

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM (KHUSUSNYA CURAH HUJAN DAN TEMPERATUR) DI DAS CIMANUK (JAWA BARAT) BERBASIS HASIL ANALISIS DATA CRU DAN MODEL

Sinta Berlliana Sipayung, Fanny A. Putri dan Amalla Nurlatifah

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer

e-mail: s_berlianasipayung@yahoo.com

ABSTRACT

This paper emphasizes the importance of the analysis of climate change impact that occurred in the Cimanuk Watershed, West Java. It is related to the needed of fast and reliable information of past, present, and future rain fall based on Climate Research Unit (CRU) and Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) monthly data analysis for 104 years (1901-2014). The analysis is focused on drought frequency in that region using Standard Index Precipitation (SPI) methods. SPI is one of drought indicator in a region. Analyses were conducted per each 30 years observation, namely 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, and 1991-2014 takes 24 years for Pamegatan and Cimanuk stations. The result show that there has been a drought for both of them, but relatively stable in 60-65 event since 1901-1990. Significant changes occurred from 1991 to 2014, where the drought decreased until 56 events. This indicates that dry season in Cimanuk Watershed is decrease or rain season is increase. Meanwhile, SPI analysis show that only 3-month period SPI is most suitable for describing the highest of dry and rain seasons in Cimanuk Watershed.

Keywords : *Climate Change, SPI, and Cimanuk Watershed*

ABSTRAK

Makalah ini menekankan pentingnya analisis dampak perubahan iklim yang terjadi di DAS Cimanuk, Jawa Barat. Hal ini terkait dengan adanya satu kebutuhan informasi yang cepat dan tepat tentang kondisi curah hujan di masa lalu, kini dan mendatang. Berbasis hasil analisis data *Climate Research Unit* (CRU) dan *Conformal-Cubic Atmospheric Model* (CCAM) selama 104 tahun pengamatan (1901-2014) rata-rata bulanan data *in-situ* dan data luaran model. Analisis difokuskan pada frekuensi kejadian kekeringan di kawasan tersebut menggunakan teknik/metode *Standard Precipitation Index* (SPI) yang merupakan salah satu indikator terjadinya kekeringan di suatu wilayah. Analisis dilakukan setiap 30 tahun pengamatan yang dibagi menjadi 3 periode, yakni periode 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, dan satu periode lagi yang lamanya hanya 24 tahun (1991-2014) masing-masing untuk Stasiun Pamegatan dan Cimanuk. Hasilnya menunjukkan bahwa memang telah terjadi kekeringan di dua

stasiun tersebut, tetapi relatif stabil yakni berkisar 60-65 kali sejak 1901-1990. Perubahan signifikan terjadi sejak 1991 hingga 2014, dimana terjadinya penurunan kekeringan hingga mencapai sekitar 56 kejadian kekeringan. Ini mengindikasikan jika di DAS Cimanuk tren musim kemaraunya berkurang atau kecenderungan terjadinya musim penghujan bertambah. Sementara dari SPI diperoleh hanya SPI periode 3 bulanan saja yang relatif paling sesuai menggambarkan musim kemarau dan basah paling tinggi yang terjadi di kawasan tersebut.

Kata kunci : *Perubahan iklim, SPI dan DAS Cimanuk*

1 PENDAHULUAN

Ada satu kebutuhan nasional yang sangat dinantikan oleh Pusat Air (PUSAIR), yakni analisis dampak perubahan iklim yang terjadi di beberapa waduk yang terdapat di Jawa Barat. Hal ini penting dilakukan, karena informasi yang cepat, tepat dan akurat terkait dengan ketersediaan air di beberapa waduk yang terdapat di Jawa Barat, baik masa kini ataupun mendatang penting untuk menjaga stabilitas produksi tanaman pangan, khususnya padi yang ditanam di Jawa Barat.

Sebagaimana diketahui, perubahan iklim didefinisikan sebagai indikasi atau tanda-tanda meningkatnya suhu rata-rata di permukaan bumi yang menyebabkan terjadinya perubahan pada unsur iklim lainnya, seperti naiknya suhu air laut, meningkatnya penguapan di udara, yang pada akhirnya dapat mengubah pola curah hujan di suatu wilayah (IPCC, 2007). Perubahan iklim dapat terjadi karena proses alam internal maupun aktivitas manusia yang terus-menerus (IPCC, 2007). Perubahan tata guna lahan dan industrialisasi adalah salah satu pemicu penyebab perubahan iklim. Perubahan tata guna lahan memicu berubahnya komposisi atmosfer, salah satunya adalah konsentrasi karbon dioksida (CO₂). Peningkatan konsentrasi CO₂ sebanyak dua kali lipat diperkirakan akan meningkatkan suhu bumi sebesar 1,4-5,8°C (IPCC, 2001).

Analisis perubahan iklim membutuhkan data dengan rentang waktu yang panjang. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran (*in-situ*), satelit, maupun proyeksi luaran model iklim. Sebagai contoh, data observasi dengan periode 1906–2005 menunjukkan rata-rata suhu permukaan global meningkat dengan laju 0,74°C ± 0,18° telah mengakibatkan perubahan iklim di berbagai tempat, termasuk di Indonesia (IPCC, 2007). Data satelit juga dapat digunakan untuk kajian

perubahan iklim. Analisis data satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) dalam *Indonesian Climate Change Sectoral Roadmap* (ICCSR) untuk periode 2003-2008 memperlihatkan peningkatan peluang kejadian curah hujan dengan intensitas ekstrem, terutama di wilayah Indonesia bagian barat (Jawa, Sumatera, dan Kalimantan) (Bappenas, 2010).

