

# **Analisis Hidrologi Karakteristik Curah Hujan di Kabupaten Sambas untuk Potensi Pembangunan Waduk**

Lilik S. Supriatin, Sinta B. Sipayung, dan Amalia Nurlatifah  
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer – LAPAN  
lilik\_lapan@yahoo.com

**ABSTRACT.** *The urgently needs of drinking water raw materials in Sambas District (West Kalimantan) is the background of this research. At time people use rain water to meet the needs of household water. This study aims to determine and analyze the current rainfall carrying capacity and rainfall projection of Sambas District that potentially support the construction of reservoirs. The method used is the analysis of annual rainfall data of the past, current, and rainfall projection and anomaly. The result shows that the recorded rainfall observed in 5 sub-district have the same rainfall pattern with rainfall output of CCAM model so that it can be used to predict the rainfall of the region as information of the construction plan of a dam. Based on annual projection and anomaly analysis of annual rainfall, Sambas Regency has a high chance to build a reservoir with the effective age that can reach 50 years (2066).*

*Keywords : analysis, characteristic, rainfall, projection, reservoir*

**ABSTRAK.** *Kebutuhan bahan baku air minum masyarakat Kabupaten Sambas (Kalimantan Barat) yang mendesak melatarbelakangi penelitian ini. Selama ini warga memanfaatkan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa daya dukung curah hujan saat ini dan proyeksi curah hujan Kabupaten Sambas yang berpotensi untuk pembangunan waduk. Metode yang digunakan adalah analisis data curah hujan wilayah tahunan masa lalu, saat ini, dan proyeksi curah hujan serta anomalinnya. Hasilnya menunjukkan bahwa 5 kecamatan yang memiliki stasiun penakar hujan memiliki pola curah hujan yang sama dengan curah hujan luaran model CCAM sehingga dapat digunakan untuk menduga curah hujan wilayah sebagai informasi rencana pembangunan sebuah waduk. Berdasarkan analisis proyeksi dan anomali curah hujan wilayah tahunan Kabupaten Sambas memiliki peluang tinggi untuk dibangunnya sebuah waduk dengan umur efektif waduk yang dapat mencapai 50 tahun (tahun 2066).*

*Kata kunci : analisis, karakteristik, hujan, proyeksi, waduk.*

## 1. PENDAHULUAN

Air adalah sumber daya alam yang sangat vital untuk hidup dan kehidupan manusia. Tanpa air, hidup dan kehidupan ini tidak dapat berkelanjutan. Belum terdapat benda yang menggantikan fungsi dari air. Air dibutuhkan secara langsung (air untuk pertanian, perikanan, bahan baku air minum, pembangkit listrik, pariwisata, dan kebutuhan rumah tangga) atau kebutuhan tidak langsung (air minum dan air untuk keperluan industri).

Air yang terdapat di bumi sebagian besar berasal dari air hujan yang kemudian terdistribusi menjadi simpanan air dalam tanah, aliran permukaan, dan tertampung dalam badan air (danau, waduk, sumur, dan rawa). Danau dan rawa adalah badan air yang terbentuk secara alami, sementara waduk adalah badan air buatan. Berdasarkan fungsinya, waduk dapat dibedakan menjadi multiguna (banyak fungsi seperti untuk bahan baku air minum, pembangkit listrik, perikanan darat, pariwisata, pengendali banjir, dan irigasi sawah) dan berfungsi tunggal guna (Pitoyo dan Wiryanto, 2002).

Menurut Setyawan dkk. (2013) air dapat ditinjau dari tiga aspek yaitu kuantitas (jumlah), kualitas (mutu), dan kontinuitas (keberlanjutan). Semakin hari, kuantitas air semakin berkurang terlebih kualitas dan keberlanjutannya. Sampai saat ini masih banyak masyarakat di Indonesia yang menggunakan air hujan secara langsung (tanpa memperhatikan kualitas) untuk keperluan rumah tangga. Salah satunya adalah masyarakat yang tinggal di Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat.

