal ini cukup menarik untuk ditinjau karena bertentangan dengan teori pemanasan global, dimana pada dekade 3 tren suhu udara semestinya mengalami kenaikan (Haryoko, 2008).

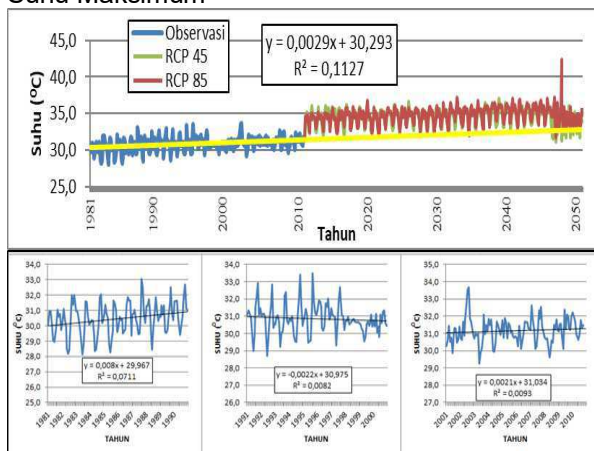


Gambar 7. Grafik Tren Suhu rata-rata, hasil proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5

Secara umum kenaikan tren data hasil observasi akan sejalan dengan kondisi suhu rata – rata hasil proyeksi RCP 4.5 yang menunjukkan perubahan signifikan terhadap suhu rata-rata wilayah Kota Sorong 50 tahun kedepan. Sebaliknya, hasil proyeksi RCP 8.5 menunjukkan hasil dibawah RCP 4.5 dan proyeksi pada periode 2041 – 2050 menunjukkan pola dan nilai yang jauh berbeda dari periode 2011 – 2020, 2021 – 2030 dan 2031 – 2040.

Sehingga dapat disimpulkan untuk parameter suhu udara rata – rata, hasil proyeksi RCP 4.5 lebih mendekati kondisi nyata untuk wilayah Kota Sorong.

Suhu Maksimum

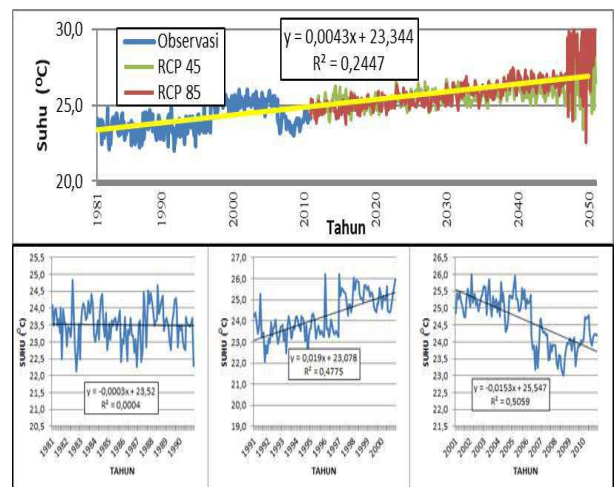


Gambar 8. Grafik tren Suhu maksimum, hasil proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5

Tren data observasi 30 tahun periode tahun 1981 – 2010 menunjukkan kenaikan, dengan laju perubahan 0,29°C/100 tahun. Tren naik signifikan dapat dilihat pada periode dekade 1 dan 3 dan turun pada dekade 2. Kenaikan tren ini bila dibiarkan akan sejalan dengan kondisi suhu rata-rata hasil proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5 meskipun hasil dari proyeksi lebih tinggi.

Hal ini menunjukkan kemungkinan perubahan suhu maksimum dapat lebih signifikan dibandingkan laju perubahan tren saat ini untuk wilayah Kota Sorong 50 tahun kedepan.