Suhu permukaan udara di keseluruhan Asia telah meningkat sekitar 1-3°C selama satu abad terakhir (Cruz dkk., 2007). Hulme dan Sheard (1999), menemukan bahwa Indonesia lebih hangat sejak tahun 1900 dan suhu rata-rata tahunannya telah meningkat sekitar 0,3°C. Kenaikan suhu sebesar 0,2-0,3 °C per dekade juga disampaikan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH, 2012).

Perubahan iklim juga mempengaruhi curah hujan. Kenaikan curah hujan untuk periode Desember–Januari–Februari (DJF) terjadi di hampir seluruh Pulau Jawa dan Indonesia bagian tengah seperti Bali, NTB, dan NTT. Berdasarkan data historis perubahan per tahun menunjukkan peningkatan suhu di Jakarta dan Bogor (Hidayati, 1990), sedangkan sebagian besar wilayah Indonesia suhu mengalami penurunan (Hidayati dkk., 2009).

Indikator perubahan iklim lainnya adalah keterlambatan musim hujan tahunan 30-hari, dengan kategori 10% kenaikan curah hujan di musim tanam (April-Juni), dan 75% penurunan curah hujan di musim kemarau (Juli-September) (Hulme and Sheard, 1999; Boer and Faqih, 2004; Naylor dkk., 2007).

Hasil proyeksi dengan menggunakan data luaran model skenario diketahui bahwa telah terjadi peningkatan curah hujan di Indonesia kecuali di Indonesia bagian selatan (Hulme and Sheard, 1999). Boer and Faqih (2004); Naylor. dkk. (2007). Hasil proyeksi ke depan juga menyebutkan kenaikan curah hujan tahunan di sebagian besar pulau-pulau, kecuali di Indonesia bagian selatan, yang menurun hingga 15%. Perubahan musiman curah hujan di sebagian Sumatera dan Kalimantan sekitar 10-30% lebih basah di tahun 2080 selama periode Desember-Februari, sedangkan Jakarta diproyeksikan lebih kering sekitar 5 sampai 15% selama Juni-Agustus (KLH, 2012). Indonesia yang sangat rentan terhadap bencana hidrometeorologi (banjir, kekeringan, tanah longsor, dan angin puting beliung) yang disebabkan oleh perubahan iklim harus tanggap untuk melakukan langkah-langkah mitigasi. Hal ini perlu dilakukan untuk mencegah dampak peningkatan suhu 2°C di atas tingkat pra-industri (WWF, 2007).

Untuk pertama kalinya pada tahun 2016 air Waduk Jatigede

yang berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk mulai digunakan untuk mengairi areal pesawahan di daerah pantai utara (pantura), seperti Majalengka, Indramayu dan Cirebon. Waduk Jatigede (Sumedang) dianggap mampu menyuplai air ke daerah pantura dalam beberapa tahun ke depan dan mampu mengairi Daerah Irigasi seluas 90.000 ha, yang mencakup Kab. Indramayu, Cirebon, Majalengka dan sekitarnya. Waduk Jatigede nantinya juga akan difungsikan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan kapasitas terpasang (*install capacity*) sebesar 110 MW. PLTA akan dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) (<http://sumedangonline.com/>).

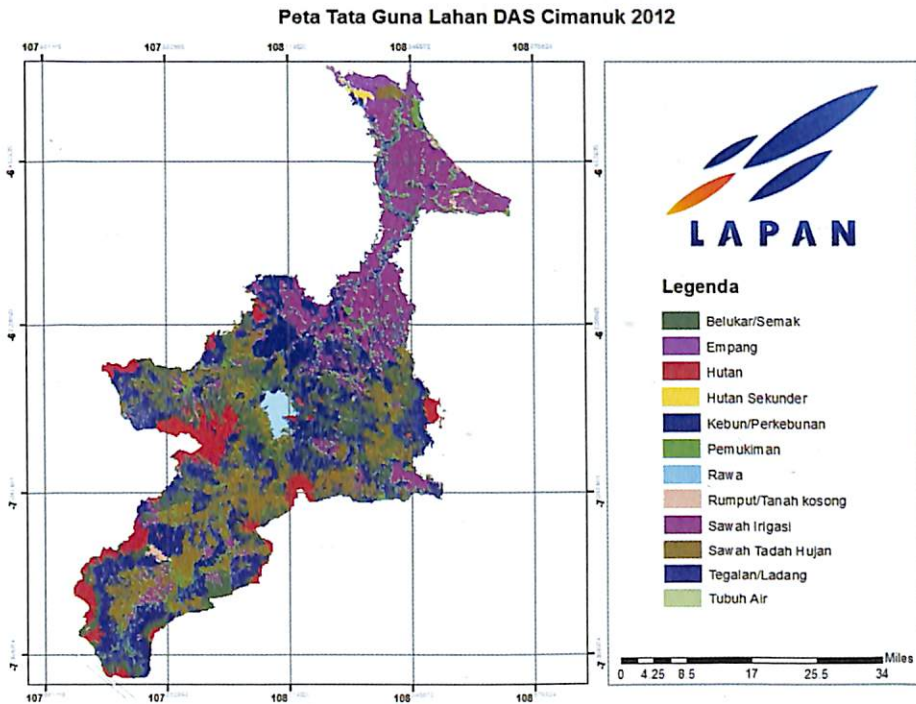
DAS Cimanuk merupakan salah satu penopang utama sumber daya air di Jawa Barat yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu sub-DAS Cimanuk Hulu, sub-DAS Cimanuk Tengah dan sub-DAS Cimanuk Hilir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak perubahan iklim, khususnya curah hujan dan temperatur yang terjadi di DAS Cimanuk, Jawa Barat berbasis hasil analisis data CRU dan model dengan menggunakan metode *Standard Precipitation Index* (SPI).