Berita Antara edisi 8 Juli 2016 menyatakan bahwa sampai saat ini masyarakat di Kabupaten Sambas masih mengandalkan air hujan untuk konsumsi rumah tangga. Air hujan ini ditampung langsung dengan menggunakan wadah-wadah berukuran cukup besar dan tidak tertutup di rumah-rumah. Di lain pihak Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Sambas baru dapat melayani 4 kecamatan (Sambas, Tebas, Semparuk, dan Pemangkat) dari 19 kecamatan yang ada (Berita Antara edisi 27 Maret 2017). PDAM Kabupaten Sambas baru dapat melayani 5495 KK (kepala keluarga) dari 145489 KK yang terdapat di Kabupaten Sambas (BPS, 2014). Hal ini menunjukkan PDAM Kabupaten Sambas baru dapat melayani air minum untuk sekitar 37,76% KK saja.

Di sisi lain potensi besar sumber daya air Kabupaten Sambas yang memiliki 3 buah DAS (Daerah Aliran Sungai) dengan luas total 516.200 Ha belum dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku air. Ke tiga buah DAS tersebut adalah DAS Paloh dengan luas 64.375 Ha, DAS Sambas 258.700 Ha, dan DAS Sebangkau 193.125 Ha. Oleh karena itu diperlukan adanya perencanaan pembangunan bendungan (waduk) yang tidak saja berfungsi untuk bahan baku air rumah tangga, tetapi fungsi yang lain untuk keberlanjutan ketahanan pangan (irigasi sawah dan budidaya ikan keramba jaring apung) dan energi terbarukan (pembangkit listrik) serta fungsi lingkungan (pengendali banjir).

Masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan yaitu belum terdapatnya waduk yang dapat menyimpan air hujan sebagai bahan baku air untuk konsumsi masyarakat Kabupaten Sambas, irigasi sawah, perikanan darat (keramba jaring apung), dan pembangkit listrik. Martdianto dan Kadri (2012) menyatakan bahwa salah satu faktor teknik yang diperhitungkan sekali dalam penentuan lokasi pembuatan waduk adalah aliran air yang memasuki waduk yang diperhitungkan dari data curah hujan. Oleh karena itu

pertanyaan pertama pada penelitian ini adalah bagaimana karakteristik curah hujan klimatologis Kabupaten Sambas yang dapat mendukung ketersediaan sumber air untuk waduk yang akan dibangun? Pertanyaan kedua adalah bagaimana proyeksi curah hujan di Kabupaten Sambas sehingga nantinya waduk memiliki umur efektif yang relatif panjang (50 tahun lebih ke depan)? Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan menganalisis daya dukung curah hujan saat ini dan proyeksi curah hujan Kabupaten Sambas untuk potensi pembangunan waduk.

## 2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah curah hujan bulanan history yang memiliki periode 1949-2005 di lokasi Kabupaten Sambas, data curah hujan bulanan proyeksi berperiode 2006-2069 lokasi Kabupaten Sambas, curah hujan bulanan observasi berperiode 2010-2013 lokasi Kabupaten Sambas, dan data curah hujan bulanan observasi dari lingkungan waduk Cirata (Jawa Barat) berperiode 1994-2011 sebagai pembandingan lokasi yang telah memiliki waduk sebelumnya. Data curah hujan bulanan history dan curah hujan bulanan proyeksi adalah hasil dari running model *Conformal Cubic Atmospheric Model* (CCAM).

Lokasi penelitian adalah Kabupaten Sambas yang terletak pada 2°8' LU – 0°3' LU dan 118°39' BT – 110°4' BT. Gambar 1 menyajikan lokasi penelitian. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa Kabupaten Sambas di sebelah Barat berbatasan dengan Laut Natuna, sebelah Timur dengan Serawak (negara bagian Malaysia) dan Kabupaten Bengkayang, sebelah Utara dengan Serawak dan Laut Natuna, dan di Selatan dengan kota Singkawang dan Kabupaten Bengkayang.

