

**PERHITUNGAN NERACA AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI PAMI
KABUPATEN MANOKWARI, PROVINSI PAPUA BARAT*****ASSESSMENT OF THE PAMI WATERSHED BALANCE,
MANOKWARI REGENCY, WEST PAPUA PROVINCE*****Erik A. Patandianan***Jurusan Teknik Geologi Universitas Papua
Jl. Gunung Salju, Amban – Manokwari, Papua Barat, Indonesia 98314

Dikirim: 08 Mei 2020; Disetujui: 29 Agustus 2020; Diterbitkan: 10 Desember 2020

DOI: [10.47039/ish.2.2020.93-102](https://doi.org/10.47039/ish.2.2020.93-102)**Inti Sari**

Daerah Aliran Sungai (DAS) Pami merupakan salah satu DAS yang terdapat di Kabupaten Manokwari yang sebagian wilayah DAS masuk dalam Distrik Manokwari Utara dan Distrik Manokwari Barat yang merupakan distrik dengan penduduk terpadat di Kabupaten Manokwari. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui neraca air pada DAS tersebut dengan menggunakan Metode Thornthwaite. Di DAS Pami terdapat dua kali periode surplus air dan sekali periode defisit air. Pada bulan Januari – Juli merupakan periode surplus air pertama sebesar 87.067.073,39 m³ yang terdiri atas air limpasan sebesar 86.275.460,54 m³ maupun imbuhan air tanah sebesar 24.696.255,20 m³. Bulan Agustus – November merupakan periode defisit air sebesar 9.827.367,06 m³ yang terdiri atas air limpasan sebesar 1.764.437,11 m³ dan air tanah sebesar 2.646.655,66 m³. Bulan Desember merupakan periode surplus air kedua sebesar 8.982.600,49 m³ yang terdiri dari air limpasan sebesar 8.009.776,23 m³ dan air tanah sebesar 1.235.543,76 m³. Total Perhitungan neraca air di DAS Pami tahun 2019, diperoleh total surplus air sebesar 96.049.673,88 m³/tahun yang merupakan total air limpasan di DAS Pami, dan sebesar 28.578.454,62 m³/tahun merupakan cadangan air tanah serta defisit air sebesar 9.827.367,06 m³/tahun.

Kata Kunci : DAS, neraca air, air tanah, air limpasan**Abstract**

The Pami Watershed is one of the watersheds located in the Manokwari Regency. This watershed belongs to North Manokwari District and West Manokwari District, where both districts are the most populous district in The Pami Watershed is one of the watersheds located in the Manokwari Regency. This study aims to determine the water balance of the Pami Watershed. Pami watershed has two water surplus period and one deficit period. The period of January to July is the first water surplus period when this watershed has excess water of 87,067,073.39 m³, consisting of 86,275,460.54 m³ of runoff water and the groundwater recharge of 24,696,255.20 m³, while August to November is the water deficit period with 9,827,367.06 m³, consisting of runoff water of 1,764,437.11 m³ and 2,646,655.66 m³ of groundwater. The second water surplus period is in December, when it reacquired excess water of 8,982,600.49 m³, comprising 8,009,776.23 m³ of runoff water and 1,235,543.76 m³ of groundwater. The total water balance of the Pami Watershed in 2019, consisting of a water surplus of 96,049,673.88 m³/year as the total runoff water in the Pami Watershed, where 28,578,454.62 m³ / year is from the groundwater reserves and water deficit of 9,827,367.06 m³/year.

Keywords : watershed, water balance, groundwater, runoff water

* Korespondensi Penulis
Phone : +6282248029701
Email : ericpatandianan@gmail.com



I. PENDAHULUAN

Air tawar merupakan kebutuhan manusia yang sangat mendasar untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Ketersediaan air tanah di bumi hanya sekitar 0,61% dan air permukaan sebesar 0,009% dari total volume air yang ada (Fetter, 2018). DAS merupakan suatu wilayah kesatuan ekosistem yang dibatasi oleh pemisah topografis dan berfungsi sebagai pengumpul, penyimpan dan penyalur air, sedimen, polutan dan unsur hara dalam sistem sungai dan keluar melalui satu outlet (Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor: P.3/V-Set/2013 tentang pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai). Salah satu potensi sumber air yang terdapat di Kabupaten Manokwari adalah ketersediaan air pada DAS Pami.

