

# ANALISIS CURAH HUJAN PADA BADAI SIKLON SEROJA TERHADAP ALIRAN DEBIT SUNGAI DI DAS TEMEF

## ANALYSIS OF SEROJA CYCLONE RAINFALL ON DISCHARGE FLOW IN TEMEF WATERSHED

<sup>1</sup>D. Frangky B.Welkis, <sup>2</sup>Willem Sidharno, <sup>3</sup>Sri Wahyuni, <sup>4</sup>Denik Sri Krisnayanti  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya <sup>4</sup>Prodi Teknik Sipil, Universitas Nusa  
Cendana

<sup>1</sup>fwelkis@yahoo.com, <sup>4</sup>denik.krisnayanti@staf.undana.ac.id

### Abstract

Badai siklon Seroja yang terjadi dari tanggal 3 April 2021 di daratan Pulau Timor merupakan salah satu badai siklon dengan kekuatan besar yang terbentuk di selatan Nusa Tenggara Timur. Seroja ini mengakibatkan badai petir dan hujan dengan intensitas tinggi di beberapa kawasan di Nusa Tenggara Timur yang mengakibatkan banjir besar. Luapan banjir akibat badai Seroja ini juga terjadi pada DAS Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan. Berdasarkan data dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika bahwa siklon tropis Seroja merupakan siklon ketujuh dalam musim siklon wilayah Australia 2020-2021 dan satu-satunya badai yang menyebabkan korban jiwa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar intensitas hujan terhadap debit sungai di DAS Temef saat badai Seroja terjadi di awal April 2021. Metode yang digunakan dalam analisis ini dengan cara kuantitatif berdasarkan data citra satelit Global Precipitation Measurement (GPM) dan dari ground station. Hasil yang didapatkan dari analisis ini diperoleh bahwa tinggi hujan saat badai Seroja adalah 146.38 mm/hari - 149.81mm/hari secara merata pada luasan DAS. Kondisi ini diperburuk dengan hujan yang terjadi secara terus menerus selama 5 hari sebelumnya yang sudah diatas 80-90 mm. Badai Seroja ini bisa menjadi tolok ukur dalam mitigasi bencana untuk kondisi anomali cuaca di Nusa Tenggara Timur.

**Kata kunci:** badai petir, banjir, seroja, siklon tropis, mitigasi bencana

### Abstract

Tropical Cyclone Seroja once occurred on April 3, 2021, on the mainland of Timor Island. It was one of the strongest cyclones in the south of East Nusa Tenggara. The Cyclone Seroja caused thunderstorms and high-intensity rainfall in several areas in East Nusa Tenggara, which resulted in massive flooding. Floods caused by hurricane Seroja also occurred in the Temef watershed in Timor Tengah Selatan Regency. Based on data from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency, the tropical cyclone Seroja is the seventh cyclone in the Australian region for the 2020-2021 hurricane season and the only storm that caused casualties. This study had conducted to determine how much influence the intensity of rain has on river discharge in the Temef watershed during the Seroja storm in early April 2021. The method used in this analysis is quantitatively based on Global Precipitation Measurement (GPM) satellite data and from the ground stations. The results obtained from this analysis show that the rainfall during cyclone Seroja is 146.38 mm/day - 149.81 mm/day evenly distributed throughout the watershed area. This condition had exacerbated by the continuous rain above 80-90 mm for the previous 5-days. This Seroja storm can be a benchmark in disaster mitigation for weather anomaly conditions in East Nusa Tenggara.

**Keywords:** thunderstorm, flood, Seroja, tropical cyclone, disaster mitigation

## PENDAHULUAN

Badai siklon tropis merupakan sebuah badai dengan kekuatan yang besar, umumnya terbentuk di atas lautan luas yang memiliki suhu permukaan laut lebih dari 26,5°C (BMKG, 2009). Radius rata-rata siklon tropis mencapai 150 hingga 200 km. Ukuran siklon tropis bervariasi mulai dari 50 km (Cyclone Tracy, 1977) hingga 1100 km (Typhoon Tip, 1979). Umumnya siklon tropis tidak terbentuk pada lintang kurang dari 5°LU/LS termasuk Indonesia. Tetapi dampak yang ditimbulkan siklon tropis ini sangat luas, tidak hanya bagi wilayah yang dilaluinya saja tetapi juga wilayah yang berada disekitar terjadinya siklon tersebut. Besarnya dampak yang ditimbulkan bergantung pada besarnya intensitas siklon tersebut (Perawiska dkk., 2018). Pada tanggal 01-03 November 2013 telah terbentuk sebuah siklon di Samudra Pasifik Barat yang diberi nama Haiyan (Sani dkk., 2015). Terjadinya siklon ini memberikan dampak yang sangat besar bagi wilayah yang dilaluinya seperti Filipina. Badai ini terbentuk di sekitar Samudera Pasifik bagian timur pulau Papua, dan mengalami puncak pada tanggal 8 November 2013 dengan kecepatan angin mencapai 314 km/jam dan diameter badai mencapai 550 km (Zakir, 2013).

