

# Pemetaan Curah Hujan Tahunan dan Keadaan Hidrogeologi di Kabupaten Timor Tengah Utara Untuk Identifikasi Potensi Kekeringan

Regolinda Maneno<sup>1</sup>, Anastasia Kadek Dety Lestari<sup>2</sup>, Kristoforus Fallo<sup>3</sup>

Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Timor, Kefamenanu, Indonesia

Email korespondensi: [regolinda@unimor.ac.id](mailto:regolinda@unimor.ac.id)

## Abstrak

Kabupaten Timor Tengah Utara merupakan salah satu kabupaten di Nusa Tenggara Timur yang memiliki risiko terjadi kekeringan yang tinggi. Kajian tentang parameter penentu kekeringan seperti curah hujan dan kondisi hidrogeologi diharapkan dapat menjadi masukan sebagai kerangka acuan dalam mitigasi kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi sebaran curah hujan tahunan dan kondisi hidrogeologi Kabupaten Timor Tengah Utara. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif melalui beberapa tahapan, yaitu tahap pengumpulan data sekunder berupa data curah hujan dan data hidrogeologi, tahapan pengolahan data dan deskripsi peta hasil. Pembuatan peta curah hujan tahunan menggunakan data CHIRPS berupa data hujan bulanan selama periode 2018-2023. Data tersebut diolah dengan Arcgis melalui *local cell statistics tools* untuk mendapatkan data raster rata-rata hujan tahunan. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan tahunan di Kabupaten Timor Tengah Utara adalah 1155-1893 mm/tahun. Ini mengindikasikan bahwa Kabupaten Timor Tengah Utara didominasi oleh curah hujan rendah. Kajian tentang kondisi hidrogeologi menunjukkan bahwa Kabupaten Timor Tengah Utara memiliki litologi akuifer berupa batuan gamping, endapan lepas, batuan malihan dan beku, batuan padu dan batuan vulkanik, dan produktivitas akuifer didominasi oleh akuifer (bercelah atau sarang) produktif kecil dengan air tanah langka. Kedua peta dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi kekeringan.

## Masuk:

01 September 2023

## Diterima:

11 Oktober 2023

## Diterbitkan:

12 Oktober 2023

## Kata kunci:

Peta curah hujan, hidrogeologi, CHIRPS, TTU.

## 1. Pendahuluan

Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) merupakan salah satu kabupaten di Nusa Tenggara Timur yang memiliki risiko terjadi kekeringan yang tinggi. Sebanyak 95 desa yang tersebar di 19 kecamatan di Kabupaten Timor Tengah Utara ditetapkan status darurat penanganan bencana kekeringan sesuai Surat Keputusan Bupati TTU Nomor 437/KEP/HK/VI/2020. Kekeringan merupakan bencana alam yang berdampak pada kekurangan pasokan air bersih, menurunnya produktivitas hasil pertanian, potensi kebakaran, serta berbagai sektor kehidupan lainnya (ekonomi, sosial, kesehatan, infrastruktur, dll) [1]. Risiko kekeringan menjadi ancaman bagi masyarakat TTU yang sebagian besar mengelola lahan kering sebagai sumber pendapatannya karena terganggunya sistem irigasi sehingga mengakibatkan produktivitas hasil pertanian mengalami penurunan dan selanjutnya mempengaruhi perekonomian. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan kajian tentang parameter-parameter penentu kekeringan agar dapat digunakan sebagai acuan bagi pemangku kepentingan, masyarakat dan pemerintah dalam mengkaji wilayah yang rawan kekeringan sehingga dampak dari kekeringan dapat diminimalkan.

Peta curah hujan dan peta hidrogeologi merupakan variabel penyusun peta potensi kekeringan selain indeks vegetasi, indeks kebasahan, suhu permukaan tanah, dan penggunaan lahan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang berpotensi kekeringan di Kabupaten TTU. Variabel-variabel tersebut mempunyai pengaruhnya masing-masing terhadap kekeringan. Dengan berkurangnya curah hujan, meningkatnya evaporasi, dan berkurangnya lengas tanah, maka menyebabkan kekeringan hidrologi, yaitu berkurang air yang tersedia di sungai, danau dan waduk, serta air tanah [1].