DAS Pami merupakan salah satu DAS yang terdapat di Kabupaten Manokwari di mana sebagian wilayah DAS masuk dalam Distrik Manokwari Utara dan Distrik Manokwari Barat yang merupakan distrik dengan penduduk terpadat di Kabupaten Manokwari. Penelitian terkait neraca air juga pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Salah satunya oleh Hartanto (2017). Hartanto dalam penelitiannya menggunakan metode *Thorntwaite*. Metode tersebut dipakai untuk menghitung neraca air berdasarkan atas pasokan (*input*) dan luaran air (*output*) dalam rentang waktu tertentu. Hasil perhitungan menunjukkan surplus air selama tujuh bulan dari bulan Januari sampai Mei dan November sampai Desember sebesar 896,4 mm/tahun. Dengan luas DAS Cidanau 22.322 ha, maka total air yang masih tersedia sebesar 177,4 juta m³/tahun.

Penelitian selanjutnya pernah dilakukan oleh Adare dkk (2018) tentang Neraca Air Sungai Talawaan di Titik Bendung Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. Ketersediaan air dalam penelitian ini dihitung menggunakan metode NRECA dengan memasukkan data curah hujan, evapotranspirasi dan parameter DAS untuk mencari debit andalan Q80% dan Ketersediaan air untuk pemeliharaan sungai Q95%. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional dan potensial. Dari hasil analisis, untuk menghindari defisit air maka ketersediaan air Q95% tidak diperhitungkan karena debit

yang besar dan akan membuat pemanfaatan air sungai menjadi tidak optimal. Ketersediaan air Q80% masih mencukupi jika seluruh lahan potensial diubah menjadi lahan fungsional, namun untuk periode tanam ke-2 (Periode tanam Agustus-November), penanaman padi harus dibatasi untuk 2730 Hektar saja.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Mopangga (2020). Hasil penelitiannya untuk mengetahui kebutuhan air di daerah aliran Sungai Bolango, jumlah besar debit ketersediaan air di daerah aliran Sungai Bolango dan neraca air di daerah aliran Sungai Bolango. Penelitiannya menyimpulkan untuk memenuhi kebutuhan air domestik dan non domestik masyarakat terutama yang ada di daerah Kota Gorontalo perhitungan ketersediaan air ini sangat diperlukan untuk menentukan neraca air pada Daerah Aliran Sungai Bolango. 1. Debit inflow berkisar antara: 14,42 /detik s/d 26,15 /detik, 2. Debit inflow maksimum (Desember): 26,15 /detik, 3. Debit inflow minimum (September) : 14,42 /detik.

Dari latar belakang di atas, mengingat potensi air DAS Pami yang belum dioptimalkan, maka perlunya dilakukan penelitian tentang potensi air yang terdapat di DAS Pami untuk pemenuhan kebutuhan air bersih khususnya di Kabupaten Manokwari. Penelitian ini hanya dibatasi pada perhitungan neraca air di DAS Pami tahun 2019.

II. METODE

Neraca air merupakan gambaran tentang jumlah air hujan yang jatuh (presipitasi) dikurangi penguapan (evapotranspirasi) dan aliran permukaan (Hartanto, 2017). Atau dengan kata lain neraca air merupakan *inflow* = *outflow* pada periode tertentu, dimana *inflow* merupakan air hujan sedangkan *outflow*nya berupa evapotranspirasi, aliran permukaan dan air tanah.

Untuk mengetahui potensi air di DAS Pami, metode yang dilakukan adalah dengan perhitungan neraca air Metode *Thorntwaite*, dimana dalam penggunaan metode ini membutuhkan data suhu, curah hujan, tutupan lahan serta jenis dan kondisi tanah atau batuan.

Idealnya, Neraca keseimbangan air didasarkan pada prinsip keseimbangan massa, dimana $input = output \pm \text{perubahan cadangan atau simpanan air}$. Dengan menggunakan terminologi neraca air (Pramono & Adi,

2017), maka keseimbangan massa dapat disederhanakan menjadi :

$$I = O \pm DSM \quad (1)$$

Di mana I adalah *Inflow*, O adalah *Outflow*, dan DSM adalah perubahan cadangan atau simpanan air.

Komponen input dalam perhitungan neraca air adalah besaran presipitasi rata-rata perbulan, temperatur (suhu udara) rata-rata perbulan, data tutupan lahan, kondisi soil dan batuan serta data lapangan yang dapat dijadikan pertimbangan dalam menghitung neraca air. Adapun hasil dari perhitungan neraca air berupa evapotranspirasi, defisit air dan surplus air yang dibedakan menjadi air limpasan dan air tanah.

