

Identifikasi Perubahan Suhu dan Curah Hujan serta Proyeksinya di Kota Semarang

Identification of Temperature and Rainfall Change and its Projections in Semarang City

Yadi Suryadi^{1*}, Denny Nugroho Sugianto^{1,2}, Hadiyanto^{1,3}

¹ Program of Environmental Studies, School of Postgraduate Studies, Diponegoro University
Jl. Imam Bardjo No. 5 Semarang 50241, Indonesia.

² Oceanograph Department, Faculty of Fisheries and Marine Science, Diponegoro University
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H-Tembalang Semarang, Indonesia.

³ Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering, Diponegoro University
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H-Tembalang Semarang, Indonesia

*Corresponding author: yadsur80@gmail.com

Abstract: Perubahan iklim merupakan fenomena global yang dampaknya dapat dirasakan secara lokal. Perubahan iklim sering berasosiasi dengan fenomena iklim lainnya seperti *El-Nino South Oscillation* (ENSO), hal ini akan meningkatkan tekanan terhadap perkotaan dengan memperburuk efek pulau panas perkotaan, meningkatkan iklim ekstrim (Banjir dan kekeringan) dan berdampak pada kesehatan. Menghadapi fenomena tersebut kota perlu bersiap dan mengatasi ancaman tersebut dengan mengembangkan strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Untuk mendukung strategi tersebut diperlukan data dan informasi iklim di masa yang akan datang. Informasi iklim dapat diperoleh dari output *Global Climate Model* (GCM) dari *Couple Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5) dengan skenario *Representative Concentration Pathway* (RCP). Output GCM masih bersifat global sehingga perlu dilakukan *downscaling*. Dalam kajian ini dilakukan *statistical downscaling* dengan menggunakan *tools Statistical Bias Correction for Climate Scenarios versi 2.0* dengan skenario RCP 8.5. Hasil analisis terhadap 2 stasiun klimatologi/meteorologi di kota semarang menunjukkan bahwa proyeksi suhu rata-rata periode 2017-2048 mengalami kenaikan yang signifikan dibandingkan periode baseline 1985-2016. Sedangkan untuk curah hujan tidak ada perubahan yang significant dibandingkan dengan periode baseline 1985-2016.

Keywords: Kota, Temperatur, Curah Hujan, Proyeksi Iklim

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang dipicu naiknya suhu rata-rata atmosfer bumi seiring meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer. Perubahan iklim mengacu pada perubahan keadaan iklim yang dapat diidentifikasi (misalnya dengan menggunakan uji statistik) perubahan rata-rata dan/ atau variabilitas sifat-sifatnya dalam periode yang panjang, biasanya dekade atau lebih lama, baik karena variabilitas alami atau sebagai hasil aktivitas manusia (IPCC, 2007). Suhu permukaan bumi mengalami kenaikan 0.85 °C (0.65-1.06 °C) selama periode 1880-2012 (IPCC, 2014). Sedangkan untuk wilayah Indonesia mengalami kenaikan suhu berkisar 0.8°/100 tahun (Bappenas, 2014).

Perubahan suhu global ini berdampak pada perubahan iklim, seperti perubahan pola hujan menjadikan tidak menentu musim, naik dan turunnya curah hujan disuatu wilayah yang berpotensi menimbulkan bencana (banjir/kekeringan). Selain itu wilayah Indonesia juga dipengaruhi fenomena iklim global lain yang dapat mempengaruhi variabilitas

iklim, seperti fenomena *El Nino southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Dipole Mode* (IOD).

Dampak variabilitas dan perubahan iklim tersebut akan semakin buruk pada wilayah yang memiliki kerentanan yang tinggi. Salah satu faktor menentukan kerentanan adalah kemampuan beradaptasi suatu wilayah.

Rendahnya kemampuan adaptasi dan tingginya sensitivitas dan keterpaparan menjadikan wilayah tersebut menjadi rentan terhadap dampak perubahan iklim.