Interpretasi peta hidrogeologi dapat memberikan informasi tentang potensi produktivitas air di dalam batuan. Semakin sedikit jumlah air yang ada di bawah tanah, maka daerah tersebut semakin rawan terhadap kekeringan [2]. Tipe dan jenis akuifer menentukan dalam kemungkinan terjadinya kekeringan. Sementara data rata-rata curah hujan tahunan diperlukan

untuk mendapatkan perhitungan perencanaan yang akurat, dan bermanfaat untuk petani menetapkan jadwal dan pola tanam di lahan kering [3]. Namun demikian ketersediaan data curah hujan di Kabupaten TTU relatif terbatas karena tidak ada stasiun pengukur di wilayah ini. Berdasarkan data BMKG dalam Provinsi NTT dalam angka tahun 2023 jumlah curah hujan tahunan di Kabupaten TTU adalah 1623,9 mm/tahun. Data tersebut menggambarkan curah hujan secara umum tanpa informasi sebaran curah hujan di setiap kecamatan.

Data *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS)* merupakan hasil analisis ulang data satelit yang menyediakan data curah hujan bulanan. Pengolahan data CHIRPS menghasilkan jumlah curah hujan rata-rata tahunan yang sesuai dengan data dari BMKG [4]. CHIRPS mempunyai keunggulan dibandingkan data-data pengamatan sebagai berikut: (1) Akses data yang mudah; (2) Cakupan data bersifat global; (3) Mempunyai data *time series* yang baik dari tahun 1981 pengguna dapat memilih sesuai dengan keperluan untuk curah hujan harian, bulanan, tahunan dst.; (4) Pengolahan data yang mudah karena sudah dalam format raster; (5) Resolusi paling baik dibandingkan dengan data satelit lain yaitu  $0,05^\circ$  atau sekitar 5 km (6) Mempunyai catatan akurasi yang baik dengan ditandai nilai korelasi antara CHIRPS dan data in situ curah hujan yang cukup tinggi [5].

Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat peta curah hujan menggunakan data CHIRPS sebagai alternatif penyedia data curah hujan bulanan. Pengolahan data CHIRPS menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Wighting (IDW)* yang berguna dalam penaksiran nilai curah hujan pada lokasi-lokasi yang tidak tersampel atau tidak mempunyai data. Selanjutnya melakukan kajian terhadap peta hidrogeologi Kabupaten TTU menggunakan data sekunder dan mengidentifikasi potensi kekeringan dari sisi parameter curah hujan dan hidrogeologi.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Timor Tengah Utara. Secara administratif wilayah TTU sebelah selatan berbatasan dengan wilayah Kabupaten Timor Tengah Selatan, sebelah Utara dengan wilayah Ambenu (Timor Leste) dan Laut Sawu, sebelah Barat dengan wilayah Kabupaten Kupang dan Timor Tengah Selatan, serta sebelah Timur berbatasan dengan wilayah Kabupaten Belu dan Kabupaten Malaka. Luas Wilayah daratan TTU adalah seluas 2669.70 km<sup>2</sup> dengan pulau Timor sebagai pulau terluas (14.732,35 km<sup>2</sup>). Wilayah administrasi di TTU tahun 2022 terbagi atas 24 kecamatan yang terdiri dari 182 desa dan 11 kelurahan. Wilayah terluas adalah Kecamatan Insana dengan luas 333.08 km<sup>2</sup> (12,48%) dan Kecamatan Biboki Anleu dengan luas 206.40 km<sup>2</sup> (7,73). Wilayah terkecil adalah Kecamatan Bikomi Selatan dengan luas 48.68 km<sup>2</sup> (1,82%). Secara umum wilayah TTU memiliki iklim panas.