2 METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data curah hujan dan temperatur dari tahun 1901 hingga 2014 (diwakili lokasi Pamegatan dan Cimanuk) yang diperoleh dari *Climate Research Unit* (CRU). Sebagai data koreksi digunakan data satelit dari *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), data luaran model dari *Conformal-Cubic Atmospheric Model* (CCAM) dan data *in-situ* (dari stasiun klimatologi). Data CRU dan luaran model bulanan digunakan untuk melihat pola perubahan iklim dan indeks kekeringan berdasarkan nilai ambang batas (*threshold* ± 1). Periode data CRU sudah lebih dari 30 tahun sehingga cukup *representative* digunakan untuk analisis perubahan iklim. Lokasi penelitian adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk (Jawa Barat) yang terletak pada koordinat ($6,2^{\circ}$ LS – $7,45^{\circ}$ LS dan $107,6^{\circ}$ BT - $108,8^{\circ}$ BT). Gambar 1 menyajikan lokasi penelitian dan peta penggunaan lahan di DAS Cimanuk yang didominasi oleh sawah tadah hujan, sawah irigasi dan tegalan.

Metode yang digunakan mengacu pada analisis perubahan iklim konsep dari Naylor (2007). Selain itu juga menggunakan metode *Standard Precipitation Index* (McKee dkk., 1993). Metode SPI digunakan untuk mengetahui suatu daerah mengalami kekeringan atau tidak. SPI merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menghitung indeks *presipitasi* yang menjelaskan kondisi anomali basah dan anomali kering

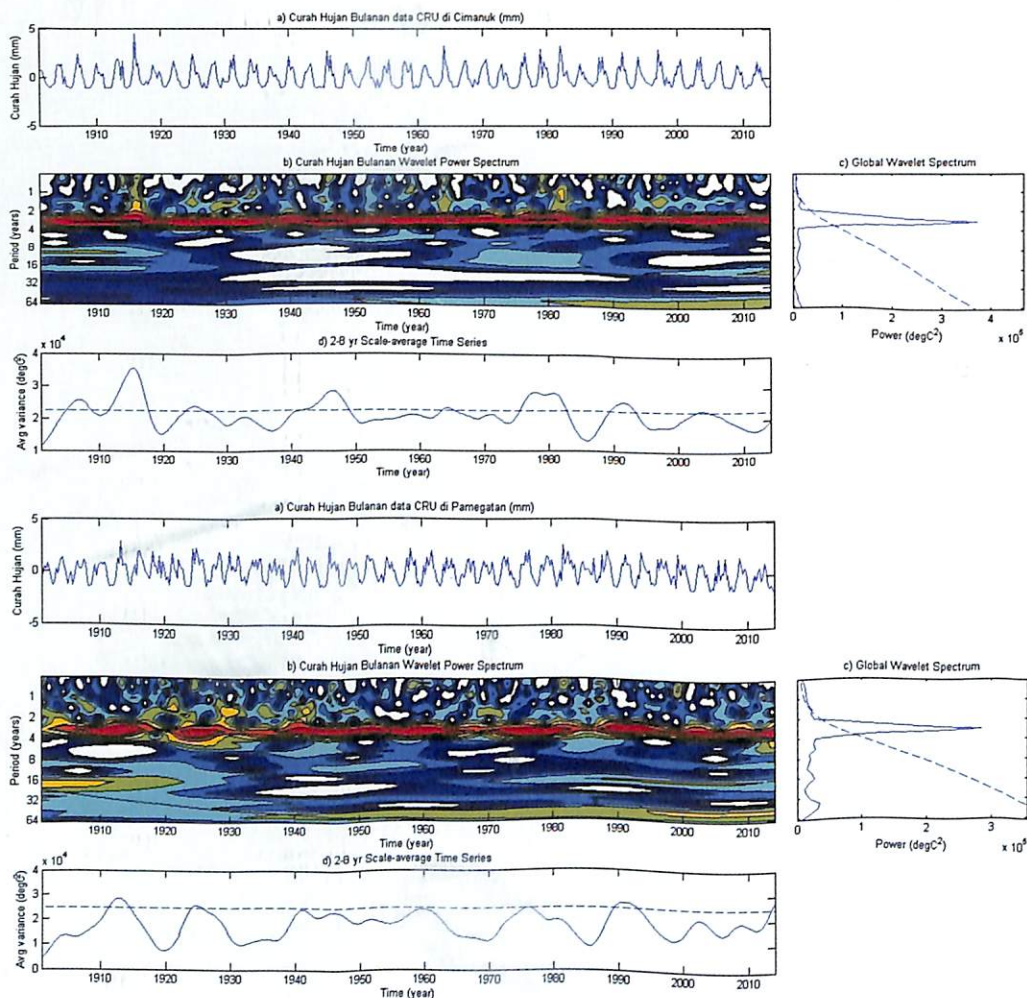
dalam kurun waktu tertentu di suatu wilayah dengan memperhitungkan input presipitasi sebagai data utamanya dan tidak memperhitungkan parameter lain dan telah digunakan di lebih dari 60 negara (Svoboda, 2009).