Indonesia sebagai negara yang berbatasan langsung dengan wilayah pembentukan siklon tersebut juga menerima dampak tidak langsung dari siklon Haiyan. Siklon tropis Seroja merupakan salah satu dari badai siklon tropis yang menimbulkan cuaca ekstrem. Siklon tropis Seroja berpotensi menimbulkan bencana hidrometeorologi. Berupa angin puting beliung, banjir, longsor, hujan es, badai salju, hujan lebat, hujan salju, sampai bencana kekeringan ekstrem (Tysara, 2021). Kecepatan angin yang terjadi saat badai siklon tropis Seroja ini bergerak dari 30 km/jam hingga mencapai 130 km/jam (<https://reliefweb.int>, 2021). Akibat siklon ini, wilayah NTT diterjang banjir bandang di 10 kabupaten dan satu kota. Daerah yang

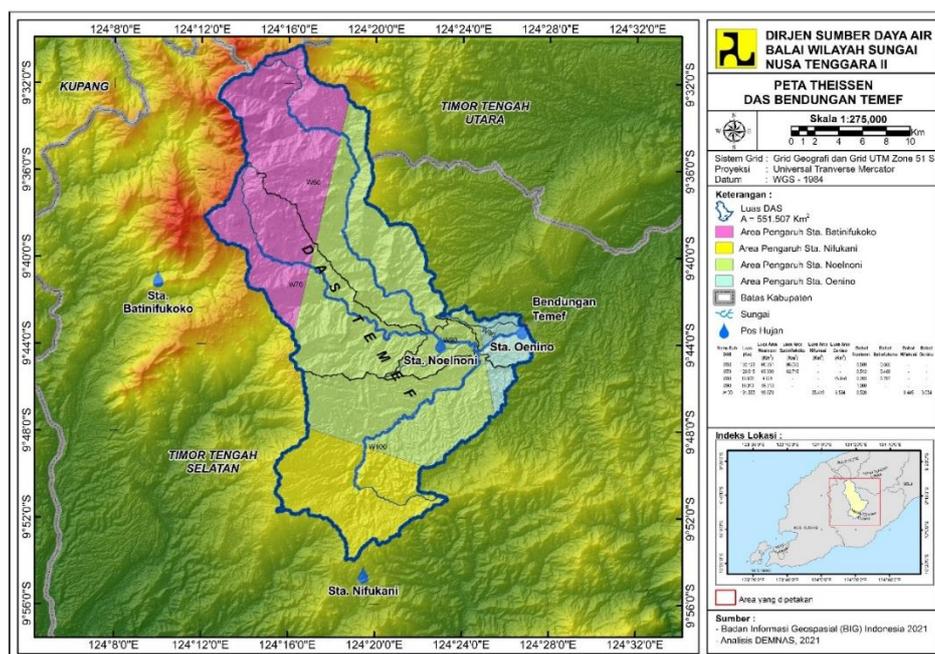
diterjang banjir, meliputi Kota Kupang, Kabupaten Flores Timur, Kabupaten Malaka Tengah, Kabupaten Lembata, Kabupaten Ngada, Kabupaten Alor, Kabupaten Sumba Timur, Kabupaten Rote Ndao, Kabupaten Sabu Raijua, Kabupaten Timor Tengah Selatan, dan Kabupaten Ende.

DAS Temef yang terletak di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) juga terdampak oleh badai siklon tropis seroja yang mengakibatkan banjir besar di sungai Temef dan berdampak pada terganggunya infrastruktur pada sepanjang sungai utama. Hujan bulanan rata-rata yang terjadi di DAS Temef pada musim basah (Desember – Maret) berkisar 300 mm – 500 mm/bulan. Hujan rata-rata harian berkisar 30-60 mm/hari. Untuk tinggi hujan tahunan berkisar 1500 mm/tahun (Krisnayanti dkk., 2020). Tingginya intensitas hujan saat badai Seroja kemarin mengakibatkan luapan banjir pada Sungai Temef. Hal ini dikarenakan intensitas hujan yang tinggi dan terus menerus pada satu Minggu sebelum kejadian bencana Seroja di NTT.

Berdasarkan hal tersebut di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tinggi intensitas hujan pada saat badai siklon tropis Seroja terhadap debit aliran di Sungai Temef. Analisis ini merupakan pra penelitian yang menjadi data sementara dalam mengidentifikasi dampak bencana hidrometeorologi terhadap DAS di Pulau Timor.