### 2.2 Tahapan Pelaksanaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif yaitu dengan memberikan analisis, gambaran dan uraian terhadap data penelitian. Data penelitian yang digunakan merupakan data sekunder yang meliputi data CHIRPS curah hujan bulanan tahun selama 5 tahun 2018 -2023, data administrasi kabupaten, dan data hidrogeologi Kabupaten TTU yang berupa litologi dan produktivitas akuifer. Jenis data dan sumber data disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data dan sumber data penelitian

No	Jenis data	Sumber data
1	Data curah hujan	<a href="https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/">https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/</a>
2	Data administrasi kabupaten	<i>Geospasial</i>
3	Data hidrogeologi	Badan Geologi, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan - Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Data curah hujan yang diperoleh dari sumber berupa data raster dan data hidrogeologi berupa shp litologi dan produktivitas akuifer. CHIRPS merupakan salah satu dataset curah hujan global yang dikembangkan oleh *U.S. Geological Survey (USGS)* dengan resolusi tinggi  $0,05^\circ \times 0,05^\circ$  (sekitar 5 km) untuk monitoring kekeringan [4]. Data curah hujan CHIRPS merupakan gabungan curah hujan stasiun dan satelit yang mencakup hampir semua daratan bumi ( $50^\circ S-50^\circ N$ ) dan tersedia dalam skala waktu harian, 5 harian, dan bulanan dari tahun 1981 sampai saat ini. Pengolahan data curah hujan menggunakan *software Arcgis*, dimulai dengan memanfaatkan *spatial analys tools-local-cell statistics-sum* untuk

menjumlahkan data curah hujan bulanan per tahun, sehingga didapatkan data curah hujan tahunan sebanyak 5 file format raster. Kemudian dengan menggunakan *spatial analys tools - local - cell statistics -mean* digunakan untuk memperoleh rata-rata curah selama 5 tahun dan diperoleh 1 file raster berupa curah hujan rata-rata tahunan. Selanjutnya file raster tersebut diekstrak atau dipotong sesuai shp batasan administrasi TTU, kemudian diubah menjadi file point dengan memanfaatkan *raster to point*. Selanjutnya dilakukan interpolasi dengan metode *Inverse Distance Wighting (IDW)*. Metode IDW secara langsung mengimplementasikan asumsi bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang saling berjauhan. Untuk menaksir sebuah nilai di setiap lokasi yang tidak diukur, IDW akan menggunakan nilai-nilai ukuran yang mengitari lokasi yang akan ditaksir tersebut [6] sehingga titik-titik yang sebelumnya tidak memiliki nilai curah hujan tertentu akan terisi dengan nilai yang sama dengan titik di dekatnya. Hasil interpolasi kemudian dilakukan reklasifikasi untuk mendapatkan kelas-kelas curah hujan. Kemudian mengubah data *raster to polygon* untuk mendapatkan luasan dengan terlebih dahulu mengubah koordinat ke UTM WGS1954 51S. Selanjutnya membuat layout peta distribusi curah hujan rata-rata tahunan.

Data shp hidrogeologi yang diperoleh dari Badan Geologi Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, didigitasi dan dianalisis menggunakan *software Arcgis*. Data tersebut di *overlay* pada data batas administrasi kabupaten kemudian dianalisis untuk mendapatkan luasan litologi. Kemudian dilanjutkan dengan membuat *layout* peta hidrogeologi Kabupaten TTU yang memuat produktivitas akuifer dan litologi penyusun akuifer.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Distribusi Curah Hujan Rata-rata Tahunan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data CHIRPS rekaman tahun 2018-2023. Pemetaan curah hujan untuk identifikasi potensi kekeringan, data CHIRPS dapat dijadikan sebagai alternative yang bisa mengatasi permasalahan ketersediaan data curah hujan observasi. Hasil pengolahan data CHIRPS menunjukkan bahwa jumlah curah hujan rata-rata tahunan di Kabupaten TTU berkisar antara 1155 mm/tahun sampai 1893 mm/tahun. Hasil tersebut bersesuaian dengan data BPS TTU 2022 bahwa curah hujan tahun 2022 sebesar 1891 mm/tahun. Pengolahan data menggunakan interpolasi IDW yang menerapkan asumsi bahwa titik-titik yang tidak terukur dapat menggunakan nilai-nilai ukuran di sekitarnya sehingga semua titik di wilayah Kabupaten TTU memiliki nilai curah hujan tertentu. Reklasifikasi data curah hujan menghasilkan 3 kelas curah hujan tahunan dengan luas sebaran seperti yang terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kelas curah hujan hasil reklasifikasi**

