



Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)

Alamat Jurnal : <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet>

ANALISIS DEBIT ANDALAN DAS WAY ANDENG MENGGUNAKAN DATA SATELIT TRMM

S Hariany^{a*}, RD Indyahningrum^a, Dikpride Despa^b, Gigih Forda Nama^b, BM Habibi^a, F Haryono^a

^a Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung Jl. Gatot Subroto No.57, Bandar Lampung 35401

^b Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Received: 17 September 2021

Accepted: 19 November 2021

Published: 10 Desember 2021

Kata kunci:

TRMM

Way andeng

DAS

RMSE

Bakauheni Harbor City

Data Hujan merupakan parameter utama dalam menghitung debit andalan, banyaknya kendala dalam perhitungan tersebut, seperti minimnya ketersediaan data, data tidak lengkap/kosong, stasiun hujan tidak berada didalam daerah aliran sungai (DAS), pencatatan data masih manual, dan tidak tersedianya data muka air sungai/automatic water level recorder (AWLR). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dapat digunakan data satelit hujan yang memiliki resolusi spasial dan temporal tinggi, cakupan wilayah luas, data *near real-time*, akses cepat, dan ekonomis. Penelitian ini dilakukan untuk validasi dan koreksi data satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) terhadap data observasi pada DAS Way Andeng. Analisis dilakukan menggunakan analisis statistika, perhitungan galat dan pengembangan faktor koreksi untuk data satelit TRMM. Provinsi Lampung memiliki pola hujan monsun. Hasil validasi data satelit TRMM terhadap data observasi menunjukkan nilai korelasi tinggi di wilayah pola monsun ($>0,80$). Nilai *root mean square error* (RMSE) lebih rendah di wilayah pola hujan monsun (RMSE = 58-84). Das Way Andeng memiliki luas = 18,57 km² dan tidak memiliki stasiun hujan yang berada didalam DAS, letak stasiun hujan pos hujan (PH) 030 berada diluar DAS ± 10 km. Sumber air baku dari Way andeng sangat diperlukan untuk Kecamatan Bakauheni, Pelabuhan Bakauheni, dan Menara Siger di Kabupaten Lampung Selatan. Untuk mengetahui ketersediaan air di masa yang akan datang diperlukan analisis perhitungan debit andalan Q_{90} Sungai Way andeng dengan metode F.J MOCK, pengertian Q_{90} adalah kemungkinan terpenuhi ditetapkan 90%.

1. Pendahuluan

Analisis hidrologi mengandalkan ketersediaan data. Masalah yang sering terjadi ketika data terbatas. Sering kali, data debit tidak tersedia, dan letak stasiun pengukur hujan tidak berada di dalam DAS. Selain itu, mutu datanya buruk, dan curah hujan tidak merata di dalam DAS. Dalam beberapa kasus, data pengukur hujan bahkan tidak tersedia. Solusi yang mungkin untuk masalah data curah hujan adalah penggunaan data curah hujan satelit.

Diluncurkan pada 27 November 1997, misi pengukuran curah hujan tropis NASA TRMM adalah misi gabungan NASA-Jepang untuk menyediakan data spesifik dan komprehensif pertama dari distribusi hujan pada benua tropis dan subtropis yang jauh di bawah sampel. Data TRMM 3B42RT tersedia pada resolusi temporal 3 jam dan resolusi grid $0,25^\circ \times 0,25^\circ$, dengan area rerata hujan tetap (Huffman dkk., 2019).