Salah satu wilayah yang rentan terhadap perubahan iklim adalah kawasan perkotaan. Kawasan ini dihuni oleh sebagian besar penduduk dunia. Di Indonesia sebagian besar kota besar merupakan kota pesisir, yang rentan akan dampak perubahan iklim seperti banjir/rob, kenaikan paras muka air laut, dan kekurangan air bersih.

Menghadapi kondisi seperti ini, kota memerlukan strategi pengelolaan lingkungan yang baik, yang didasarkan data dan analisis perubahan iklim yang baik. salah satu informasi yang diperlukan untuk kajian dampak dan resiko iklim adalah kajian



iklim historis dan proyeksinya, baik jangka pendek maupun jangka panjang.

Untuk kajian tersebut umumnya dianalisis faktor-faktor iklim yang menjadi indikator perubahan iklim seperti suhu, curah hujan, dan kenaikan paras muka air laut. Di Indonesia faktor utama untuk mengidentifikasi perubahan iklim adalah suhu dan curah hujan, yang diukur dari pola dan intensitasnya (Aldrian, Budiman, & Mimin Karmini, 2011). Indikasi perubahan iklim dapat dilakukan dengan analisis deret waktu yang dapat memberikan informasi kecenderungan perubahan, analisis siklus atau pergeseran di sekitar rata-rata dalam jangka panjang. Karya tulis ini bertujuan menganalisis kondisi Iklim historis di kota Semarang dan proyeksi iklim jangka pendek.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi

Lokasi penelitian adalah kota Semarang.

2.2 Data

Penelitian ini mengolah data curah hujan dan suhu permukaan daratan, berupa data sekunder yang diperoleh dari stasiun klimatologi/ meteorologi hasil observasi BMKG. Data di peroleh melalui <http://www.dataonline.bmkg.go.id>. Data time series Kota Semarang tahun 1985-2016

Proyeksi Suhu dan Curah hujan dengan menggunakan model keluaran dari GCM-CMIP5 dengan skenario *Representatif Concentration Pathway* (RCP 8.5, RCP 4.0 dan RCP 2.6). Data tersebut tersedia <http://www.ipcc-data.org/> dan <http://www.pcmdi.llnl.gov/>. Data yang tersedia berupa data *grid* yang memiliki atribut *metafile* dan disimpan dalam file dengan format khusus NetCDF, Grib atau Binary dan bersifat global serta memiliki bias sehingga untuk dapat digunakan dalam skala lokal diperlukan teknik *downscaling* dan koreksi bias.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Metode statistik yang digunakan yaitu:

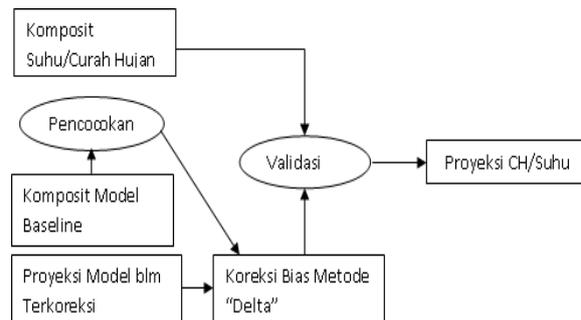
- Tren Analisis dengan menggunakan regresi sederhana menggunakan *MS Office Excel 2013* terhadap data tahunan, dan musiman.
- Proyeksi Iklim menggunakan metode *Statistical Downscaling*, dengan menggunakan metode "delta". Metode delta adalah metode yang simpel dan telah banyak digunakan untuk proyeksi iklim. Prinsip metode ini adalah perkalian atau penambahan perubahan rata-rata terhadap periode baselinenya. (Faqih, 2016).

$$X_{cor,i} = X_{o,i} + \mu_p - \mu_b \quad (1)$$

$$X_{cor,i} = X_{o,i} \times \frac{\mu_p}{\mu_b} \quad (2)$$

$X_{cor,i}$: Nilai hasil koreksi, $X_{o,i}$ = nilai observasi
 Periode Baseline; μ_p = Rataan pada periode proyeksi; μ_b = rataaan pada periode baseline