## METODOLOGI PENELITIAN

Wilayah studi dalam penelitian ini adalah Daerah Aliran Sungai Temef yang terletak di Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Kabupaten Timor Tengah Utara (Gambar 1). DAS Temef memiliki luas 550,98 km<sup>2</sup> dan panjang alur sungai 45,38 km dan terletak pada koordinat 124° 26'49,8" BT dan 09°43'6,24" LS. Daerah Aliran Sungai (DAS) Temef sendiri terbagi atas 5 sub DAS seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1. Lokasi Daerah Aliran Sungai Temef di Kabupaten TTS**

**Tabel 1. Data Pos Hujan *Groundstation* di DAS Temef**

No	Nama Pos	No Pos	Jenis Alat	Koordinat
1	Batinifukoko		MRG	09°40'59.90" LS - 124°10'0.10" BT
2	Noelnoni	53030202	MRG	09°43'58.88" LS - 124°22'59.81" BT
3	Nifukani	53020502a	MRG	09°54'36.70" LS - 124°19'28.80" BT

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data peta rupa bumi Indonesia skala 1:25.000,
- 2) Data hujan satelit dari *Global Precipitation Measurement* yang diunduh dari <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/> dengan panjang data Mei 2021 – 7 April 2021,
- 3) Data hujan dari *ground station* yaitu dari Pos Hujan Batinifukoko, Pos Hujan Nifukani, dan Pos Hujan Fatumnasi dengan panjang data Mei 2021 – 7 April 2021,
- 4) Digitasi menggunakan *software* HEC-GeoHMS ini memerlukan data topografi yaitu data *Digital Elevation Model* (DEM) DAS Temef. Data *Digital*

*Elevation Model* (DEM) (Website Badan Geospasial Indonesia 2021).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Analisis data hujan satelit dengan hujan *groundstation*;
- 2) Analisis curah hujan rancangan dengan metode *Generalized Extreme Value*;

Distribusi Probabilitas *General Extreme Value* (GEV) merupakan distribusi probabilitas kontinu yang dikembangkan berdasarkan teori nilai extreme yang mencakup distribusi Gumbel, Frechet, dan Weibull. Sesuai dengan teori tersebut, distribusi GEV adalah satu-satunya distribusi yang mernormalisasi nilai maksimum atas sebarangkain data identik dan independen yang terdistribusi secara acak (Balai Bendungan, 2019).

- 3) Analisis debit banjir dengan menggunakan HEC HMS

Studi ini menggunakan perangkat lunak HEC-HMS 3.5 dengan masukan hasil pengolahan peta digital dengan grid 30m x 30m yang ditangani oleh HEC GeoHMS dan terminal data disimpan dalam HEC DSS. Peta digital yang diperlukan meliputi peta hidrogeologi, tata guna lahan, DEM (NEH, 2004c). HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center's-Hydrologic Modeling System*) merupakan aplikasi yang digunakan dalam menganalisis hidrologi pada suatu DAS untuk mengubah data curah hujan yang turun di DAS menjadi debit aliran (*runoff*) yang keluar dari DAS tersebut (Adidarma, 2013).

- 4) Untuk hidrograf satuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah HSS *Soil Conservation Service* (SCS). Metode perhitungan dari *Soil Conservation Service* (SCS) *Curve Number* (CN) beranggapan bahwa hujan yang menghasilkan limpasan merupakan fungsi dari hujan kumulatif, tata guna lahan, jenis tanah serta kelembaban. Nilai CN dapat diestimasi bila klasifikasi tanah dan tutupan lahan diketahui. Dalam menentukan nilai CN juga harus memperhatikan kondisi kelembaban tanah sebelumnya atau biasa disebut *antecedent moisture conditions* (AMC). Tanah dengan kondisi jenuh air, berkontribusi menghasilkan air

permukaan besar dan tanah dengan kondisi kering sedikit berkontribusi menghasilkan aliran permukaan (Tikno dkk., 2012). Nilai CN berlaku untuk *antecedent moisture conditions* (kondisi kelengasan awal) dalam kondisi normal (AMC II). Untuk kondisi kering (AMC I) atau kondisi basah (AMC III), nilai CN dapat ditung dengan menggunakan Persamaan (1) dan Persamaan (2).

$$CN(I) = \frac{4.2 CN (II)}{10-0.058 CN(II)}$$

(1)

dan

$$CN(III) = \frac{23 CN (II)}{10+0.13 CN(II)}$$

(2)

Untuk klasifikasi kelas berdasarkan hujan yang terjadi selama 5 hari sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.