No	Kelas curah hujan	Luas daerah (m <sup>2</sup> )	Presentase (%)
1	<1398 mm/tahun	232265,25	29,33
2	1398 - 1560 mm/tahun	367294,20	46,39
3	>1560 mm/tahun	192268,67	24,28
	Total	792028,12	100

Tabel 2 menunjukkan bahwa sebaran curah hujan didominasi oleh rentang curah hujan 1398 mm/tahun sampai 1560 mm/tahun, berikutnya kelas curah hujan <1398 mm/tahun dan >1560 mm/tahun. Klasifikasi curah hujan yang digunakan sebagai standar ditunjukkan oleh Tabel 3 berikut:

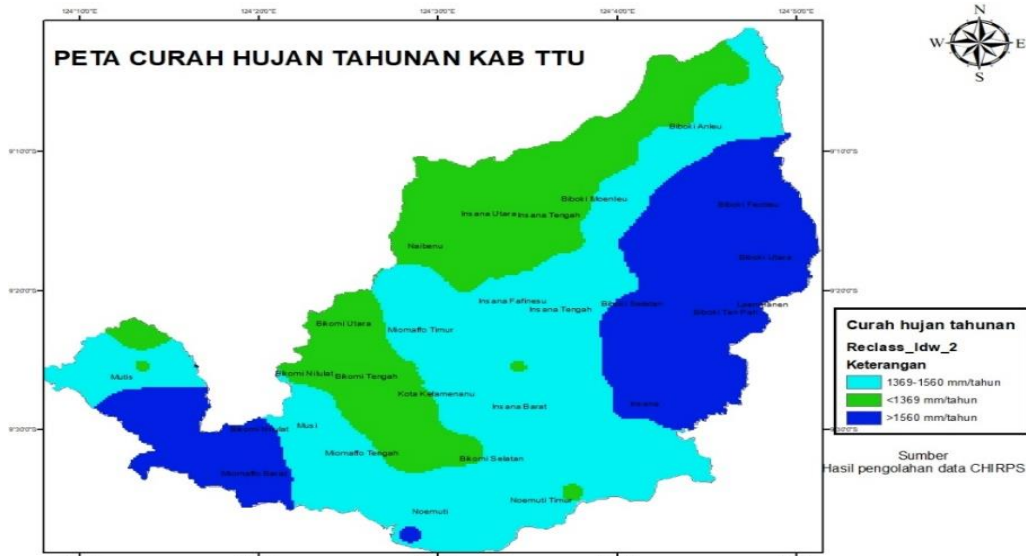
**Tabel 3. Klasifikasi Kelas curah hujan**

No	Kelas curah hujan	Keterangan
1	<1500 mm/tahun	Sangat rendah
2	1500-2000 mm/tahun	rendah
3	2000-2500 mm/tahun	sedang
4	>2500	tinggi

Sumber : Fersely (dalam D. Widodo, 2017)