Kedua persamaan diatas digunakan untuk mengkoreksi data model. Pada umumnya untuk koreksi data suhu digunakan persamaan 1, sedangkan untuk dat curah hujan digunakan persamaan 2. Untuk keakuratan hasil analisis, proyeksi iklim digunakan *tools* proyeksi iklim yang dikembangkan oleh Faqih (2016) yang disusun untuk mendukung pemodelan iklim dalam penyusunan laporan Komunikasi Nasional Indonesia Ketiga untuk UNFCCC (*Third National Communication*), kerjasama UNDP dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.



Gambar 1. Skema Proyeksi Iklim (KLH, 2008,)

Proses proyeksi diawali dengan pencocokan model baseline dengan data observasi, kesesuaian di tentukan secara kualitatif bukan kuantitatif. Kesesuaian model dilihat dari keseragaman pola model baseline dengan pola komposit data observasi, baik model secara terpisah ataupun nilai *mediannya* dari beberapa model. Langkah selanjutnya proses validasi, langkah ini diawali dengan memproyeksikan data dengan model terpilih dengan periode 1985-2016 sebagai prediktor dan periode 2011-2016 sebagai prediktan. Validasi dilakukan dengan mengukur tingkat korelasi antara prediktor dan prediktan, model dengan korelasi yang kuat yang akan dipilih.

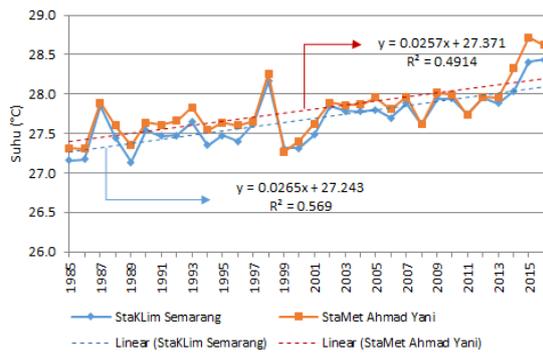
- Analisis tren data iklim proyeksi bulanan dan musiman menggunakan regresi sederhana.
- Identifikasi Perubahan suhu dan curah hujan dengan analisis statistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Iklim Historis

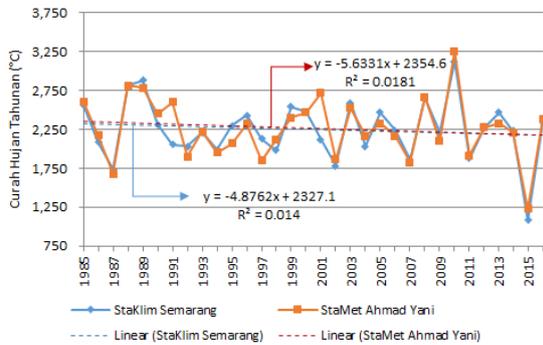
Hasil analisis terhadap data suhu dan curah hujan di dua stasiun klimatologi/meteorologi yang ada di kota Semarang, menunjukkan adanya tren kenaikan suhu dan tren penurunan curah hujan periode waktu 1985-2016.

Suhu udara di kota Semarang mengalami kenaikan sebesar 0.0257 °C/tahun lebih besar dari kenaikan rata-rata suhu permukaan wilayah daratan Indonesia 0,016 °C/tahun (Bappenas, 2014)



Gambar 2. Tren Suhu Di Kota Semarang

Sementara curah hujan di Kota Semarang mengalami penurunan dengan tren -5.6331 mm/tahun. Penurunan curah hujan terjadi pada musim hujan/DJF, musim peralihan MAM dan musim kemarau/JJA, sementara tren kenaikan curah hujan terjadi pada musim peralihan menuju musim hujan yaitu bulan SON.