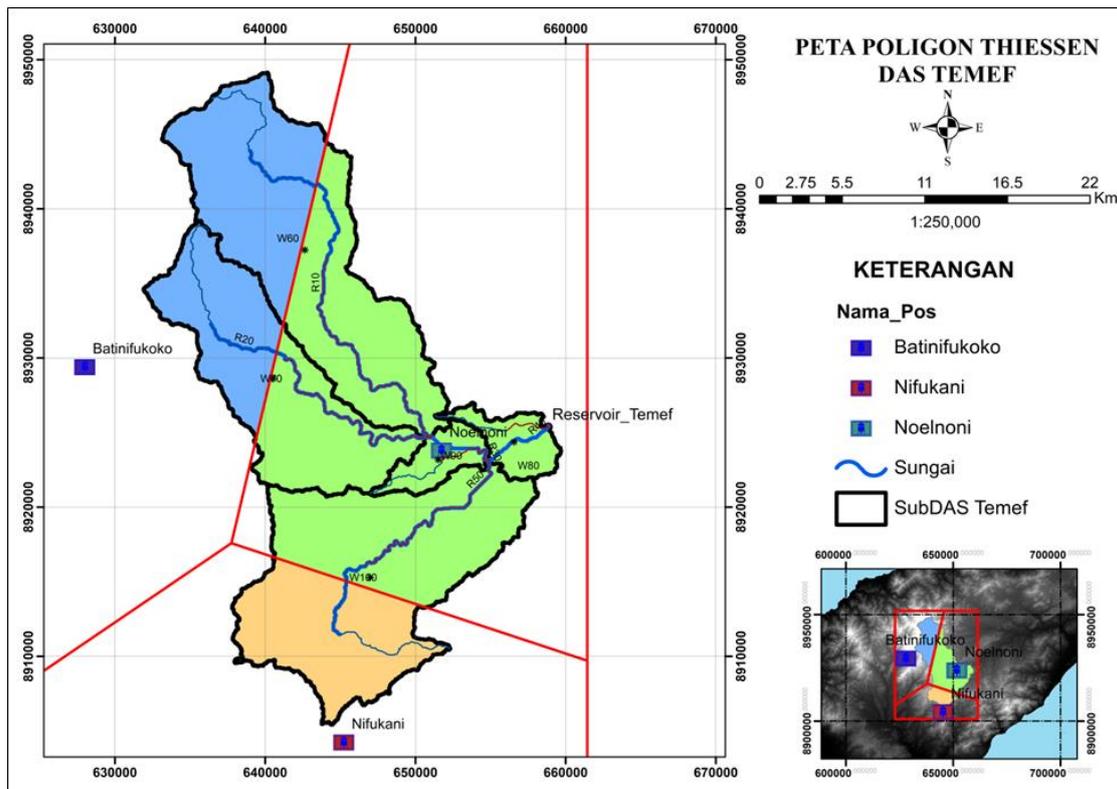
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Curah Hujan Wilayah dengan Poligon Thiessen

Curah hujan yang diperlukan untuk melakukan analisis ini adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Pada analisis ini akan digunakan salah satu metode dari beberapa metode perhitungan curah hujan wilayah, yaitu metode Poligon Thiessen. Untuk DAS Temef pembagian polygon Thiessen dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 2. Klasifikasi AMC untuk Masing-masing Kelas**

Kelas AMC	Jumlah Hujan selama 5 hari terdahulu	
	Musim Kering	Musim Basah
I	< 1,3 cm	< 3,6 cm
II	1,3 cm – 2,8 cm	3,6 cm – 5,3 cm
III	>2,8 cm	> 5,3 cm



**Gambar 2. Peta Poligon Thiessen pada DAS Temef**

Sumber: Welkis dkk., 2019

**Tabel 3. Pembobotan Hujan untuk Sub DAS Temef**

Nama Sub DAS	Luas (Km <sup>2</sup> )	Luas Area Noelnoni (Km <sup>2</sup> )	Luas Area Batinfukoko (Km <sup>2</sup> )	Luas Area Nifukani (Km <sup>2</sup> )	Bobot Noelnoni	Bobot Batinfukoko	Bobot Nifukani
W60	192.123	96.061	96.062	-	0.500	0.500	-
W70	128.615	65.900	62.715	-	0.512	0.488	-
W80	19.872	19.872	-	-	1.000	-	-
W90	19.013	19.013	-	-	1.000	-	-
W100	191.883	106.464	-	85.419	0.555	-	0.445

Nilai CN pada setiap kejadian hujan tentunya berbeda tergantung pada nilai kelengasan awal dari permukaan tanah. Untuk pembobotan curah hujan dengan pembagian 5 sub DAS Temef didapatkan nilai pembobotan seperti pada Tabel 3.