Suhu Minimum



Gambar 9. Grafik tren suhu minimum, hasil proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5

Tren data observasi 30 tahun periode tahun 1981 – 2010 menunjukkan kenaikan, dengan laju perubahan 0,43°C/100 tahun. Meski pun apabila dilihat lebih mendetail pada setiap dekade, pada dekade 1 dan dekade 2 terlihat suhu minimum mengalami tren kenaikan sedang pada dekade 3 mengalami tren penurunan. Pola tersebut juga dijumpai pada pola tren dekade suhu udara rata – rata bulanan.

Kenaikan tren ini bila dibiarkan akan sejalan dengan kondisi suhu rata-rata hasil proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5 yang menunjukkan perubahan signifikan terhadap suhu minimum Wilayah Kota Sorong 50 tahun kedepan. Tren kenaikan suhu minimum apabila dibandingkan dengan 3 parameter lain merupakan parameter yang diproyeksikan akan mengalami perubahan yang paling besar (Novianto, 2013). Hal ini juga sejalan dengan kondisi pemanasan global, dimana peningkatan gas rumah kaca akan berakibat pada penyerapan energi radiasi gelombang panjang pada malam hari yang akan meningkat dan berakibat pada kenaikan suhu minimum.

Kesimpulan

Pembuatan Model downscaling dengan metode stepwise menghasilkan model dengan nilai determinasi terbaik untuk suhu minimum 77,24%, suhu maksimum 37,47%, suhu rata-rata 33,51% dan curah hujan 27,88%. Nilai koefisien determinasi menggambarkan sejauh mana suatu model dapat menggambarkan faktor yang mempengaruhi data yang diprakirakan. Laju perubahan tren wilayah Kota Sorong cenderung naik untuk semua parameter. Secara umum hasil dari proyeksi RCP 4.5 dan RCP 8.5 sejalan dengan tren perubahan yang terjadi. Kondisi ini bukan membandingkan antara tren dan hasil proyeksi tetapi memberikan gambaran akan perkembangan parameter iklim yang ada dilihat dari pendekatan tren dan proyeksi. Kajian ini didasarkan pada skenario RCP 4.5 dan RCP 8.5 menggunakan model *downscaling* dimana skenario tersebut belum tentu cocok dengan kondisi yang ada, dan model yang dipakai tidak dapat menyeluruh menggambarkan faktor yang mempengaruhi kondisi parameter iklim di wilayah Kota Sorong.

Pada tahun 2007 terlihat pergeseran nilai rata-rata dikarenakan ada perpindahan stasiun, sehingga mempengaruhi nilai tren parameter iklim yang tercatat. Untuk itu perlu dilakukan uji homogenitas atau uji *double mass* untuk menyamakan data sebelum 2007 dan sesudah 2007.

Daftar Pustaka

- Aldrian, Edwin, Mimin Karmini dan Budiman. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara, Kedeputan Bidang Klimatologi. BMKG, Jakarta. 175 hlm.
- Haryoko, Urip, M.Si. 2008. *Analisis Kecenderungan Suhu Udara dan Curah Hujan untuk Deteksi Perubahan Iklim*. Seminar Hari Meteorologi Dunia 2008. Jakarta 18 Maret 2008.
- IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, USA :222
- Measey, Mariah. 2010. Indonesia: A Vulnerable Country in the Face of Climate Change. *Global Majority E-Journal*,1:31-45.
- Novianto, Muhammad Addip. 2013. *Study on Morphological Changes of Starch Accumulation in Indica Rice Grain under High Temperature*. Thesis: Master's Program in Plant Production Science Major in Biological Production Science Graduate School of Agriculture, Ibaraki University, Japan.
- Van Vuuren, D., K. Riahi, S. Smith, M. Meinshausen, Michael Mastrandrea and Richard Moss. 2009. *RCP Extension White Paper*. Task Group on Data and Scenarios for Impact and Climate Analysis (TGICA) of the IPCC. 9 pages.
- Wilks, Daniel, S. 1995. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press, USA, 676 pages.