Penyediaan Sarana air baku Way Andeng telah dibangun Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS Mesuji Sekampung) pada tahun 2006 Berdasarkan perencanaan Prasarana Sum Air Baku (PSAB) Way Andeng Tahun 2001, sumber air dari sungai Way Andeng memiliki kapasitas debit andalan sebesar 128 liter/detik dengan debit pengambilan sebesar 40 lt/det dengan sistem pompanasi dengan kapasitas 2x20 liter/detik. PSAB Way Andeng mempunyai daerah layanan awal yaitu Kecamatan Bakauheni, Pelabuhan Bakauheni, dan Menara Siger di Kabupaten Lampung Selatan. Adapun PSAB Way Andeng rencananya mendukung program Kawasan *Bakauheni Harbour City* yang akan dijadikan sebagai Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) dan Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) baru karena memiliki letak yang strategis antara Pulau Sumatera dan Pulau Jawa.

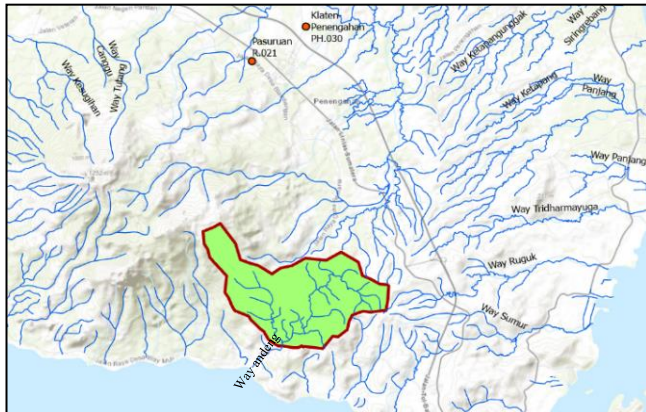
Pada Habibi, dkk (2022), analisa ketersediaan air untuk penyediaan air baku *Bakauheni Harbour City* dilakukan dengan menggunakan stasiun terdekat di lokasi kajian, yaitu PH 030

*Penulis korespondensi.

E-mail: susihusin68@gmail.com (S. Hariany)

Klaten-Penengahan merupakan stasiun yang berada di luar cakupan wilayah DAS Way Andeng. Sehingga, diperlukan kalibrasi dengan pengukuran debit pada lokasi DAS Way Andeng sebagai kalibrasi perhitungan. Selain itu, dapat digunakan sumber data hujan lainnya (Prayogo, 2021) untuk menguji perhitungan debit kajian tersebut.

Studi kasus ini pada Air Baku Way Andeng berada di Kabupaten Lampung Selatan. Kebutuhan air baku untuk *Bakauheni Harbor City* awalnya direncanakan dari Way Andeng dimana ketersediaan airnya saat ini mengalami penurunan debit maka diperlukan analisis kebutuhan air (debit Andalan Q_{90}). DAS Way Andeng memiliki luas DAS Way Andeng=18,57 km². Dimana, Stasiun hujan yang digunakan adalah PH 030 Klaten-Penengahan berjarak 10 km dari daerah studi dan berada di luar DAS.



Gambar 1. Peta lokasi studi DAS Way Andeng

2. Metodologi

2.1 Data TRMM dan data hujan permukaan

Data yang digunakan adalah data hujan bulanan dari satelit TRMM 3B42RT dan data curah hujan permukaan dengan periode sebagai berikut:

- Data curah hujan jam-jaman dari satelit TRMM
Data hujan digunakan berupa data hujan jam-jaman harian dengan satuan mm/hari dari satelit TRMM tipe 3B42RT *Daily-v7* yang bersifat *Near Real-Time Precipitation Rate* dengan periode data tahun 2010-2020.
- Data curah hujan bulanan dari stasiun hujan permukaan menggunakan R.30 Stasiun Penengahan dengan periode 10 (sepuluh) tahun 2010-2019 untuk analisis pola hujan dengan sumber data dari BBWS Mesuji Sekampung
- Data koordinat stasiun hujan BBWS Mesuji Sekampung dan peta administrasi daerah kajian.