Gambar 1. Kondisi lokasi penelitian dan penggunaan lahan di DAS Cimanuk

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk merupakan salah satu dari beberapa DAS yang terdapat di Jawa Barat. DAS Cimanuk memiliki luas 347.697 ha yang mencakup wilayah administrasi Kabupaten Garut, Sumedang, Majalengka dan Indramayu. DAS Cimanuk memiliki curah hujan 1500-3000 mm/tahun. Berdasarkan analisis data curah hujan stasiun klimatologi yang terletak di DAS Cimanuk selama periode 1901-2014 menghasilkan, bahwa DAS Cimanuk mempunyai pola curah hujan tahunan tipe monsun. Gambar anomali curah hujan, *wavelet*, spektrum daya *wavelet* dan variansi curah hujan bulanan DAS Cimanuk diwakili dua stasiun yaitu stasiun Cimanuk (atas) dan Pamegatan (bawah) disajikan dalam grafik *time series* pada Gambar 2a, 2b, 2c dan 2d.



Gambar 2. Anomali (a), *wavelet power spectrum* (b), spektrum daya *wavelet* (c), dan variansi rata-rata fenomena 2-8 tahunan (d), curah hujan bulanan

Gambar 2. a Cimanuk, merupakan anomali yang berbentuk gelombang memiliki karakteristik durasi waktu terbatas dan rata-ratanya nol (0) dengan garis vertikal antara positif lima dan minus lima menggunakan dekomposisi waktu frekuensi. Gambar 2. b dan c Cimanuk merupakan transformasi *wavelet* yang dapat digunakan untuk menganalisis mode variabilitas dominan dan variansinya terhadap waktu dengan mendekomposisi deret waktu ke dalam domain waktu frekuensi (Torrence dan Compo, 1998). Kejadian yang mendominasi besarnya curah hujan di Cimanuk berdasarkan data CRU pada tahun 1901 hingga 2014 dipengaruhi oleh fenomena 3 tahunan

(*interannual*) yang kemungkinan adalah fenomena IOD atau ENSO (Saji and Yamagata, 1999) di Pamegatan dan Cimanuk. Berdasarkan hasil plot variansi rata-rata spektrum, fenomena 2-8 tahunan mencapai variansi yang tinggi tahun 1916, 1948, 1978, 1982, dan 1992 (Gambar 2.d, Cimanuk).

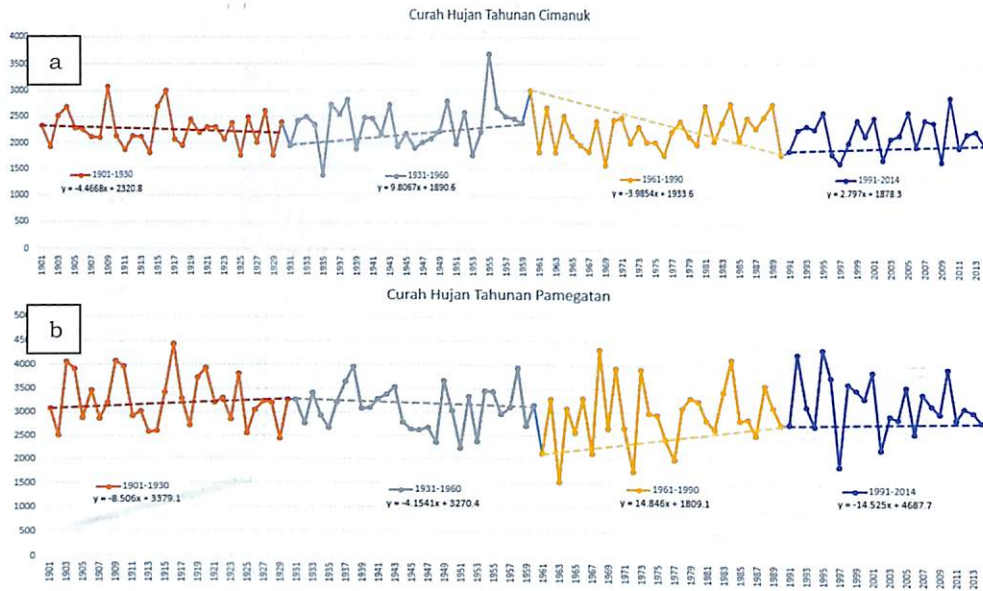
Kejadian yang mendominasi besarnya curah hujan di Pamegatan berdasarkan data CRU pada tahun 1901 hingga 2014 dipengaruhi oleh fenomena 3 tahunan (*interannual*) (Gambar 2.b, Pamegatan), fenomena kejadian sama dengan di Cimanuk (Gambar 2.c Pamegatan). Berdasarkan hasil *plot variansi rata-rata spektrum*, fenomena 2-8 tahunan mencapai variansi yang tinggi tahun 1913, 1925, dan 1992 (Gambar 2.d, Pamegatan). Hal ini terlihat bahwa pola curah hujan dari analisis *power spectrum* daya (PSD) *wavelet*, memberikan hasil yang sama pada fenomena dan konsisten dalam melihat periode osilasinya dari masing-masing kedua stasiun.

Tabel 1 merupakan koefisien korelasi antara curah hujan bulanan antara data stasiun, CRU dan model yang diwakili di stasiun Cimanuk dan Pamegatan. Hasil analisis koefisien korelasi (r) menunjukkan besarnya r antara 0,5 – 0,87. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara keempat (4) data terdapat korelasi yang baik.