#### Data Hujan melalui Satelit dengan *Global Precipitation Measurement*

Ketersediaan data hujan yang bisa diakses melalui data citra satelit dengan GPM

pada web <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>. Pengunduhan data citra satelit dengan *Global Precipitation Measurement (GPM)* dibuat dalam 3 grid (seperti pada laporan hidrologi sebelumnya) seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Selanjutnya dilakukan pengambilan data hujan dari citra satelit dengan *Global Precipitation Measurement* tanggal 01 Desember 2020 hingga 05 April 2021 dan

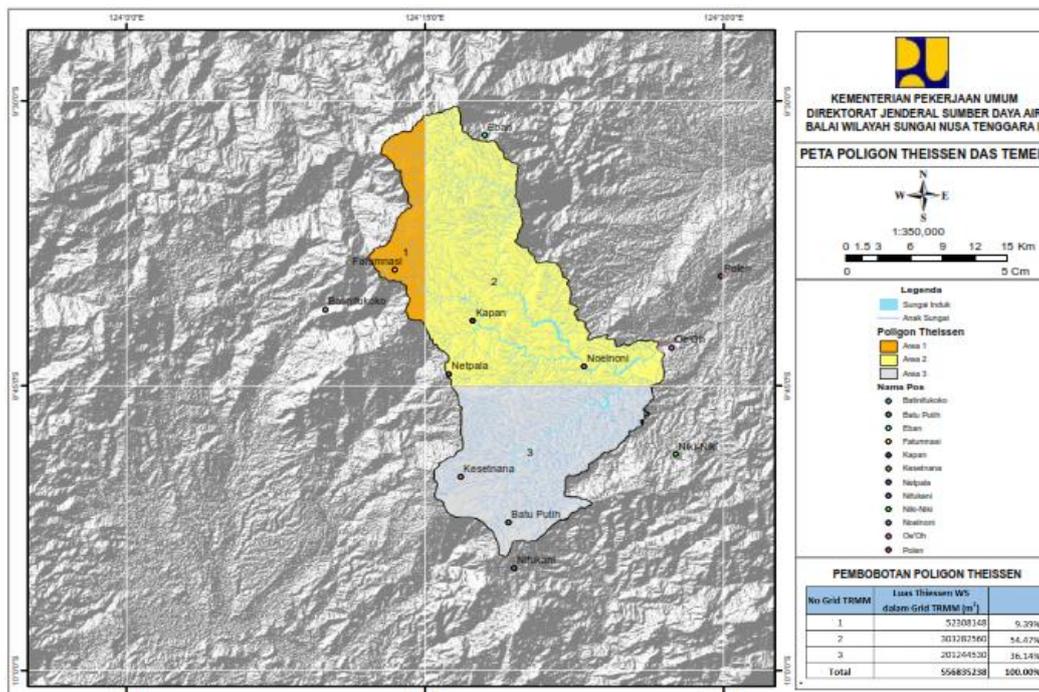
didapatkan seperti Gambar 4. Berdasarkan data penangkapan citra satelit GPM, hujan tertinggi pada Stasiun Noelnoni yang terletak pada grid 1 pada tanggal 04 April 2021 adalah 149,81 mm/hari. Berikutnya adalah Stasiun Batinifukoko pada tanggal yang sama adalah 147,38 mm/hari dan terakhir pada Stasiun Nifukani sebesar 146,38 mm/hari.

**Data Hujan Melalui Rainfall Gauge (Groundstation)**

Data hujan yang diambil dari pos hujan Batinifukoko, Noelnoni, dan Nifukani dari bulan Desember 2020 hingga Maret 2021 didapatkan seperti pada Gambar 5. Untuk pos hujan tambahan dari PT. Waskita Karya yang terletak pada koordinat 124°26'44.5" E - 9°43'20.7" S di elevasi 375.1 mdpl.

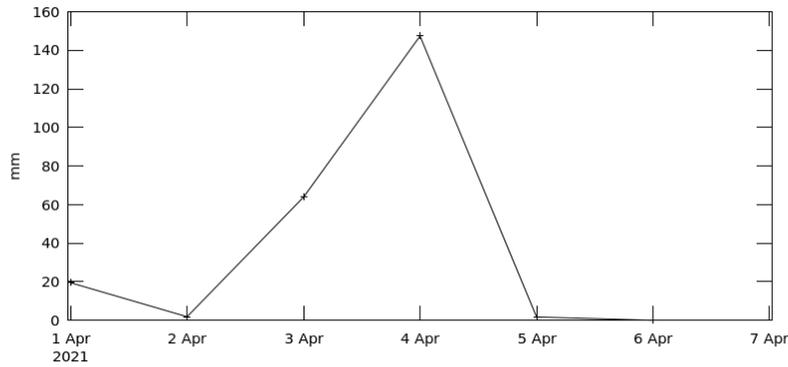
Untuk pos hujan milik PT. Waskita Karya yang terletak di Oenino hanya sebagai pembandingan data dikarenakan *trend* data yang tercatat memiliki korelasi yang tidak kuat ( $\pm 0,500$ ) baik antara data *grid* GPM ataupun pos hujan *groundstations*. Gambar 5 menunjukkan bahwa pola tinggi hujan yang terbentuk berdasar data citra satelit (GPM) dan dari pos hujan (*groundstations*) memiliki trend yang sama dengan koefisien korelasi 0,685.