Kemudian dilanjutkan dengan, penentuan stasiun hujan dan *grid* TRMM. Pemilihan stasiun hujan bertujuan untuk menentukan *grid* TRMM pada DAS Way Andeng yang akan digunakan untuk validasi data satelit TRMM. Adapun tahapan yang dilaksanakan sebagai berikut:

- Pengumpulan seluruh data stasiun hujan dan data curah hujan di wilayah studi, pemeriksaan koordinat dan status keaktifan stasiun, pembuatan peta plot stasiun hujan antara pos hujan BBWS Mesuji Sekampung dan *grid* TRMM.
- Analisis dilakukan untuk memperoleh persentase *coverage* data di setiap stasiun periode 2010-2019. Persentase ketersediaan data yang digunakan adalah minimal 75% dari periode data 2010-2019 untuk dapat merepresentasikan kondisi hujan pada tiap stasiun.
- Pemilihan stasiun dilakukan berdasarkan pertimbangan dalam satu *grid* TRMM, terdapat lebih dari satu stasiun

hujan untuk dapat merepresentasikan hujan dalam luasan satu *grid* (Perdhana, 2020).

2.2 Kalibrasi Data TRMM

Analisis Hubungan dan Validasi Data Hujan Observasi dan Satelit TRMM. Pengolahan data hujan observasi dari stasiun hujan permukaan dan satelit TRMM, dihitung nilai rata-rata pada kedua data tersebut. Analisis data hujan observasi dari stasiun hujan di wilayah studi, digunakan nilai rata-rata aritmatika dari seluruh stasiun. Sedangkan untuk data hujan satelit TRMM, digunakan persamaan rata-rata terbobot (*weighted average*) dimana dalam setiap *grid* terdapat lebih dari satu stasiun hujan (Mamenun dkk., 2014). Persamaan rata-rata terbobot dinyatakan dengan:

$$X = \frac{\sum n_{ij} x_j}{\sum n} \quad (1)$$

dimana:

- X = Curah hujan rata-rata bulanan
 n_{ij} = Data curah hujan bulan ke-i *grid cell* ke-j
 x_i = Jumlah stasiun hujan pada *grid cell* ke-j
n = Total jumlah stasiun hujan yang digunakan

Penentuan faktor koreksi data satelit TRMM dilakukan untuk mengetahui besarnya parameter a dan b sebagai faktor koreksi pada persamaan garis antara data observasi dengan data satelit TRMM menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square method*). Pada metode ini dicari nilai galat atau jumlah kuadrat galat (JKG) paling kecil/minimal yang dihasilkan dari masing-masing persamaan regresi, dimana semakin minimum nilai galat atau JKG, akan semakin baik model persamaannya. Persamaan dasar yang digunakan yaitu:

$$JKG = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \quad (2)$$

atau dapat juga dinyatakan sebagai :

$$\varepsilon = \| CH_{obs} - f(CH_{TRMM}; a^2, b, c \dots) \|^2 \quad (3)$$

dimana :

- ε = galat model/RMSE
 y_i = CH_{obs} = curah hujan observasi
 x_i = CH_{TRMM} = curah hujan satelit TRMM
a,b,c, = parameter (sebagai faktor koreksi)

dan $f(CH_{TRMM}; a, bc \dots)$ adalah fungsi model persamaan regresi yang diuji

Kondisi minimum akan tercapai apabila syarat berikut terpenuhi;

$$\nabla_{a,b} \varepsilon = 0 \quad \text{atau} \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial a} = 0, \frac{\partial \varepsilon}{\partial b} = 0 \quad \text{atau} \quad \min JKG \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$$

Bentuk persamaan regresi yang digunakan ditentukan dengan melihat pola *series* data hujan observasi dan data TRMM di seluruh lokasi studi, serta nilai determinasi (R^2) tertinggi yang dihasilkan pada

- Root Mean Square Error* / RMSE (akar kuadrat galat)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (CH_{Satelit}(i) - CH_{obs}(i))^2} \quad (4)$$

- Mean Absolute Error* /MEA (rata-rata galat mutlak)