Gambar 3. Tren Curah Hujan di Kota Semarang

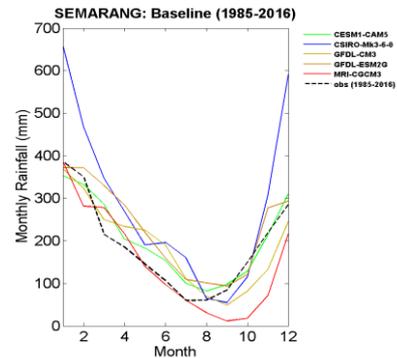
3.2 Proyeksi Iklim

Proyeksi iklim merupakan upaya dalam mendapatkan gambaran iklim di masa depan yang sebagai respon terhadap adanya perubahan komposisi Gas Rumah Kaca (GRK). Beberapa model yang mensimulasikan kondisi tersebut sampai 2100 hasil proyeksi akan bergantung pada skenario asumsi perkembangan global. IPCC melalui *Fifth Assessment report (AR-5-IPCC)* mengeluarkan skenario baru yaitu *Representatif Concentration Pathway (RCP 2,6, RCP 4.5, RCP 6.0 dan RCP 8.5)*

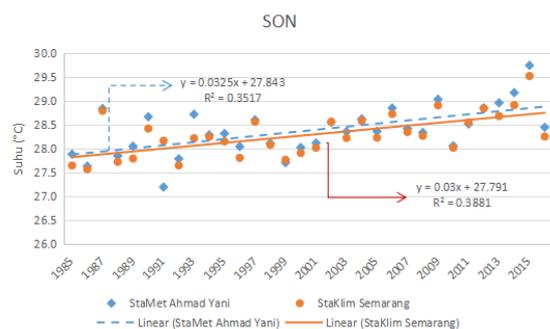
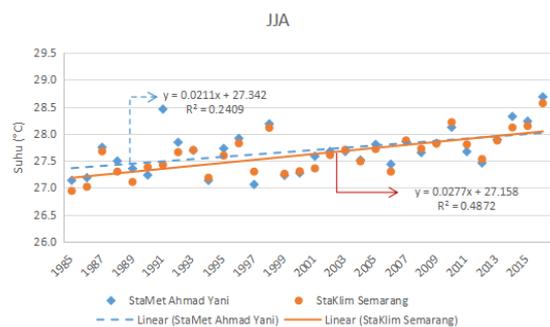
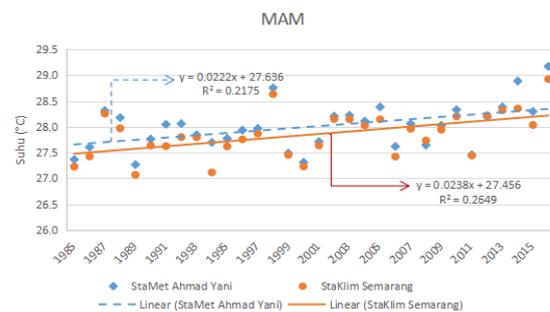
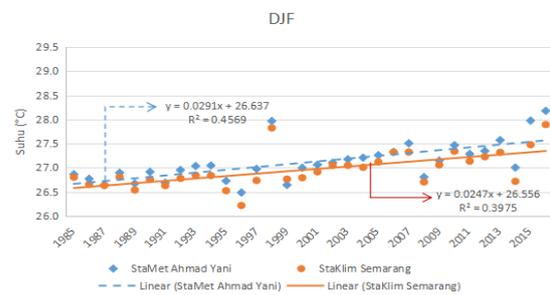
Dalam kajian ini akan menggunakan model iklim 1) CESM1-CAM, 2) CISIRO-Mk3-6-0, 3) GFDL-CM3, 4) GFDL-ESM2G dan 5) MRI-CGCM3. Model-model digunakan dalam beberapa penelitian di Indonesia seperti KLH (2008); Mercy Corps et al (2010).