Evapotranspirasi adalah kombinasi proses kehilangan air dari suatu lahan bertanaman melalui evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses dimana air diubah menjadi uap air (*vaporization*) dan selanjutnya uap air tersebut dipindahkan dari permukaan bidang penguapan ke atmosfer (*vapor removal*). Transpirasi adalah vaporisasi di dalam jaringan tanaman dan selanjutnya uap air tersebut dipindahkan dari permukaan tanaman ke atmosfer (*vapor removal*). Pada transpirasi, vaporisasi terjadi terutama di ruang antar sel daun dan selanjutnya melalui stomata uap air akan lepas ke atmosfer (Fetter, 2001). Evapotranspirasi merupakan faktor yang penting dalam studi tentang pengembangan sumber-sumber daya air.

Penghitungan evapotranspirasi dilakukan dengan metode pendekatan empiris menggunakan data suhu rata-rata. Untuk mencari evapotranspirasi potensial per bulan digunakan persamaan (Chanda & Ophori, 2012):

$$PET = 1,6 \times C \times (10T/I)^a \quad (2)$$

Di mana:

PET = Evaporasi Potensial

C = Faktor koreksi bulanan

$$C = (m/30) \times (d/12) \quad (3)$$

m = jumlah hari dalam sebulan

d = durasi harian rata-rata bulanan (jumlah rata-rata waktu matahari terbit sampai terbenam)

T = Suhu rata-rata bulanan (°C)

I = Indeks panas tahunan = $\sum I_i$

I_i = indeks panas bulanan

Di mana :

$$i = (T/5)^{1,154} \quad (4)$$

$$a = 675 \times 10^{-9} (I^3) - 771 \times 10^{-7} (I^2) + 1792 \times 10^{-5} (I) + 0,49239 \quad (5)$$

Untuk menghitung neraca air DAS Pami tahun 2019, diperlukan data curah hujan dan data temperatur (suhu udara) tahun 2019 yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).

Adapun urutan yang dilakukan dalam perhitungan neraca air secara ringkas adalah sebagai berikut :

1. PET merupakan evapotranspirasi potensial (mm) = Persamaan 2 - 6

2. Selisih hujan dan evapotranspirasi (P-PET)

3. AWPL merupakan potensi hilangnya air (mm)

$$\text{jika } P > PET = 0; \text{ jika } P < PET = P - PET + AWPL_{n-1} \quad (6)$$

4. SM merupakan simpanan air (mm), dengan nilai kapasitas kelembaban (AWC = 300)

$$\text{Jika } P > PET, \text{ STOR} = AWC; \text{ jika } P < PET, \text{ STOR} = AWC \times e^{AWPL/AWC} \quad (7)$$

5. DSM merupakan perubahan kelembaban tanah (mm)

$$\text{jika } P > PET, \Delta SM = 0; \text{ jika } P < PET, \Delta SM = \text{STOR}_n - \text{STOR}_{n-1} \quad (8)$$

6. AET merupakan evapotranspirasi nyata (mm)

$$\text{Jika } P > PET, \text{ AET} = PET; \text{ jika } P < PET, \text{ AET} = PET + \Delta SM \quad (9)$$

$$WS \text{ merupakan jumlah dari kelebihan air (mm), dimana } WS = P - PET \quad (10)$$

7. WD merupakan jumlah kekurangan air, dimana $WD = PET - AET$ (11)

8. Infiltrasi (mm), dimana $I = WS \times C$ (12)

di mana C= nilai koefisien limpasan = 0,15

V_n merupakan besarnya volume air tanah (mm)

$$V_n = ((1/2)(1+K)I) + (K(V_{n-1})) \quad (13)$$

9. ΔV_n merupakan perubahan volume air tanah (mm)

$$\Delta V_n = V_n - V_{n-1} \quad (14)$$

10. Q_o atau *Base flow* merupakan air tanah yang keluar ke permukaan (mm)

$$Q_o = I - \Delta V_n \quad (15)$$

11. *DRO* atau *Direct Runoff* merupakan air hujan yang langsung mengalami *runoff* setelah dikurangi infiltrasi (mm)