Metode pada penelitian ini dapat dibagi menjadi lima tahap. Pertama adalah merunning data curah hujan luaran model CCAM. Kedua, membandingkan antara data curah hujan bulanan observasi dengan data curah hujan luaran model CCAM. Metode komparasi ini bertujuan untuk mendapatkan pola dan besarnya koefisien korelasi ( $r$ ) antara curah hujan observasi dengan luaran model. Langkah ketiga adalah membuat curah hujan wilayah. Sosrodarsono dkk. (1983) dan Kutarga dkk. (2008) menyatakan untuk merencanakan membuat waduk maka curah hujan yang diperlukan adalah curah hujan wilayah ( $D$ ) yang merupakan curah hujan rata-rata pada seluruh daerah yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkapan air (*Catchment Area*). Persamaan untuk menghitung curah hujan wilayah seperti tersaji pada persamaan di bawah ini.

$$D = \sum_{k=0}^n dk/n$$

dengan:

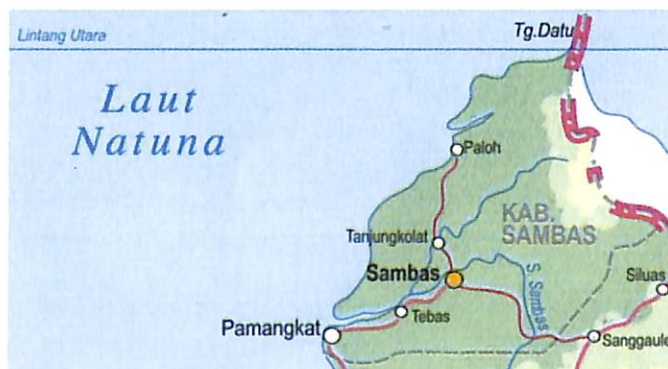
$dk$  = tinggi curah hujan pada kecamatan  $k$  (stasiun klimatologi)

$n$  = jumlah kecamatan (stasiun klimatologi)

Tahap keempat adalah membandingkan dan menganalisis antara data curah hujan observasi Kabupaten Sambas dengan data curah hujan lingkungan waduk Cirata sebagai

lokasi pembanding yang telah memiliki waduk. Tahap kelima adalah menganalisis anomali curah hujan wilayah tahunan untuk mengetahui umur efektif waduk yang akan dibangun. Anomali proyeksi curah hujan wilayah tahunan merupakan selisih antara proyeksi curah hujan wilayah tahunan luaran CCAM dengan curah hujan wilayah tahunan history.

Analisis keberlanjutan waduk (umur efektif) diestimasi berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2010 tentang Bendungan dan Marselina dkk. (2016) yang membagi operasional waduk dalam tiga katagori tahun yaitu tahun normal, tahun basah, dan tahun kering. Kriteria pembagian tahun berdasarkan pola operasi waduk disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Lokasi Kabupaten Sambas

Tabel 1. Kriteria katagori pola operasional waduk

Katagori	Kriteria
Tahun normal	Anomali curah hujan wilayah tahunan = 0 mm
Tahun kering	Anomali curah hujan wilayah tahunan < 0 mm
Tahun basah	Anomali curah hujan wilayah tahunan > 0 mm

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

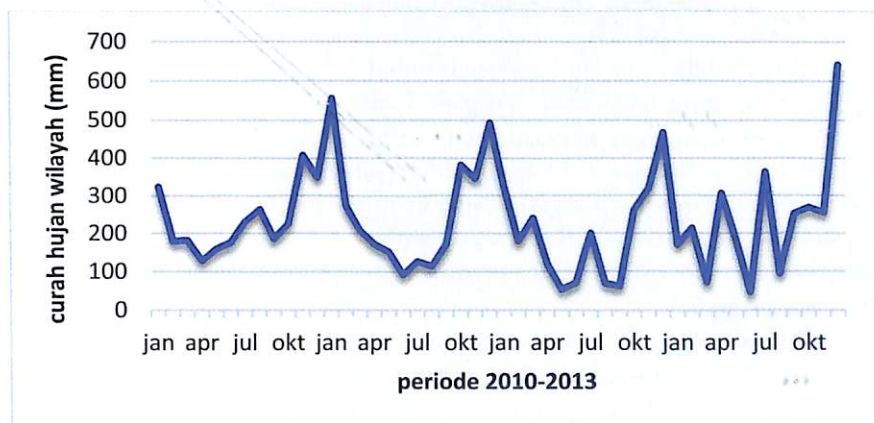
Sebelum mendapatkan proyeksi curah hujan dengan model CCAM, terlebih dahulu dilakukan perbandingan antara data curah hujan observasi dengan data curah hujan luaran model CCAM. Perbandingan ini dilakukan untuk menentukan seberapa jauh curah hujan hasil luaran CCAM mengikuti pola curah hujan observasi. Metode yang digunakan adalah analisis koefisien korelasi. Tabel 2 menyajikan koefisien korelasi ( $r$ ) antara data curah hujan observasi 7 kecamatan di kabupaten Sambas dengan data curah hujan luaran model CCAM. Periode data curah hujan yang digunakan untuk komparasi adalah data curah hujan bulanan 2010-2013 baik yang berasal dari luaran model CCAM maupun observasi.