Tabel 1. Koefisien Korelasi Antara Berbagai Data Curah Hujan Bulanan di DAS Cimanuk

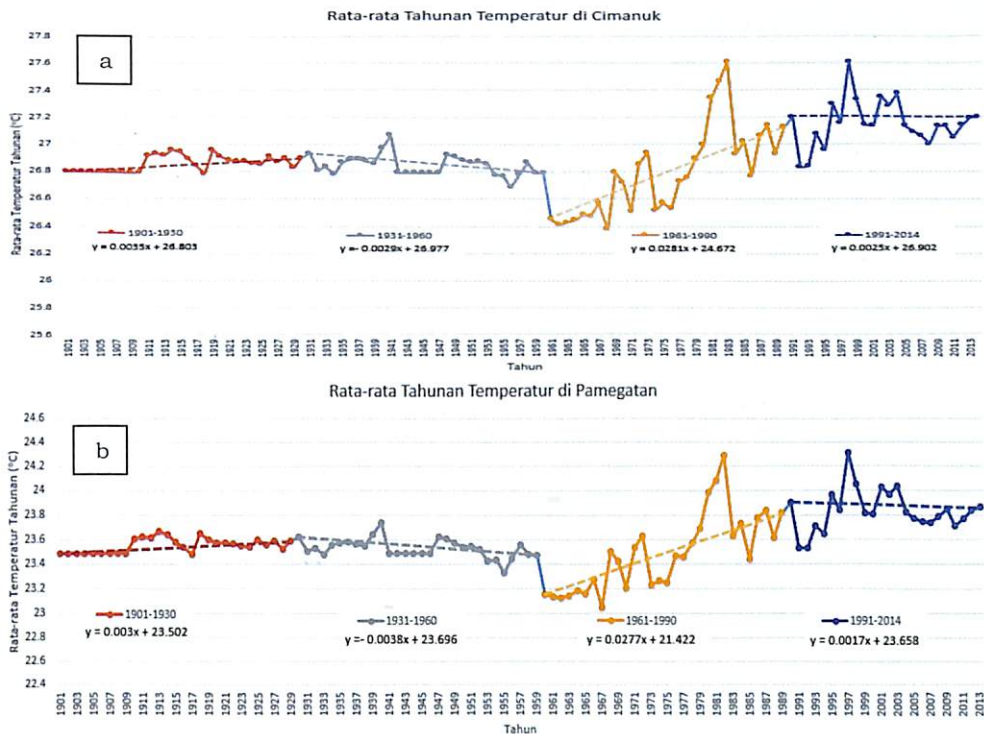
Korelasi Curah Hujan Bulanan di DAS Cimanuk							
Stasiun Cimanuk				Stasiun Pamegatan			
Sta vs CRU	Sta vs TRMM	CRU vs TRMM	Sta vs CCAM	Sta vs CRU	Sta vs TRMM	CRU vs TRMM	Sta vs CCAM
0.55	0.68	0.87	-0.58	0.68	0.79	0.87	0.72

Berdasarkan data dari CRU TS3. 23 selama periode 1901-2014, menunjukkan rata-rata kenaikan dan penurunan curah hujan di Indonesia yang lebih rincinya dapat dilihat per periode 30 tahunan 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 dan periode 1991-2014. Selama periode 30 tahunan, curah hujan menunjukkan bervariasi. Curah hujan mengalami peningkatan dan penurunan selama 30 tahunan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.a dan 3.b di stasiun Cimanuk dan Pamegatan. Berdasarkan kedua gambar, pada periode pertama (1901-1930) terjadi penurunan curah hujan sebesar 4,46 mm, sebaliknya pada periode kedua (1931-1960) terjadi peningkatan sebesar 9,80 mm sedangkan periode ketiga (1961-1990) dan keempat (1991-2014) sebesar -3,9 (menurun) dan 2,79 mm (meningkat).



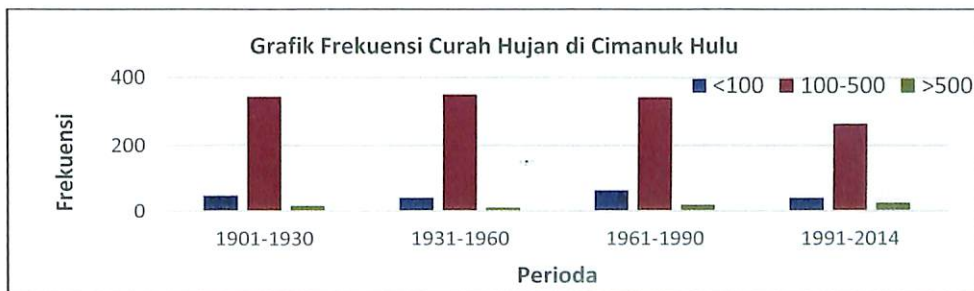
Gambar 3. Tren curah hujan rata-rata per 30 tahunan wilayah daratan di Cimanuk dan Pamegatan berdasarkan data dari CRU TS3. 23.

Menurut IPCC (2007), bahwa suhu global berdasarkan data historis mengalami kenaikan hingga mencapai antara $0,74 \pm 0,18$ derajat Celsius. Hasil analisis dilakukan terhadap data suhu observasi global yang disusun oleh *Climate Research Unit* dari *University of East Anglia* (CRU, 2008) diterapkan untuk stasiun Cimanuk dan Pamegatan seperti yang tercantum pada Gambar 4.a dan 4.b. Berdasarkan analisa data dari CRU, ke dua lokasi (Cimanuk dan Pamegatan) menunjukkan peningkatan suhu yang tidak jauh beda. Hal ini menunjukkan bahwa data CRU TS3. 23 mempunyai resolusi rendah.