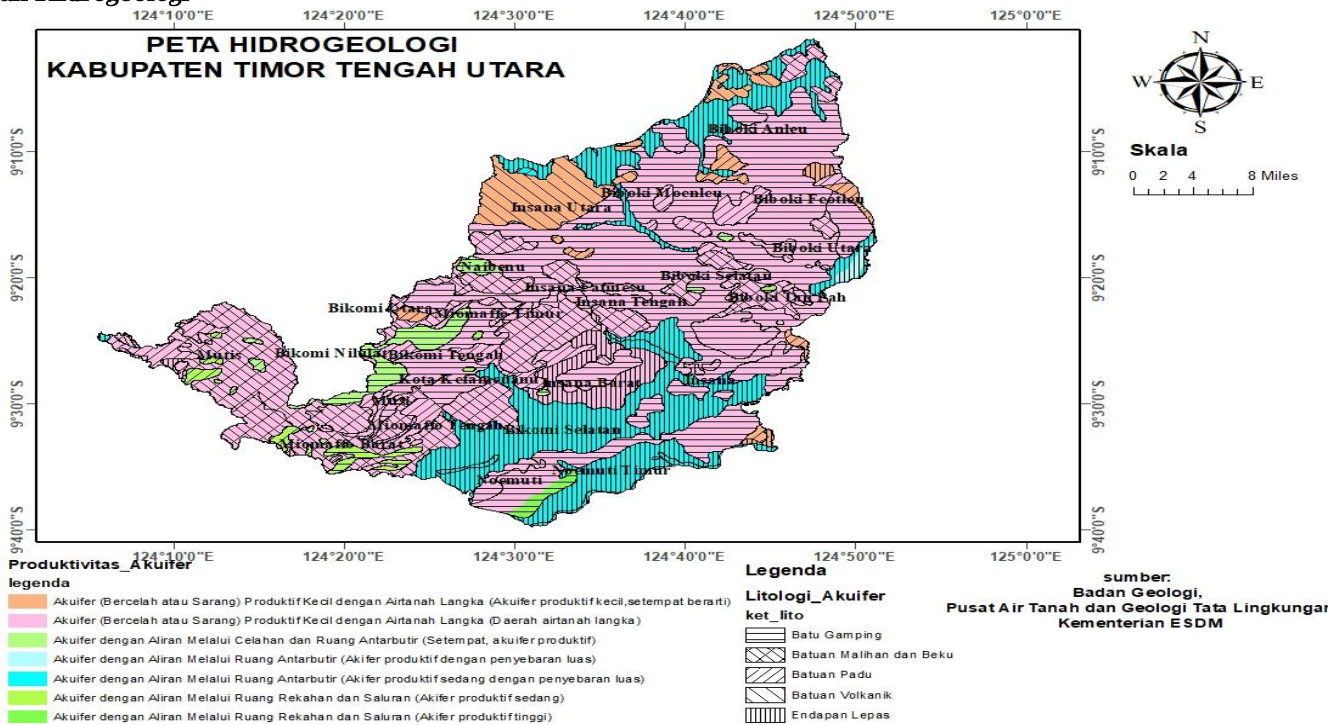
Sebaran curah hujan dapat dilihat pada Gambar 1. Kelas curah hujan 1398 mm/tahun sampai 1560 mm/tahun meliputi daerah Mutis, Musi, Miomafo Tengah, Noemuti, Noemuti Timur, Insana Barat, Insana Tengah, Insana Fafinesu,

sebagian Kota Kefamenanu, Biboki Anleu dan Biboki Moenleu. Curah hujan tertinggi di wilayah Kabupaten TTU tersebar di Miomaffo Barat, Bikomi Nilulat, Insana, Biboki Feotleu, Biboki Utara, dan Bikomi Selatan, Sedangkan curah hujan terendah meliputi Kecamatan Insana Utara, Naibenu, Bikomi Tengah dan Bikomi Nilulat. Keadaan curah hujan rendah seperti ini berimbas pada ketersediaan air bersih dan kekeringan. Sebaran curah hujan di Kabupaten TTU bersifat merata dan semuanya termasuk dalam curah hujan rendah. Curah hujan yang rendah dapat mempengaruhi sektor lain termasuk di antaranya berdampak pada rawan pangan. Curah hujan yang minim menjadi faktor input utama dalam mengidentifikasi potensi kekeringan selain kondisi akuifer dan bentuk lahan [7].



Gambar 1. Peta distribusi curah hujan rata-rata tahunan periode 2018-2023

3.2 Kajian Hidrogeologi



Gambar 2. Peta Hidrogeologi Kabupaten TTU

Peta hidrogeologi pada Gambar 2 menunjukkan informasi komposisi litologi, keterdapatan air tanah dan produktivitas air tanah. Hasil menunjukkan bahwa produktivitas akuifer didominasi oleh akuifer (bercelah atau sarang), produktif kecil dengan air tanah langka yang tersebar di hampir seluruh kecamatan. Akuifer dengan aliran melalui ruang antarbutir dengan produktif sedang hanya ada di sebagian kecil Wilayah TTU, yaitu Kecamatan Bikomi Selatan, Noemuti, Insana, dan Biboki Anleu dan Biboki Moenleu.