Tabel 2. Koefisien korelasi antara 2 jenis data curah hujan

No	Relasi	Koefisien korelasi (r)
1.	Kecamatan Sambas – model CCAM	-0,02
2.	Kecamatan Tebas – model CCAM	0,23
3.	Kecamatan Selakau – model CCAM	0,19
4.	Kecamatan Teluk Keramat – model CCAM	0,03
5.	Kecamatan Sejangkung – model CCAM	-0,08
6.	Kecamatan Jawai – model CCAM	0,01
7.	Kecamatan Tekarang – model CCAM	0,18

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui dari 7 stasiun penakar hujan yang terdapat di kecamatan yang ada di Kabupaten Sambas, 5 stasiun penakar hujan memiliki koefisien korelasi bernilai positif. Walaupun ke 7 koefisien korelasi pada Tabel 1 tergolong lemah (Gordon dkk., 1992), tetapi dari ke 7 koefisien korelasi tersebut, 5 koefisien korelasi menunjukkan pola curah hujan yang sama antara observasi dengan luaran model (ditunjukkan oleh koefisien korelasi yang bernilai positif). Kelima data curah hujan dari 5 kecamatan (Tebas, Selakau, Teluk Keramat, Jawai, dan Tekarang) ini akan digunakan untuk mengetahui curah hujan wilayah lokasi yang akan dibangun waduk.

Setelah mengetahui 5 stasiun penakar hujan yang digunakan untuk mengestimasi curah hujan wilayah di Kabupaten Sambas, maka selanjutnya untuk merencanakan pembangunan waduk dapat dilihat dari potensi curah hujan wilayah saat ini dan yang akan datang (seperti yang dinyatakan Martdianto dan dan Kadri (2012) serta Sosrodarsono dkk. (1983) sebelumnya) serta curah hujan wilayah lokasi lain yang telah memiliki waduk. Gambar 2 menyajikan curah hujan wilayah Kabupaten Sambas periode 2010-2013.

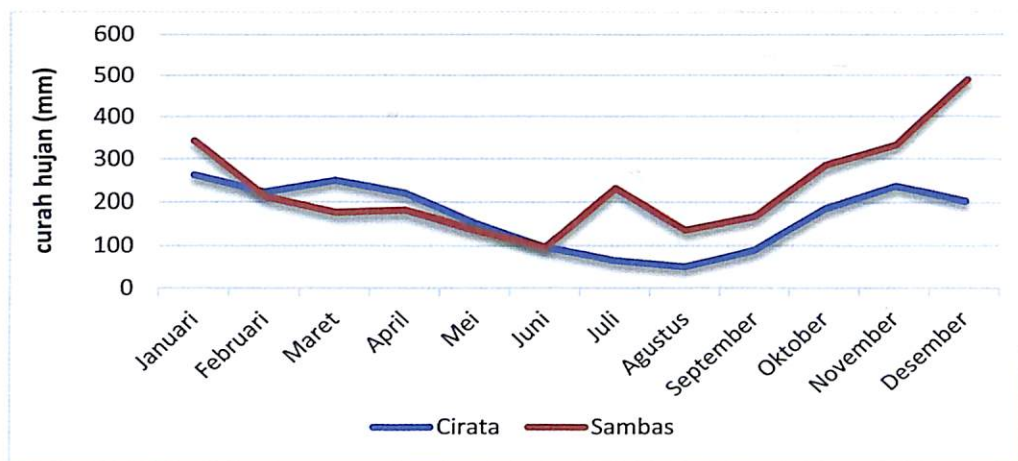


Gambar 2. Curah hujan wilayah Kabupaten Sambas

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui pertama bahwa curah hujan bulanan dalam setahun mengalami puncak musim penghujan pada bulan Desember atau Januari. Kedua, curah hujan bulanan minimum dalam setahun jatuh pada April, Mei atau Juni. Selama empat tahun (2010-2013), nilai maksimum curah hujan pada angka yang mendekati 700 mm dan minimum pada sekitar 50 mm. Menurut Ditjen Pengairan Departemen Pekerjaan

Umum (1999) curah hujan 700 mm sebagai angka curah hujan tertinggi di Indonesia. Hal ini berarti Kabupaten Sambas termasuk daerah yang memiliki curah hujan wilayah yang tergolong tinggi dan harus dimanfaatkan potensinya.