Ini menunjukkan bahwa data pos hujan cukup baik jika koefisien korelasi antara citra satelit dan pos hujan bernilai lebih dari 0,60 atau lebih (Mamenun, 2014). Untuk selanjutnya sebagai data identifikasi awal dapat digunakan data citra satelit GPM untuk memperkirakan debit banjir yang terjadi pada siklon Seroja tersebut.



**Gambar 3. Pembagian Wilayah Grid menjadi 3 (GPM 1, GPM 2, dan GPM 3)**

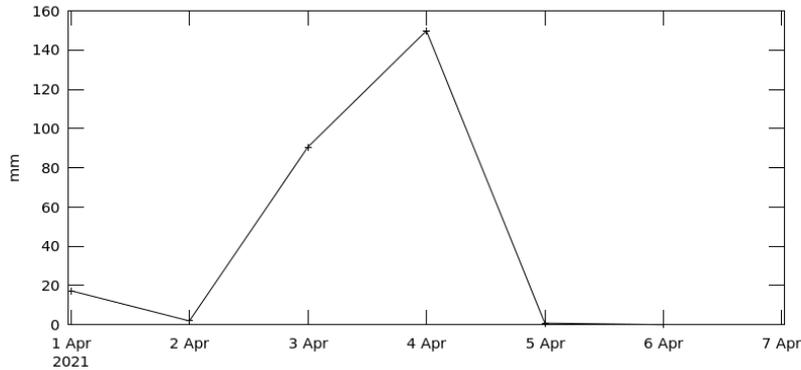
Time Series, Area-Averaged of Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate - Late Run daily 0.1 deg. [GPM GPM\_3IMERGDL v06] mm over 2021-04-01 - 2021-04-06, Region 124.0137E, 9.7524S, 124.2664E, 9.5107S



- The user-selected region was defined by 124.0137E, 9.7524S, 124.2664E, 9.5107S. The data grid also limits the analyzable region to the following bounding points: 124.05E, 9.75S, 124.25E, 9.55S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

(a) Grid 1 pada Stasiun Batinifukoko

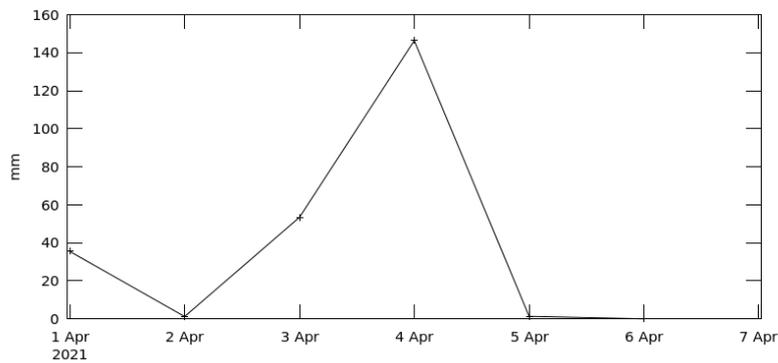
Time Series, Area-Averaged of Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate - Late Run daily 0.1 deg. [GPM GPM\_3IMERGDL v06] mm over 2021-04-01 - 2021-04-06, Region 124.2554E, 9.7633S, 124.5081E, 9.5107S



- The user-selected region was defined by 124.2554E, 9.7633S, 124.5081E, 9.5107S. The data grid also limits the analyzable region to the following bounding points: 124.35E, 9.75S, 124.45E, 9.55S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

(b) Grid 2 pada Stasiun Noelnoni

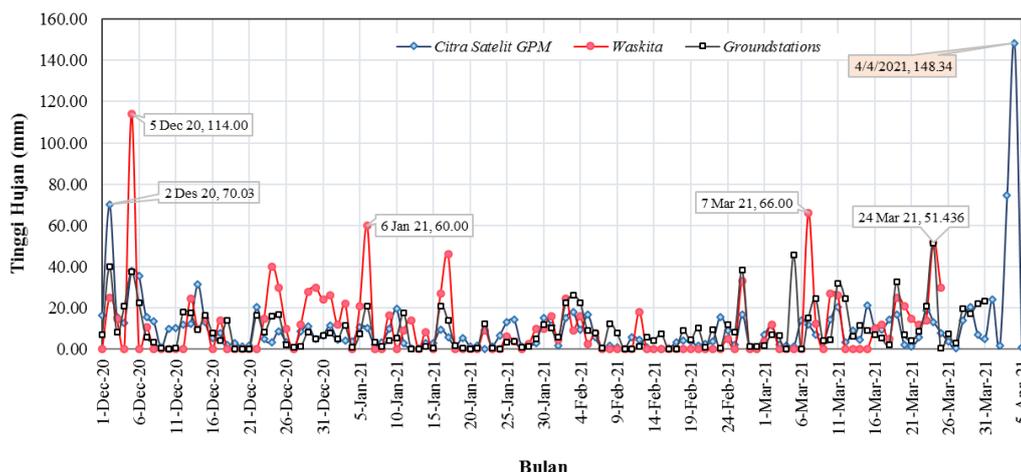
Time Series, Area-Averaged of Daily accumulated precipitation (combined microwave-IR) estimate - Late Run daily 0.1 deg. [GPM GPM\_3IMERGDL v06] mm over 2021-04-01 - 2021-04-06, Region 124.2554E, 10.016S, 124.5081E, 9.7524S