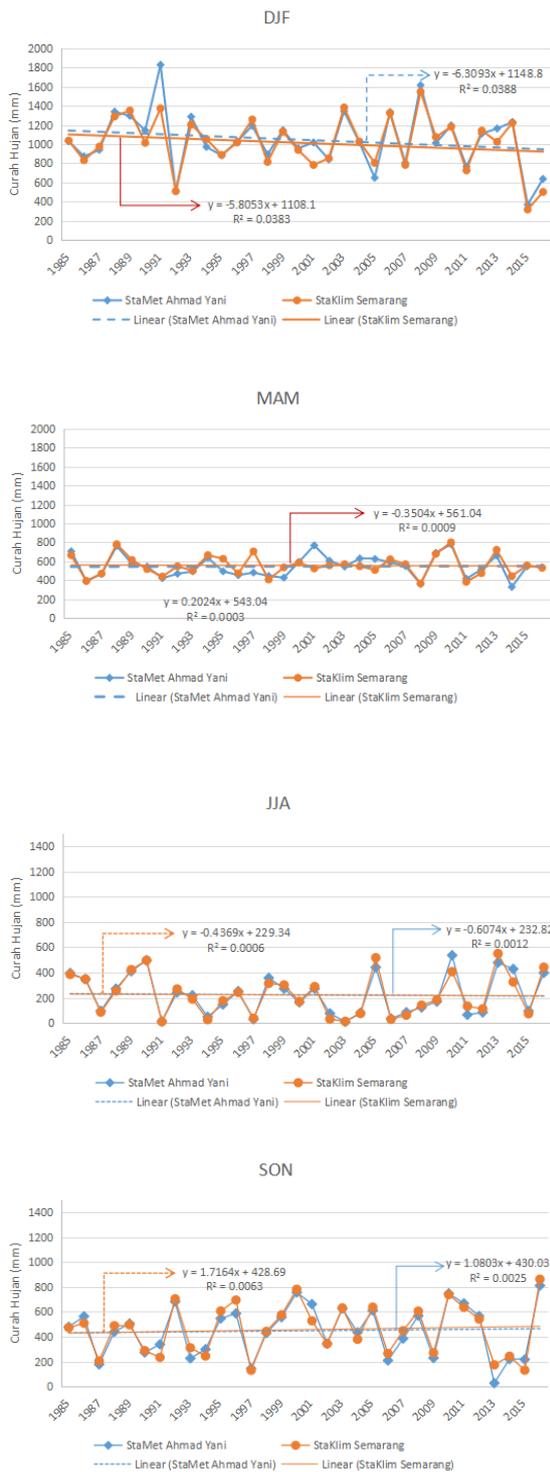
Kemudian dengan model tersebut di uji kecocokan pola baseline model dengan pola baseline data observasi. Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa model-model tersebut memiliki korelasi pola yang baik yaitu dengan korelasi 0.4-0.71.

Untuk memvalidasi hasil proyeksi maka digunakan data rentang waktu 1985-2010 sebagai baseline data observasi dan baseline model.



Gambar 4. Pola Model Baseline dan Data Observasi





Gambar 5. Tren Suhu dan Curah Hujan Musiman

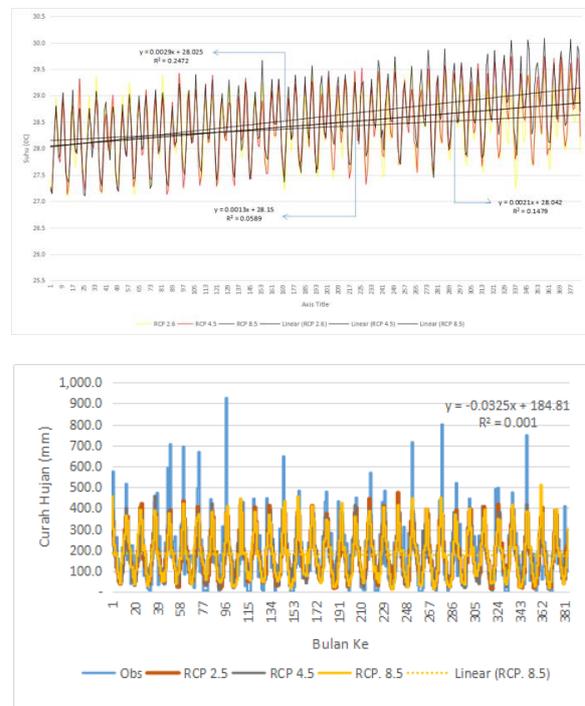
Sedangkan sebagai prediktan yaitu data baseline rentang waktu 2011-2016. Hasil simulai ini menunjukkan korelasi data proyeksi dengan data observasi suhu berkisar antara 0,581 – 0,756 dan tidak berbeda secara nyata antara data proyeksi dengan selang kepercayaan 95%. dengan data obervasi pada periode 2011-2016. Sementara untuk curah hujan dengan model memiliki korelasi antara 0.84-0.97, dengan hasil validasi menunjukkan signifikansi pada