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \| CH_{satelit}(i) - CH_{obs}(i) \| \quad (5)$$

$$c) \text{ Relatif Bias} = \frac{\sum_{i=1}^N CH_{obs}(i) - CH_{satelit}(i)}{\sum_{i=1}^N CH_{obs}(i)} \times 100 \quad (6)$$

2.3 Perhitungan Debit Andalan menggunakan Metode F.J MOCK

Metode *Mock* merupakan model neraca air yang dapat menghitung debit bulanan dari data curah hujan, evapotranspirasi, kelembaban tanah dan tampungan air tanah. Model neraca air *Mock* memberikan metode perhitungan yang relative sederhana untuk berbagai macam komponen berdasarkan riset DAS di seluruh Indonesia.

Perbedaan curah hujan dengan evapotranspirasi mengakibatkan limpasan air hujan langsung (*direct runoff*), aliran dasar /air tanah dan limpasan air hujan lebat (*strom runoff*). Debit-debit ini di tuliskan lewat persamaan dengan parameter DAS yang disederhanakan (*Triatmodjo, 2008*).

Data dan asumsi yang diperlukan untuk perhitungan Metode *Mock* terdiri dari (1) Data Curah Hujan, (2) Evapotranspirasi terbatas (Et), (3) Luas DAS, (4) Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC), (5) Keseimbangan Air di permukaan tanah, (6) Kandungan Air Tanah, (7) Aliran dan Penyimpanan Air Tanah, (8) Koefisien infiltrasi, (9) Initial storage (IS), (10) Faktor Resesi Aliran Tanah (k), (11) Penyimpanan Air tanah, dan (12) Aliran Sungai (*KPU, 2010*).

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Penyiapan Data TRMM

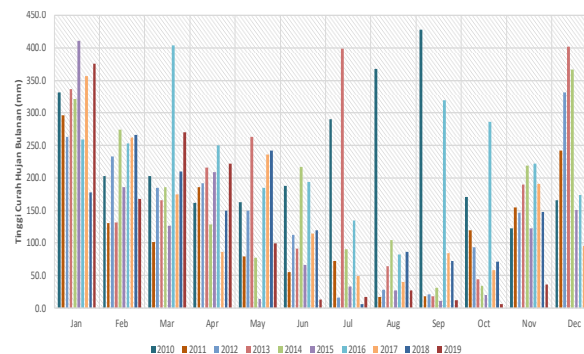
Dari hasil pengujian data pos hujan yang ada, ternyata hasilnya tidak memuaskan untuk diolah, sedangkan pos hujan yang terdekat hanya PH030. mencoba untuk melakukan pencarian data curah hujan dari satelit (TRMM).

Data TRMM adalah data hujan yang didapat dari satelit meteorologi TRMM dengan sensornya PR (*Precipitation Radar*), TMI (*TRMM Microwave Imager*), dan VIRS (*Visible and Infrared Scanner*), CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*), dan LIS (*Lightning Imaging Sensor*). Data-data hujan yang diperoleh dari TRMM telah aplikasikan untuk berbagai kepentingan seperti pengamatan iklim/cuaca, analisis iklim, analisis anomali hujan, verifikasi model iklim, dan studi hidrologi.

Data curah hujan yang diunduh dari tahun 2010-2019, dengan titik koordinat sebagai.

Tabel 1. Koordinat Pengambilan Titik Data TRMM

DAS	UTM	
	Koordinat (X)	Koordinat (Y)
Way Andeng	576276.78	9356548.11



Gambar 2. Grafik Data Curah Hujan Bulanan TRMM Dalam DAS Way Andeng

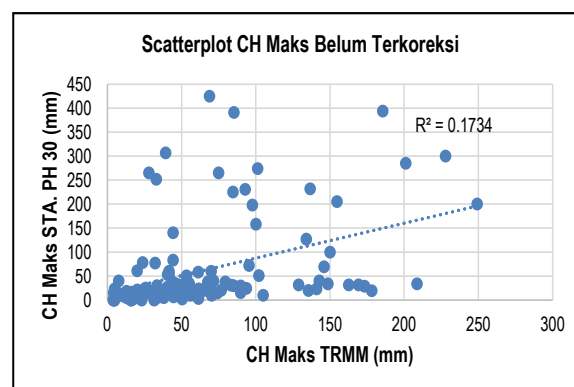
3.2 Uji Validasi Data Hujan TRMM

Pola Hujan berdasarkan hasil analisis studi klimatogis ada tiga pola hujan dominan yaitu:

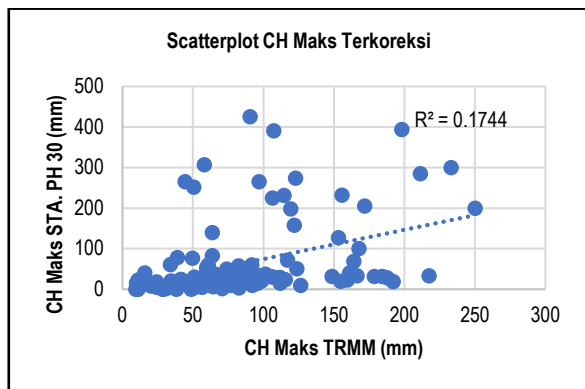
- Pola hujan monsun meliputi wilayah Lampung Jawa Timur dan Kalimantan Selatan, dengan satu kali puncak musim hujan (November-April) dan satu kali puncak kemarau (Mei -Oktober)
- Pola hujan equatorial meliputi sumatera utara dan kalimantan Barat dengan dua periode puncak hujan pada bulan Maret-Mei dan Oktober-November
- Pola hujan lokal yang meliputi wilayah Maluku dicirikan dengan satu kali puncak musim hujan dan musim kemarau dan merupakan kebalikan dari pola hujan monsoon (*Mamenun dkk., 2014*).

Setelah mendapatkan data curah hujan 10 tahun terakhir dari satelit TRMM maka dilakukan validasi dengan metode RMSE menggunakan pola *series* data hujan observasi dan data TRMM di seluruh lokasi studi. Pada studi ini nilai *a* dan *b* menggunakan pola hujan monsun dengan nilai *a* = 3.2 dan *b* = 0,79 dimana provinsi Lampung memiliki pola hujan monsun.

Pada gambar 3 dan 4 disajikan gambar *scatterplot* data curah hujan maksimal pada pos hujan PH 030 dan data TRMM.

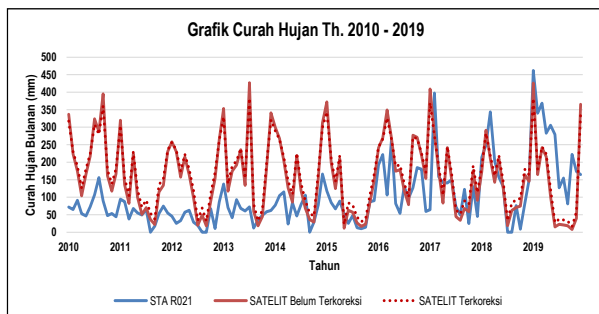


Gambar 3. Scatterplot CH Maks TRMM Belum Terkoreksi



Gambar 4. Scatterplot CH Maksimum terkoreksi

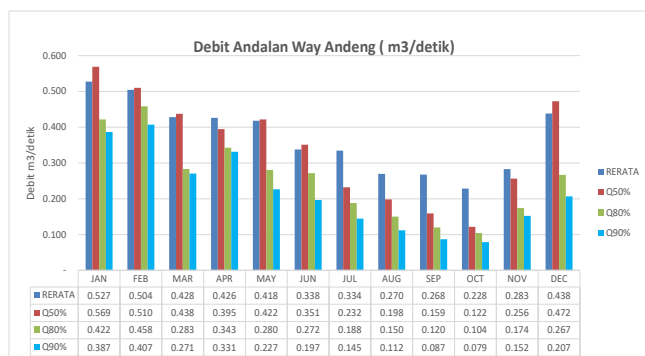
Pada gambar 5 disajikan curah hujan maksimal pada masing-masing pos hujan dan data TRMM yang sudah terkoreksi dan dapat digunakan untuk perhitungan debit andalan.