- The user-selected region was defined by 124.2554E, 10.016S, 124.5081E, 9.7524S. The data grid also limits the analyzable region to the following bounding points: 124.35E, 9.95S, 124.45E, 9.85S. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

(c) Grid 3 pada Stasiun Nifukani

**Gambar 4. Grafik Data Hujan yang bisa diunduh pada Citra Satelit NASA**

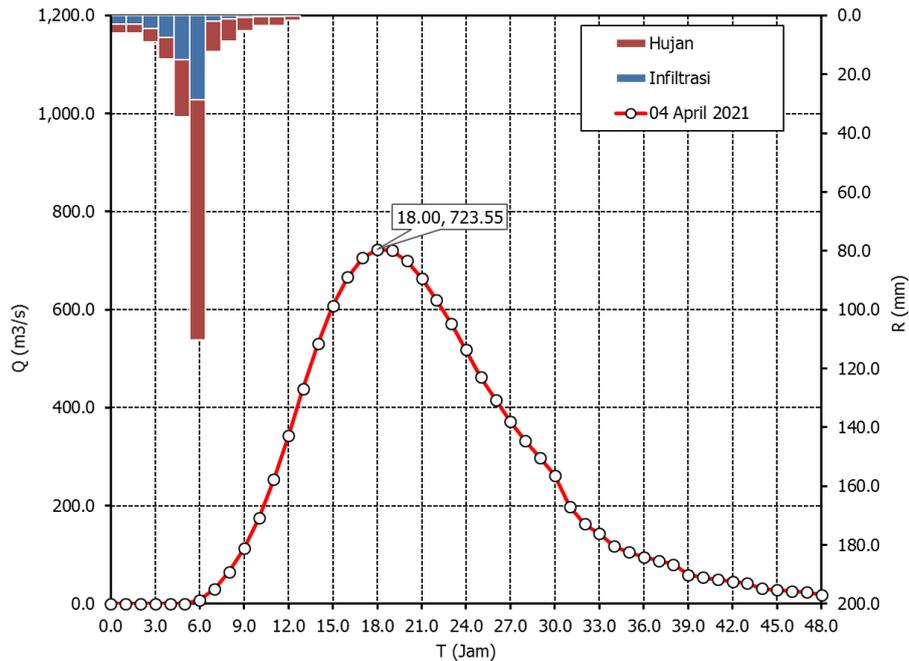


**Gambar 5. Grafik Data Hujan dari Citra Satelit GPM, PT. Waskita, dan *Groundstation***

#### **Analisis Debit Banjir pada DAS Temef pada tanggal 04 April 2021**

Banjir yang terjadi pada tanggal 4 April 2021 diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi pada tanggal tersebut pada DAS Temef yang terekam dari citra satelit sebesar 148.340 mm/hari. Untuk data hujan penangkapan citra satelit dari Grid 1 – Grid 3 adalah: Grid 1 (147,383 mm), Grid 2 (149,809 mm), dan Grid 3 (146,375 mm). Untuk tinggi hujan pada tanggal 04 April 2021 adalah 149,809 mm di Pos Noelnoni dengan kondisi kelembaban tanah sebelumnya cukup tinggi karena beberapa hari sebelumnya telah diguyur hujan khususnya pada Sub Das Bijeli dan Sub Das Besi, maka nilai CN menjadi meningkat karena tingkat kejenuhan tanah terhadap air. Untuk itu nilai CN (II) pada DAS Temef menjadi CN (III) dengan nilai 84,813 dari sebelumnya yang hanya berkisar di 70,094. Hujan yang terjadi di bagian hulu (Batinifukoko) pada beberapa hari

sebelumnya, menyebabkan curah hujan yang tidak besar di bagian Batinifukoko memberikan limpasan cukup besar di bagian hilir Noelnoni karena tanah yang sudah jenuh air. Tingginya hujan yang mencapai diatas 53 mm ini juga berpengaruh terhadap besarnya limpasan pada tanggal 04 April 2021. Perhitungan analisis debit banjir dengan menggunakan HSS SCS didapatkan debit puncak yang terjadi pada tanggal 4 April 2021 adalah 723,55 m<sup>3</sup>/detik serta ditampilkan pada Gambar 6. Nilai debit 723,55 m<sup>3</sup>/detik yang terjadi melampaui debit kala ulang 50 tahun yang sebesar 687,00 m<sup>3</sup>/detik. Nilai CN di kawasan DAS Temef menjadi lebih besar atau masuk dalam kategori lebih lembab/lebih basah. Hal ini menjadikan volume limpasan yang masuk ke alur Sungai Temef menjadi lebih besar. Banjir pada Sungai Temef dipengaruhi oleh faktor alam karena intensitas hujan yang sangat tinggi, dan disertai anomali cuaca yaitu badai siklon tropis Seroja.