Jika dibandingkan dengan lokasi lain yang telah memiliki waduk yaitu di Cirata (Jawa Barat), maka potensi curah hujan wilayah Kabupaten Sambas juga tidak kalah tinggi dengan curah hujan waduk Cirata. Gambar 3 menyajikan perbandingan antara curah hujan wilayah Kabupaten Sambas dengan curah hujan wilayah waduk Cirata. Untuk diketahui data curah hujan wilayah waduk Cirata diambil dari 7 stasiun penakar hujan yang memiliki periode bulanan dengan rentang waktu pengamatan 1994-2011.



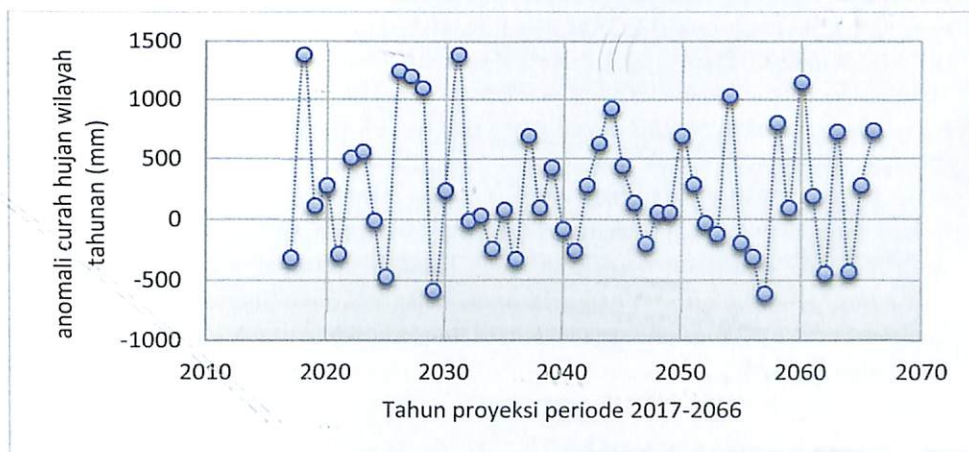
Gambar 3. Perbandingan curah hujan wilayah ke dua lokasi

Jika dibandingkan berdasarkan Gambar 3 untuk curah hujan rata-rata tahunan Sambas (2.783 mm) lebih besar daripada Cirata yang hanya 2.032 mm. Hasil analisis menunjukkan curah hujan tahunan Sambas lebih besar 37% daripada Cirata. Persamaan dari kedua lokasi (Sambas dan Cirata) adalah pada curah hujan tahunan yang sama-sama tergolong tinggi dan harus dimanfaatkan potensinya. Jika Cirata yang memiliki curah hujan wilayah lebih kecil daripada Kabupaten Sambas saja memiliki waduk. Adalah mungkin Kabupaten Sambas berdasarkan potensi curah hujannya dapat saja direncanakan dan dibuat sebuah waduk.

Berdasarkan Gambar 3 juga dapat diketahui pertama terdapat perbedaan tipe curah hujan antara Cirata dan Sambas. Tipe curah hujan Kabupaten Sambas adalah monsun, sedangkan Cirata lebih condong ke tipe curah hujan equator. Kondisi ini berlawanan dengan yang diungkapkan oleh Aldrian dan Susanto (2003) yang menyatakan tipe curah hujan di pulau Jawa (Cirata) adalah monsun dan Kalimantan (Sambas) adalah bertipe curah hujan equatorial. Hal ini mungkin saja terjadi disebabkan faktor pengendali iklim yang berbeda antara Sambas dan Cirata. Trewartha dan Horn (1995) menyatakan terdapat empat faktor pengendali cuaca dan iklim (curah hujan) yaitu letak lintang, ketinggian lokasi, distribusi daratan dengan lautan, serta karakteristik lokal (setempat). Menurut peneliti perbedaan tipe curah hujan antara Sambas dengan Cirata disebabkan oleh