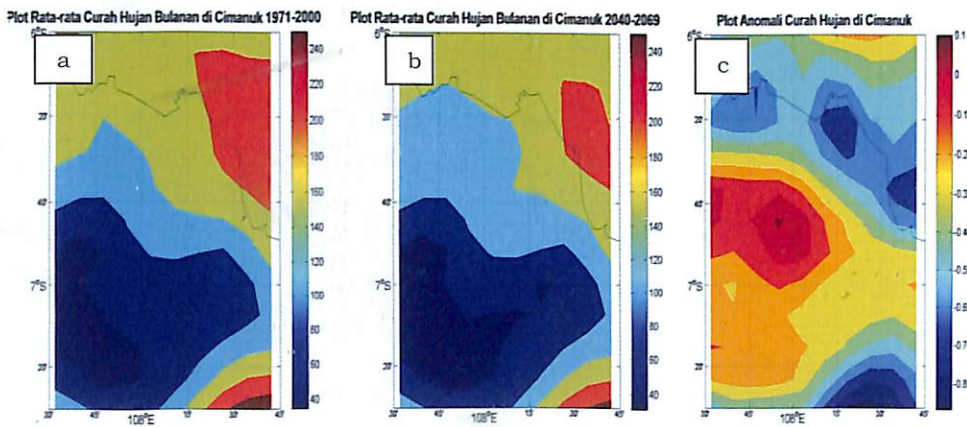
Gambar 4. Tren temperatur rata-rata per 30 tahunan untuk wilayah daratan di Cimanuk dan Pamegatan berdasarkan data dari CRU TS3. 23.

Gambar 5 menyajikan frekuensi curah hujan untuk 4 periode di Cimanuk hulu. Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa grafik frekuensi curah hujan pada kategori 100-500mm (warna merah) terjadi penurunan. Selain itu periode data pada tahun 1991-2014 terdiri dari 24 tahun namun terdapat perubahan signifikan (warna hijau) yaitu frekuensi tertinggi yaitu diatas >500mm, artinya telah terjadi perubahan iklim dan berdampak pada peningkatan curah hujan.

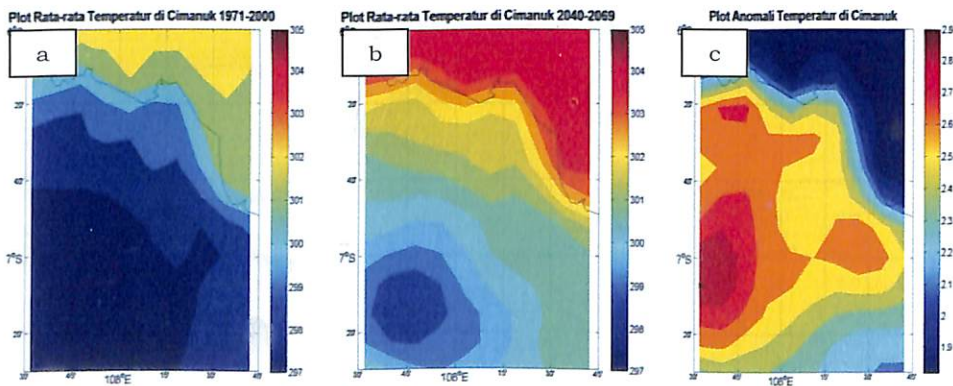


Gambar 5. Frekuensi Curah Hujan di Cimanuk Hulu

Perubahan curah hujan dan temperatur spasial DAS Cimanuk berbasis model CCAM dapat ditunjukkan pada Gambar 6a, b dan c dan 7a, b dan c yaitu anomali curah hujan dan temperatur rata-rata 2040-2069 terhadap rata-rata *baseline* tahun 1971 -2000. Hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa dari anomali curah hujan dan temperatur pada Gambar 6c dan 7c terjadi perubahan iklim ditinjau dari rata-rata *baseline* tahun 1971-2000 seperti yang tercantum pada Tabel 2 dan akan berdampak terhadap kekeringan di DAS Cimanuk itu sendiri. Anomali curah hujan dan temperatur dari tahun 1971 hingga 2000 dibandingkan dengan 2040-2069 mempunyai pola yang sama di Cimanuk Hulu yaitu terjadi peningkatan.



Gambar 6. Perubahan curah hujan spasial dan anomali rata-rata 2040-2069 terhadap rata-rata *baseline* 1971-2000 DAS Cimanuk