$$DRO = WS - I \quad (16)$$

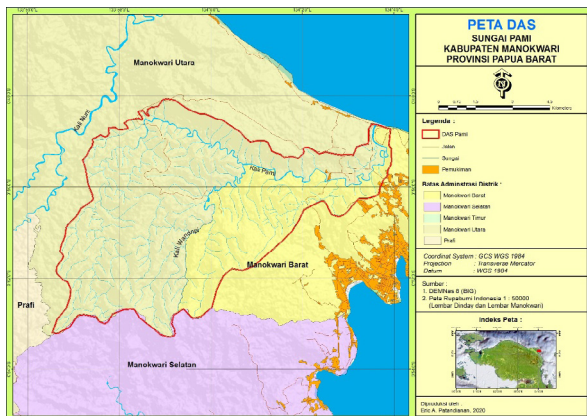
12. *Ro* atau *Run off* merupakan jumlah total *runoff* atau air limpasan (mm)

$$Ro = Q_o + DRO \quad (17)$$

Penghitungan kelembaban tanah (SM) maupun besaran infiltrasinya (I), dilakukan

dengan memperhitungkan asumsi kondisi geologi, kelerengan dan vegetasi. Untuk penentuan nilai kapasitas kelembaban yang digunakan klasifikasi *water holding capacity* menurut Thornthwaite dan Mather (Wijayanti et al., 2018) dan nilai koefisien limpasan digunakan klasifikasi *Georgia Stormwater Management, 2001* (Utami & Suprayogi, 2014) dan prosentase imbuhan (Badan Standardisasi Nasional, 2020).

Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial menyatakan, DAS merupakan suatu wilayah kesatuan ekosistem yang dibatasi oleh pemisah topografis dan berfungsi sebagai pengumpul, penyimpanan dan penyalur air, sedimen, polutan dan unsur hara dalam sistem sungai dan keluar melalui satu outlet tunggal. Interpretasi DAS Pami dilakukan dengan menggunakan DEMNas 8 dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) keluaran Badan Geospasial Indonesia dan cita satelit SAS dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG). Adapun hasil interpretasi DAS Pami dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta DAS Pami

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

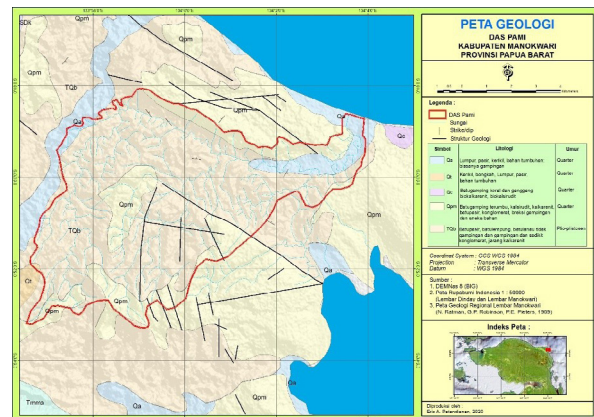
A. Geologi

Geologi DAS Pami secara regional masuk dalam geologi regional Lembar Manokwari (Robinson, 1990). Litologi pada daerah tersebut terdiri atas tiga (3) formasi (Gambar 2), yaitu:

1. Endapan Aluvium dan Litoral (Qa), berumur Quarter yang terdiri atas material lepas berukuran kerikil sampai lempung, bahan tumbuhan dan biasanya gampingan
2. Formasi Manokwari (Qpm), berumur Quarter yang terdiri atas litologi batu

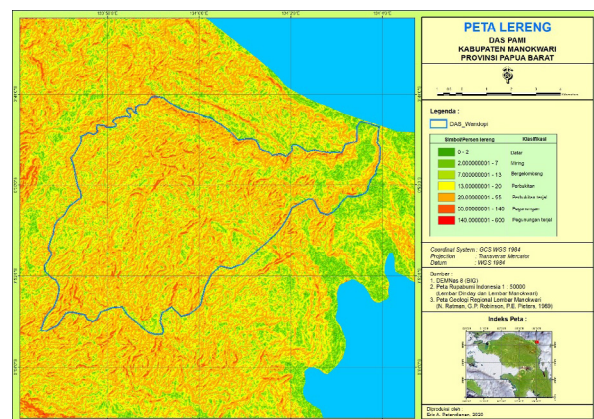
gamping terumbu, kalsirudit, kalkarenit, batu pasir, konglomerat, breksi dan breksi gampingan.

3. Formasi Befoor (TQb) yang berumur Plio-Plistosen, terdiri atas litologi batu pasir, batu lanau, batu lempung, napal, konglomerat dan sedikit kalkarenit.