ketinggian lokasi dan karakteristik setempat sebagai dua faktor pengendali iklim yang paling dominan. Kabupaten Sambas merupakan daerah pantai dengan panjang pantai 198,76 km. Hal ini menunjukkan Kabupaten Sambas terletak di dataran rendah yang berbatasan dengan laut Natuna. Lain halnya dengan Cirata yang memiliki ketinggian sekitar 700 m dari permukaan laut. Kawasan Cirata adalah bergunung-gunung sehingga pengaruh orografis sebagai pengaruh lokal (setempat) lebih dominan. Pengaruh lokal Kabupaten Sambas lebih dominan dari laut yang banyak melepaskan senyawa dimetil sulfat (DMS) sebagai aerosol alami pembentuk butir awan penghasil hujan (inti kondensasi) (Bryant, 1997). Sedangkan kedua faktor pengendali iklim yang lain yaitu letak lintang dan distribusi daratan dengan lautan untuk ke dua lokasi (Sambas dan Cirata) adalah relatif sama.

Melihat potensi curah hujan wilayah saat ini Kabupaten Sambas yang besar adalah berpeluang tinggi untuk dapat dibangunnya sebuah waduk. Lalu sampai kapankah curah hujan wilayah Kabupaten Sambas dapat mampu menyuplai air untuk waduk yang akan dibangun? Keberlanjutan waduk atau umur efektif waduk yang akan dibangun dapat dilihat dari anomali curah hujan wilayah tahunan yang merupakan selisih antara proyeksi curah hujan wilayah tahunan dengan curah hujan wilayah tahunan history (klimatologis). Gambar 4 menyajikan anomali curah hujan wilayah tahunan Kabupaten Sambas.



Gambar 4. Anomali curah hujan wilayah tahunan Kabupaten Sambas

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui dari periode tahun 2017 sampai dengan 2066, anomali curah hujan wilayah tahunan Kabupaten Sambas memiliki 7 tahun normal (artinya proyeksi curah hujan wilayah tahunan sama dengan curah hujan wilayah tahunan klimatologis atau saat ini), 16 tahun kering (proyeksi curah hujan wilayah tahunan lebih kecil daripada curah hujan wilayah tahunan klimatologis), dan 29 tahun basah (proyeksi curah hujan wilayah tahunan lebih besar daripada curah hujan wilayah tahunan klimatologis). Secara umum proyeksi curah hujan wilayah tahunan Kabupaten Sambas berpuluh-puluh tahun ke depan lebih besar daripada curah hujan klimatologisnya atau dengan kata lain iklim Kabupaten Sambas ke depan lebih basah daripada saat ini sehingga memiliki daya dukung untuk keberlanjutan waduk. Hasil penelitian ini mendukung

penelitian yang telah dilakukan oleh Naylor dkk. (2007) yang menyatakan bahwa pengaruh pemanasan global pada iklim adalah curah hujan di sebelah utara katulistiwa akan mengalami kenaikan curah hujan dan di sebelah selatan katulistiwa akan mengalami penurunan curah hujan. Kabupaten Sambas terletak di sebelah utara katulistiwa. Kabupaten Sambas secara geografi terletak pada 208'LU – 003'LU dan 108039'BT – 11004'BT.