Berikut ini penjelasan kondisi hidrogeologi yang ada di Kabupaten TTU: (a) Akuifer produktif dengan penyebaran luas menunjukkan akuifer dengan keterusan sedang; muka air tanah atau tinggi pisometri air tanah umumnya dekat atau di atas muka tanah; debit sumur umumnya lebih dari 5 - 10 l/dt. Terdapat di Kecamatan Biboki Utara. (b) Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas menunjukkan akuifer dengan keterusan sedang; muka air tanah beragam; debit sumur umumnya kurang dari 5 l/dt. Tersebar di Kecamatan Noemuti Timur, Noemuti, Bikomi Selatan, sebagian Kota Kefamenanu, Insana Barat dan Insana. (c) Setempat akuifer dengan produktif sedang menunjukkan akuifer tidak menerus, tipis dan rendah keterusannya; muka air tanah umumnya dangkal; debit sumur umumnya kurang dari 5 l/dt. Terdapat di Bokomi Tengah dan Bikomi Utara. (d) Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas menunjukkan bahwa akuifer dengan keterusan sangat beragam; kedalaman muka air tanah umumnya dalam; debit air sumur umumnya kurang dari 5 l/dt. (e) Setempat, akuifer produktif menunjukkan akuifer dengan keterusan sangat beragam; umumnya air tanah tidak dimanfaatkan karena dalamnya muka air tanah; setempat mata air dapat diturap. (f) Akuifer dengan Aliran Melalui Ruang (Celahana), Rekahan dan Saluran Pelarutan menunjukkan akuifer produktif sedang - tinggi, aliran air tanah terbatas pada zona celahan, rekahan dan saluran pelarutan; muka air tanah umumnya dalam; debit sumur dan mata air beragam dalam kisaran yang sangat besar. (g) Setempat, akuifer produktif menunjukkan aliran air tanah terbatas pada celahan, rekahan atau saluran pelarutan, muka air tanah umumnya dalam; debit mata air umumnya kecil. (h) Akuifer (Bercelah atau Sarang) Produktif Kecil dengan Airtanah Langka menunjukkan daerah airtanah langka, wilayah yang tidak dapat dieksploitasi atau tidak ada air tanah yang layak (i) Akuifer produktif kecil, setempat berarti umumnya keterusan sangat rendah; setempat air tanah dangkal dalam jumlah terbatas dapat diperoleh di lembah-lembah atau pada zona pelapukan. Informasi lain yang dapat diketahui dari Peta Hidrogeologi Kabupaten TTU adalah komposisi litologi penyusun akuifer. Komposisi litologi penyusun akuifer di wilayah Kabupaten TTU dapat dilihat di Tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4. Litologi penyusun**

No	Litologi penyusun	Luas daerah (m <sup>2</sup> )
1	Endapan lepas	59.180,27
2	Batuan malihan	53.298,93
3	Batuan padu	20.915,46
4	Batuan vulkanik	11.877,30
5	Batuan gamping	116.325,59

Setidaknya terdapat 5 komposisi litologi permukaan yang ada di lokasi kajian. Kelima komposisi litologi permukaan tersebut adalah endapan lepas, batuan malihan, batuan padu, batuan vulkanik dan batuan gamping. Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa wilayah TTU didominasi oleh litologi batuan gamping dengan luasan 116.325,59 m<sup>2</sup>. Berikutnya endapan lepas, batuan malihan, batuan padu dan batuan vulkanik.