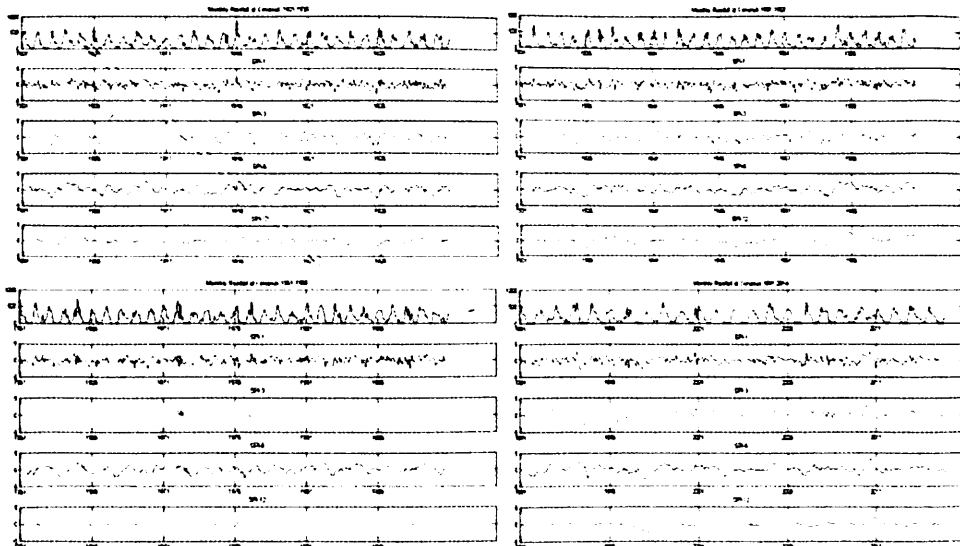


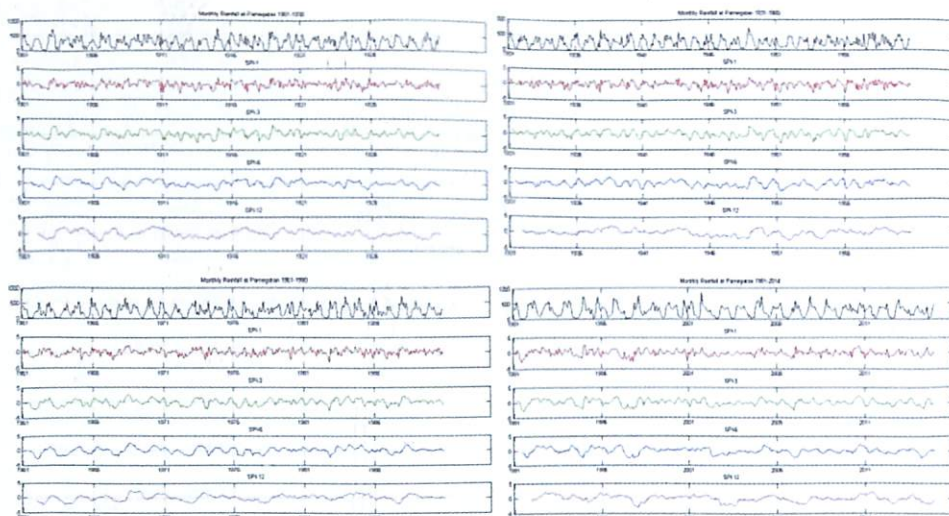
Gambar 7. Perubahan temperatur spasial dan anomali rata-rata 2040-2069 terhadap rata-rata *baseline* 1971 -2000 DAS Cimanuk

Tabel. 2. Perubahan curah hujan dan temperatur DAS Cimanuk yang diwakili stasiun Cimanuk dan Pamegatan

No	Nama stasiun	Curah Hujan		Temperatur	
		Perubahan	% Perubahan	Perubahan	% Perubahan
1.	Cimanuk	-3.8	9.46%	2.54	10.80%
2.	Pamegatan	-3.83	10.97%	2.68	11.44%

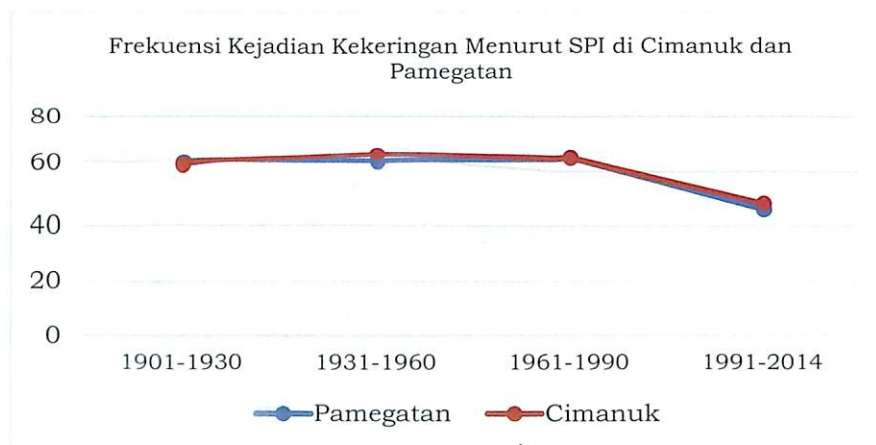
Standard Precipitation Index (SPI) dirancang untuk dapat mengkuantifikasi kondisi presipitasi dan menghitung kondisi kering dan basah. Berdasarkan skala waktu presipitasi, SPI digolongkan ke SPI-1 yang mengkuantifikasi kondisi presipitasi satu bulanan, SPI-3 untuk tiga bulan, SPI-6 untuk 6 bulan, SPI-12 untuk 12 bulan, dan SPI-24 untuk 24 bulan. Pada kajian ini yang digunakan adalah SPI-3 dalam periode 30 tahunan yaitu untuk mengidentifikasi jumlah kejadian bulan kering di wilayah Cimanuk dan Pamegatan. Hal ini berkaitan dengan wilayah Indonesia yang beriklim tropis dan rata-rata cuacanya berubah selama 3 bulan sekali seperti yang tercantum pada Gambar 8.





Gambar 8. Gambar SPI curah hujan per 30 tahunan untuk wilayah daratan di Cimanuk dan Pamegatan berdasarkan data dari CRU TS3. 23.

Perubahan iklim itu sendiri dipercaya dapat mempengaruhi jumlah kejadian cuaca ekstrem di suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu. Gambar 9 menunjukkan bahwa baik di daerah Cimanuk dan Pamegatan, frekuensi kejadian kekeringan meningkat dalam kurun waktu 30 tahun. Pada kurun waktu 1901-1930, jumlah frekuensi kejadian kekeringan di Cimanuk maupun di Pamegatan berkisar 58 kejadian. Pada tahun 1931-1960, frekuensi kejadian kekeringan meningkat.