**Gambar 6. Debit Banjir di Outlet Temef pada Tanggal 04 April 2021**

### SIMPULAN

- 1) Hujan yang terjadi pada saat badai siklon tropis Seroja di DAS Temef adalah berkisar 146.38 mm/hari - 149.81mm/hari.
- 2) Nilai *curve number* (CN) pada DAS Temef dari CN dengan kondisi normal (AMC II) sebesar 70,094 meningkat menjadi CN dengan kondisi basah (AMC III) sebesar 84,813.
- 3) Banjir yang terjadi pada tanggal 4 April 2021 dengan debit sebesar 711.38 m<sup>3</sup>/detik merupakan debit banjir kala ulang diatas 50 tahun yang mengakibatkan banjir besar di *outlet* DAS Temef. Intensitas hujan yang terus menerus selama beberapa hari sebelumnya hingga mencapai puncak hujan di kisaran 148 mm/hari menyebabkan debit banjir sehingga melampaui Q<sub>50</sub>th.

### DAFTAR PUSTAKA

Adidarma, W.K.. (2013) Teknik Perhitungan Banjir Desain untuk Bendungan dengan Data Terbatas khususnya di Indonesia, *Jurnal Teknik Hidraulik*, 4(2), pp. 105-116.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2009). Siklon Tropis. [Online] Available at: <http://meteo.bmkg.go.id/siklon/learn/01/id> [Accessed 28 June 2021].

Balai Bendungan. (2019) Bimbingan Teknis Perhitungan Debit Banjir pada Keterbatasan Data Curah Hujan Satelit. Palembang.

Indonesia, C. N. N. (2021) Peringatan BMKG soal Siklon Seroja di NTT Dini Hari Ini. nasional. Available at: <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20210405000321-20-625881/peringatan-bmkg-soal-siklon-seroja-di-ntt-dini-hari-ini> [Accessed 06 April 2021].

Krisnayanti, D.S., Welkis, D.F.B., Hepy, F.M., & Legono, D. (2020) Evaluasi Kesesuaian Data Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Dengan Data Pos Hujan Pada Das Temef Di Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 16(1), pp. 51-62.

Mamenun. (2014) Validasi dan Koreksi Data Satelit TRMM pada Tiga Pola Hujan di

- Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Vol. 15, No. 1
- National Aeronautics and Space Administration, Giovanni, The Bridge between Data and Science v. 4.35. Available: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/> [Accessed June 2021].
- NEH (National Engineering Handbook) (2004c) Chapter 9 and 10: Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall, Part 630 Hydrology National Engineering Handbook, USDA, Washington DC.
- Perawiska, E., Muliadi, & Adriat R (2018) Analisis Unsur Cuaca Pada Saat Kejadian Siklon Tropis Haiyan Menggunakan Model WRF (Weather Research And Forecasting). *Prisma Fisika*, 7(2), pp. 129 – 136.
- trewarttr<https://reliefweb.int/report/indonesia/tropical-cyclone-26s-seroja-nusa-tenggara-islands-indonesia-flash-update-2> [Online]. [Accessed August 24, 2021].
- Sani, Lusi F. & Marzuki (2015) Pengaruh Badai Tropis Haiyan terhadap Pola Hujan di Indonesia. *Jurnal Fisika Unand*, 4(2), pp. 157-166. ISSN 2302-8491.
- Tikno, Sunu., Hariyanto, T., Anwar, N., Karsidi, A., Aldrian, E. (2012) Aplikasi Metode Curve Number untuk Mempresentasikan Hubungan Curah Hujan dan Aliran Permukaan di DAS Ciliwung Hulu – Jawa Barat. *J. Tek. Ling*, 13 (1), pp. 25-36.
- Trewartha, G. T. (1995) Pengantar Iklim. kelima ed. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Tysara, L. (2021) Available: <https://hot.liputan6.com/read/4523685/siklon-tropis-seroja-adalah-cuaca-ekstrem-dari-siklon-tropis-ini-dampak-buruknya> [Online]. [Accessed August 24, 2021].
- Welkis, D.F.B., Moun, F., Lobo, Iki., Krisnayanti, D.S. (2019) Characteristics of Flood Water Level Based on Hydrologic Soil Group Analysis in Temef Watershed, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 437 (2020) 012005. doi:10.1088/1755-1315/437/1/012005
- Zakir, A. (2013) Super Typhoon Haiyan Menghantam Filipina, <http://bkmg.go.id/>, diakses July 2021.