selang kepercayaan 95 % dengan nilai korelasi antara 0,47 – 0.611.

Model terpilih digunakan untuk proyeksi iklim dengan menggunakan skenario RCP 8.0, RCP 4.5 dan RCP 2.6. Hasil analisis ini menunjukkan suhu mengalami kenaikan yang signifikan pada semua skenario sementara curah hujan mengalami tren menurun meskipun tidak signifikan secara statistik.



Gambar 6. Analisis Komposit Suhu Observasi dan Proyeksi



Gambar 7. Tren Suhu dan Curah Hujan

Tabel. 2 Rekapitulasi Perubahan Curah hujan musiman

Skenario	DJF	MAM	JJA	SON
RCP.85	0.76	0.86	0.76	0.78
RCP4.5	0.57	0.69	0.62	0.60
RCP2.6	0.56	0.61	0.57	0.65

Tabel. 2 Rekapitulasi Perubahan Curah hujan musiman

Skenario	DJF	MAM	JJA	SON
RCP.85	-0.09	0.27	-0.83	-11.40
RCP4.5	-1.35	4.19	-6.07	-0.88
RCP2.6	6.69	0.57	-7.90	-12.38

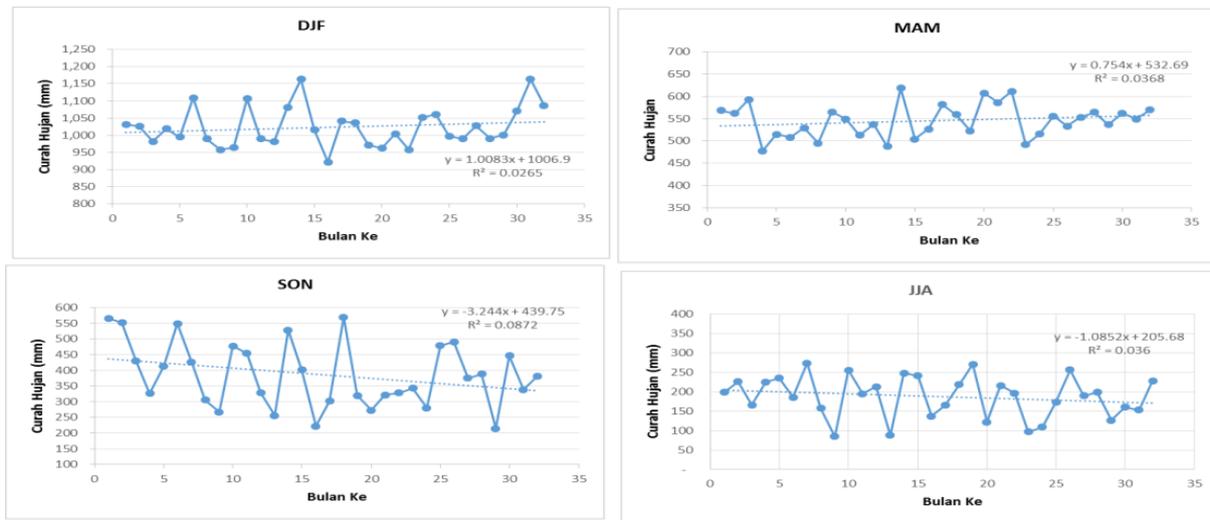
Dari hasil proyeksi (Gambar 7) secara kasat mata dapat terlihat adanya tren suhu yang positif pada semua skenario yang di gunakan.