Gambar 9. Grafik frekuensi kejadian kekeringan menurut SPI-3 di Cimanuk dan Pamegatan

Di daerah Cimanuk, jumlah frekuensi kejadian kekeringan meningkat sebanyak 64 kejadian, di Pamegatan sekitar 62 kejadian. Pada kurun waktu 1961-1990, jumlah kejadian kekeringan di dua lokasi sama-sama meningkat menjadi 65 kejadian. Sedangkan pada 24 tahun terakhir, jumlah kejadian kekeringan yang sejauh ini terekam adalah 46 kejadian di Pamegatan dan 48 kejadian di Cimanuk.

Pada Tabel 3, terdapat frekuensi kejadian bulan kering dan bulan basah di Pamegatan dan Cimanuk, yang lebih spesifik adalah pada SPI 3 bulanan yaitu pada atribut yang berwarna merah. Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa untuk menganalisis kondisi iklim kering dan basah di lokasi Pamegatan dan Cimanuk adalah iklim tiga bulanan. Hal ini disebabkan pada periode bulan tersebut terdapat kejadian kering dan basah yang paling tinggi.

Tabel 3. Frekuensi kejadian bulan kering dan bulan basah di Pamegatan dan Cimanuk

Pamegatan								Tahun	Cimanuk							
Kering				Basah					Kering				Basah			
1	3	6	12	1	3	6	12		1	3	6	12	1	3	6	12
56	59	54	63	60	62	63	63	1901-1930	55	58	54	58	64	65	59	46
59	59	59	57	55	56	64	60	1931-1960	60	62	60	48	53	64	53	47
61	65	61	67	60	58	46	57	1961-1990	48	65	64	63	59	59	56	57
41	46	40	47	55	52	44	47	1991-2014	40	48	42	37	41	42	38	47

4 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis di atas, maka dapat disimpulkan bahwa memang telah terjadi dampak perubahan iklim di DAS Cimanuk yang diwakili oleh Stasiun Cimanuk dan Pamegatan berupa kejadian musim kering yang relatif konstan (stabil) antara 56-65 kejadian di sepanjang periode 1901-1990. Kemudian mengalami degradasi (penurunan) kejadian musim kering di dua stasiun tersebut mulai 1991-2014. Ini mengindikasikan jika ada kecenderungan meningkatnya musim basah (hujan) sejak 1991-2014 dan perubahannya signifikan. Terjadinya penurunan musim kemarau, diduga terkait erat dengan meningkatnya temperatur permukaan di kedua Stasiun tersebut sejak 1991-2014. Hasil analisis berbasis SPI (*Standard Precipitation Index*) sebagai

indikator terjadinya kekeringan di kedua stasiun tersebut menunjukkan ternyata hanya SPI 3 bulanan saja yang dianggap paling sesuai menggambarkan terjadinya musim kemarau dan musim hujan ekstrem selama periode tersebut (1901-2014).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer atas fasilitas yang mendanai program tahun anggaran 2016, sehingga makalah ini berhasil diselesaikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Bappenas 2010: Indonesian Climate Change Sectoral Roadmap- ICCSR: Basis Sintifik: Analisis dan Proyeksi Kenaikan Muka Laut dan Cuaca Ekstrim, edited by Bappenas, Republik Indonesia.
- Boer, R. and A. Faqih. 2004: Current and Future Rainfall Variability in Indonesia. In An Integrated Assessment of Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability in Watershed Areas and Communities in Southeast Asia, Report from AIACC Project No. AS21 (Annex C, 95-126). International START Secretariat, Washington, District of Columbia. http://sedac.ciesin.org/aiacc/progress/Final_Rept_AIACC_AS21.pdf.
- Cruz, R. V. , H. Harasawa, M. Lal, S. Wu, Y. Anokhin, B. Punsalmaa, Y. Honda, M. Jafari, C. Li and N. Huu Ninh, 2007: Asia. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds. , Cambridge University Press, Cambridge, UK, 469-506.
- CRU, 2008: Climate Research Unit Times Series (TS) high resolution gridded datasets, [Internet]. NCAS British Atmospheric Data Centre, edited by I. H. (Phil Jones).
- Hidayati, Rini, 1990: Kajian Iklim kota Jakarta, Perubahan dan Perbedaan dengan daerah sekitarnya. Thesis Program Studi Agroklimatologi. Institut Pertanian Bogor.
- Hidayati, R. , A. Buono, A. Rakhman, Fitriyani, R. Boer. 2009: Health Sector. Technical Report on Vulnerability and Adaptation Assessment to Climate Change for Indonesia's Second National Communication. Ministry of Environment and United Nations Development Programme, Jakarta

- Hulme and Sheard 1999: Climate Change Scenarios for Indonesia. Climatic Research Unit, Norwich, UK, 6pp.
- IPCC, 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group II Report. WMO-UNDP.
- IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- KLH, 2012: Grand Design Penyelamatan Ekosistem Danau Indonesia, Kementerian Lingkungan Hidup.
- McKee, T. , Noland Doesken, dan John Kleist, 1993: The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, pp 179-184.
- Naylor, R. L., D. S. Battisti, D.J.Vimont, W. P. Falcon, and M. S. Burke. 2007: Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104(19):7752-7757.
- Saji, H. Yamagata, T. 1999. A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean.
- Svoboda. 2009: Applying the Standardized Precipitation Index as a Drought Indicator.
- Torrence and Compo. 1998: A Practical Guide to Wavelet Analysis.
- WWF (World Wide Fund For Nature). 2007: Climate Change: Why we need to take action now. Available at [http:// assets. panda. org/downloads/2_vs_3_degree_impacts_1oct06. pdf](http://assets.panda.org/downloads/2_vs_3_degree_impacts_1oct06.pdf) [Accessed 25 October 2007].