Ditinjau dari keadaan geologi daerah kajian yang termasuk dalam lembar Atambua Kupang, litologi batuan dirincikan sebagai berikut: (a) endapan lepas terdiri dari kerakal dan kerikil dari andesit, basal, granit, pasir dan lumpur, lanau dan lempung. (b) batuan malihan dan beku terdiri dari berupa serpentinit, umumnya berwarna hijau sampai ungu gelap, bersusunan basal dan split di samping beberapa batuan volkanik seperti trakit, senit porfir, dan andesit leuko, batusabak, filit, sekis, amfibolit, sekis amfibolit, kwarsit, genes amfibolit, granulit, diorit kuarsa. (c) batuan padu terdiri dari batulanau, napal, batugamping, batupasir kuarsa dan kalsilitut, serpih, batupasir gampingan, dan batusabak, formasi ini ditempati oleh batuan batupasir dan tufa, berwarna putih kekuning-kuning kecoklatan dan konglomerat, batugamping, konglomeratan, batugamping globigerina, batupasir gampingan, napal, tuf, tufa, gampingan, dan serpih. (d) batuan vulkanik terdiri dari breksi volkanik yang pejal dengan sisipan lava dan tufa hablur, (e) batuan gamping terdiri dari breksi volkanik yang pejal dengan sisipan lava dan tufa habluranik yang di dalam sayatannya menunjukkan tekstur bioklastik berbutir sangat halus, dan batu gamping berselingan dengan batu gamping pasiran, setempat sisipan batupasir gampingan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan temuan penelitian dan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa pengolahan data CHIRPS menghasilkan peta curah hujan rata-rata tahunan dengan kisaran jumlah hujan sebesar 1155 mm/tahun sampai 1893 mm/tahun. Hasil analisis peta hidrogeologi menunjukkan bahwa produktivitas akuifer didominasi oleh akuifer (bercelah atau sarang), produktif kecil dengan air tanah langka yang tersebar di hampir seluruh kecamatan di Kabupaten TTU. Sedangkan akuifer dengan aliran melalui ruang antarbutir dengan produktif sedang hanya ada di sebagian kecil Wilayah TTU. Litologi penyusun akuifer di wilayah TTU didominasi oleh litologi batuan gamping. Berikutnya endapan lepas, batuan malihan, batuan padu dan batuan vulkanik. Keadaan curah hujan dan hidrogeologis yang demikian dapat berdampak pada potensi kekeringan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Puslitbang Sumber Daya Air, "Naskah Ilmiah Analisa Kekeringan Untuk Pengelolaan Sumber Daya Air," *Kementeri. Pekerj. Umum*, no. 022, pp. 1-48, 2014.
- [2] J. Dzulfikar Habibi, Tjahjono, Heri, Parman, dan Satyana, "Deteksi Potensi Kekeringan Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Klaten," *Jurnal*, 2013
- [3] S. Dwiratna, G. Nawawi, dan C. Asdak, "Analisis Curah Hujan dan Aplikasinya dalam Penetapan Pola Tanam Pertanian Lahan Kering di Kabupaten Bandung," *J. Bionatura*, vol. 15, no. 1, pp. 29-34, 2013.
- [4] H. Setiawan, A. Wibowo, dan Supriatna, "Pembuatan Peta Curah Hujan Untuk Evaluasi Kesesuaian Rencana Tata Ruang Hutan Kabupaten Bogor," *Geomedia*, vol. 19, no. 2, pp. 113-121, 2021, [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/geomedia/article/view/43227/16848>
- [5] Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., & Michaelsen, J. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific data*, 2(1), 1-21. DOI: 10.1038/sdata.2015.66, 2015
- [6] H. Purnomo, "Aplikasi Metode Interpolasi Inverse Distance Weighting Dalam Penaksiran Sumberdaya Laterit Nikel (Studi kasus di Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi Tenggara)", *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, <https://ejournals.itda.ac.id/index.php/angkasa/issue/view/21>
- [7] P. D. Rahardjo, "Untuk Identifikasi Potensi Kekeringan," *Makara Technol.*, vol. 14, no. 2, pp. 97-105.
- [8] A. Cahyadi, R. F. Agniy, N. Khakhim, S. Purnama, I. Y. Bachtiar, and W. J. Prihartanto, "Pemetaan Hidrogeologi Wilayah Barat Daya," pp. 1-10, 2018.
- [9] M. Audley-Charles, "The Geology of Portuguese Timor", Geological Society, London, Memoirs, <http://doi.org/10.1144/GSL.MEM.1968.004.01.02>, 1968.
- [10] D. Wibowo, "Pemanfaatan Penginderaan Jauh Untuk Analisis Zonasi Daerah Rawan Kekeringan di Kabupaten Indramayu, Universitas Pendidikan Indonesia , repository.upi.edu, 2017.