Adalah pemborosan dan tidak efisien jika biaya pembuatan waduk yang relatif besar, tetapi umur waduk tidak bertahan lama dikarenakan curah hujan sebagai penyuplai sumber air dalam waduk mengalami penurunan drastis (Arsyad, 1989). Berdasarkan Gambar 4 juga dapat diketahui sampai dengan umur efektif waduk 50 tahun (tahun 2066), proyeksi curah hujan wilayah tahunan Kabupaten Sambas masih mendukung. Adanya waduk di kemudian hari di Kabupaten Sambas dapat berfungsi sebagai pengendali banjir, mengingat proyeksi curah hujan yang semakin tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisis koefisien korelasi antara data curah hujan observasi dengan curah hujan luaran model CCAM menunjukkan dari 7 stasiun penakar hujan yang terdapat di Kabupaten Sambas, 5 stasiun penakar hujan (71,43%) menunjukkan pola curah hujan yang sesuai sehingga model CCAM dapat digunakan untuk memproyeksikan curah hujan di lokasi penelitian. Hasil proyeksi dan anomali curah hujan wilayah tahunan menunjukkan 50 tahun ke depan kabupaten Sambas memiliki curah hujan yang lebih besar daripada saat ini sehingga memiliki potensi daya dukung dan berpeluang besar untuk direncanakan dan dibangunnya sebuah waduk dengan umur efektif sampai dengan 50 tahun (tahun 2066). Hasil perbandingan antara curah hujan tahunan observasi wilayah kabupaten Sambas (lokasi yang berpotensi dijadikan waduk) dengan lingkungan waduk Cirata (lokasi yang telah memiliki waduk) menunjukkan curah hujan rata-rata tahunan kabupaten Sambas (2783 mm) lebih besar 37% daripada curah hujan rata-rata tahunan waduk Cirata yang hanya sebesar 2032 mm sehingga informasi ini mendukung untuk dibangunnya waduk di kabupaten Sambas.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan khusus untuk Bapak Bambang Siswanto yang telah banyak memberi kami para penulis berupa pelatihan tentang model CCAM dan Unit Pembangkit Listrik Waduk Cirata atas data curah hujan yang diberikan.

#### DAFTAR RUJUKAN

- \_\_\_\_\_, (2016). Warga Kabupaten Sambas Dambakan Air Bersih. Berita Antara, 8 Juli 2016.  
\_\_\_\_\_, (2017). PDAM Sambas Baru Layani Empat Kecamatan. Berita Antara, 27 Maret 2017.  
Aldrian, E. dan R. D. Susanto (2003). Identification of three dominant rainfall regions within



- Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *Int. J. of Climat.*,23 (12), 1435-1452.
- Arsyad, S (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Badan Pusat Statistik (2014). *Kabupaten Sambas dalam Angka*, BPS, Jakarta.
- Bryant, E. (1997). *Climate Process and Change*. Cambridge University Press. London. 209 halaman.
- Direktorat Jenderal Pengairan. (1999). *Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume II*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Gordon, N. D., T. A. Mc. Mahon, dan B. L. Finlayson. (1992). *Stream Hydrology*. An Introduction for Ecologist. John Wiley & Sons, New York. 526 hal.
- Kutarga, Z. M., Z. Nasution, Sirojuzilam (2008). *Kebijakan Pengelolaan Danau dan Waduk Ditinjau Dari Aspek Tata Ruang*. *Jurnal Perencanaan dan Pengembangan Wilayah "Wahana Hijau"* vol. 3, no. 3). 150-157.
- Marselina, M., A. Sabar, I. R. S. Salami, D. Marganingrum (2016). *Management Optimization of Saguling Reservoir With Dynamic Programming Bellman and Du Couloir Iterative Method*. *Jurnal Forum Geografi*, vol. 30, no. 1). 14-23.
- Martdianto, R dan T. Kadri (2012). *Prioritas Penentuan Lokasi Waduk Pada DAS Ciliwung Untuk Pengendalian Banjir Jakarta*. *Jurnal Jati UNDIP*, vol. 7,no. 2). 123-130.
- Naylor, R., Battisti, D.S., Vimont, D.J., Falcon, W.P., dan Burke, M.B. (2007). *Assessing Risks of Climate Variability and Climate Change for Indonesian Rice Agriculture*. *PNAS* 104 (19). 7752-7757.
- Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2010 tentang Bendungan.
- Pitoyo, A dan Wiryanto (2002). *Produktivitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali*. *Jurnal Biodiversitas*, vol. 3,no.1:
- Setyawan, A., Sajidan, Koosdaryani (2013). *Korelasi Faktor Kepuasan Pelanggan Terhadap Pelayanan Jasa Air Bersih Ditinjau dari Persepsi Harga Kualitas, Kuantitas, dan Kontinuitas*. *Jurnal Ekosains* vol 5. No. 1). 6-20.
- Sosrodarsono, Suyono, dan T. Kensaku (1983). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Abadi. Jakarta.
- Trewartha, G. T dan L. H. Horn (1995). *Pengantar Iklim*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.