Sementara curah hujan hanya menunjukkan pola variabilitas saja tanpa adanya tren yang signifikan, meskipun dari analisis tren menunjukkan tren curah hujan yang negatif sebesar -0,0325.

Untuk mendapatkan informasi lebih dalam, dilakukan analisis musiman (gambar 8). Hasil analisis menunjukan bahwa pada musim hujan/DJF dan musim peralihan MAM menunjukkan tren kenaikan curah

hujan sementara pada musim kemarau/JJA dan musim peralihan SON mengalami penurunan curah hujan.

Hal ini tidak konsisten dengan tren saat ini, dimana curah hujan musim hujan memiliki tren yang menurun. Informasi ini sangat penting untuk dapat dianalisis lebih lanjut, mengingat iklim kota semarang memiliki korelasi yang cukup kuat dengan fenomena ENSO dan DMI (Tabel 4) sehingga fenomena tersebut dapat mempengaruhi hasil analisis dengan rentang data yang relatif pendek.



Gambar 8. Tren Proyeksi Curah Hujan Musiman

Dari hasil uji statistik terhadap hasil proyeksi suhu dan curah hujan periode 2017-2048 dengan skenario RCP 8.0, diperoleh bahwa perubahan suhu secara statistik berbeda nyata dengan periode baselinenya 2085-2016, sedangkan perubahan curah hujan tidak berbeda nyata antara proyeksi dengan periode baseline. (Tabel 3).

Tabel 3. Uji beda rata-rata periode baseline dengan Periode Proyeksi

	T Hitung	Uji terhadap T Tabel	Kesimpulan
Suhu Proyeksi-Baseline	45,705	Lebih besar	Tolak H0
CH Proyeksi-Baseline	0,764	Lebih Kecil	Terima Ho

Tren curah hujan Kota Semarang menurun karena sangat di pengaruhi oleh fenomena ENSO terutama EL Nino (Kering). Hasil penelitian ((Mercy Corps et al., 2010) curah hujra kota Semarang berkorelasi dengan fenomen ENSO dan DMI (Tabel 4).

Tabel 4. Korelasi Curah Hujan dengan ENSO dan Dipole Mode Indeks

	DF	MAM	JJA	SON
DMI	-0,23	-0,02	-0,12	-0,60
Nino 3.4	0,12	0,03	-0,36	-0,62

3. SIMPULAN

Hasil analisis terhadap 2 stasiun klimatologi/meteorologi di kota Semarang menunjukkan bahwa proyeksi suhu rata-rata periode 2017-2048 mengalami kenaikan yang signifikan dibandingkan periode baseline 1985-2016. Sedangkan untuk curah hujan tidak ada perubahan yang signifikan dibandingkan dengan periode baseline 1985-2016.

5. DAFTAR PUSTAKA

Aldrian, E., Budiman, & Mimin Karmini. (2011). *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. (November).

Faqih, A. (2016). *Proyeksi Iklim menggunakan Luaran GCM CMIP5 : Statistical Bias Correction for Climate Scenarios Indonesia 3 rd National Communication (TNC)*.

IPCC. (2007). *Climate Change 2007 Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change



- [Core Writing Team IPCC.
<https://doi.org/10.1256/004316502320517344>
- IPCC. (2014). Summary for Policymakers. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability - *Contributions of the Working Group II to the Fifth Assessment Report*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.11.012>
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). (2014). *Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim*.
- KLH. (2008). *Kajian Risiko dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat*, 1–60.
- Mercy Corps, ACCCRN, URDI, & ISET. (2010). *Kajian kerentanan dan adaptasi terhadap perubahan iklim di kota semarang 2010*