Gambar 4. Grafik Data Curah Hujan Bulanan TRMM Dalam DAS Way Andeng (2010 – 2019) (Terkalibrasi)

3.3 Perhitungan Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) Way Andeng menggunakan perhitungan debit metode *MOCK* dengan menggunakan data curah hujan TRMM. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 90% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 10%). Perhitungan debit andalan (*Dependable Discharge*) di maksudkan untuk mencari nilai kuantitatif debit yang tersedia sepanjang tahun, baik pada musim kemarau maupun pada musim hujan. Jika pada titik yang akan dianalisis tersedia seri data debit maka analisisnya dapat secara langsung dilakukan dengan menggunakan Analisis Distribusi Frekwensi, tetapi bila tidak tersedia maka analisisnya dapat dilakukan dengan cara transformasi dari data hujan TRMM terkoreksi menjadi data debit.



Gambar 6. Grafik Debit Andalan dari data Hujan Bulanan TRMM Dalam DAS Way Andeng (2010 – 2019)

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis didapat kesimpulan penggunaan data satelit TRMM 3B42RT dapat digunakan apabila tidak tersedianya data curah hujan *ground station* dan harus dilakukan validasi data terlebih dahulu terhadap stasiun hujan terdekat dengan DAS. Koreksi/validasi data TRMM dapat menggunakan persamaan RSME dan disesuaikan dengan pola hujan wilayah. Dari hari perhitungan curah hujan TRMM terkoreksi dapat digunakan untuk perhitungan debit andalan, debit banjir. Dari hasil perhitungan debit andalan Q_{90} Way andeng dengan menggunakan data TRMM 3B42RT tahun 2010 -2019 di dapat debit andalan Q_{90} sebesar $0,079 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada bulan Oktober. Untuk memenuhi kebutuhan PSAB BHC sebesar 65 liter/detik dan Kebutuhan Penduduk Bakauheni sebesar 5 Ltr/detik serta Debit pemeliharaan sungai maka ketersediaan air way andeng mengalami deposit maka diperlukan sumber air alternatif lainnya untuk memenuhi Kawasan *Bakauheni Harbour City*.

Ucapan terima kasih

Terima kasih disampaikan kepada Juliys Fajrin dan Balai Hidrologi dan Lingkungan Air yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi dan memberikan sumbang saran terkait kajian ini.

Daftar pustaka

- Habibi, B M., Purne, K., Suharno, Despa, D., Haidi, F., Sultan, M N., Efendi, R. (2022) Kajian Ketersediaan Air Baku Way Andeng di Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan, Belum Terpublikasi, Lampung, Indonesia.
- Huffman, G.J., Pendergrass, A. and National Center for Atmospheric Research Staff (Eds), (2019). The Climate Data Guide: TRMM: Tropical Rainfall Measuring Mission.1
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010), Kreteria Perencanaan 01, Jakarta, Indonesia.
- Mamenun, H P, Sophaheluwakan, A. (2014) Validasi Dan Koreksi Data Satelit TRMM Pada Tiga Pola Hujan Di Indonesia, Jurnal ilmiah, 52, 79-91,
- Perdhana, C D N. (2020), Pengambilan data hujan dari satelit TRMM, Laboraturium hidrologi Teknik Pengairan Universitas Brawijaya, Malang
- Prayogo, B., Nama, G. F., & Muhammad, M. A. (2021). Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Mini Stasiun Cuaca pada BMKG Provinsi Lampung. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 9(1).
- Triatmodjo, Bambang. (2008) Hidrologi Terapan, Beta offset, Jakarta.