Gambar 2. Peta Geologi DAS Pami

Dari hasil analisis kemiringan lereng (Gambar 3.), diketahui bahwa morfologi DAS Pami dominan merupakan daerah perbukitan - perbukitan terjal dengan kemiringan lereng 13% - >140% dan hanya sebagian kecil daerah hilir yang berupa pedataran-bergelombang dengan kemiringan lereng 0% - 13%.



Gambar 3. Peta Analisis Lereng DAS Pami

Kondisi geologi DAS Pami yang dominan terdiri atas batulempung dan batupasir dengan sedikit batugamping terumbu, batugamping klastik, napal, konglomerat dan aluvium dan tertutupi oleh vegetasi hutan, secara umum merupakan akuifer yang baik. Akan tetapi kondisi morfologi perbukitan-perbukitan terjal menyebabkan berkurangnya infiltrasi air ke dalam batuan. Oleh sebab itu, penentuan nilai koefisien kapasitas kelembaban (AWC)

ditentukan sebesar 300 dan nilai koefisien limpasan (C) ditentukan sebesar 0,15, sehingga dalam perhitungan neraca air DAS Pami juga mempertimbangkan faktor-faktor tersebut.

B. Suhu dan Curah Hujan

Dalam menghitung neraca air, diperlukan input data curah hujan dan suhu tahunan karena akan mempengaruhi perubahan neraca air (Hartanto, 2017). Data suhu dan curah hujan (Tabel 1) yang digunakan merupakan data bulanan selama setahun dari Januari – Desember 2019 yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).

Tabel.1

Suhu dan Curah Hujan di Kabupaten Manokwari Tahun 2019

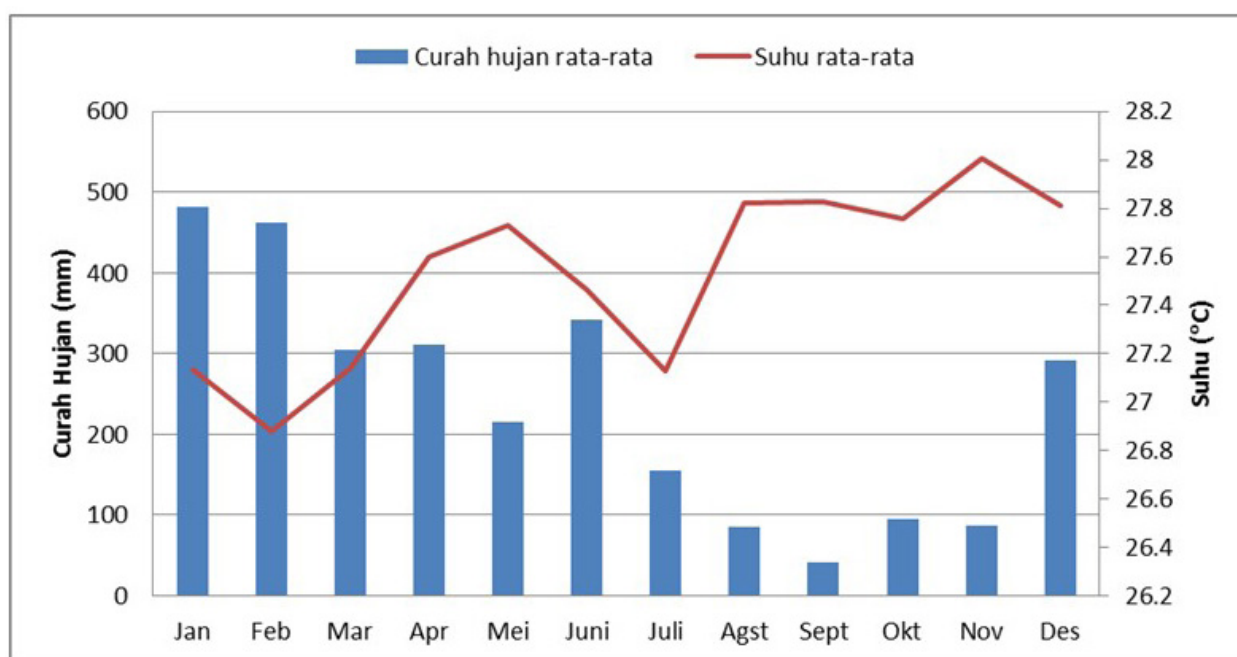
Bulan	Suhu rata-rata (Tn) (°C)	(*) Curah hujan rata-rata (P) (mm)
Januari	27,13	482,2
Februari	26,88	463
Maret	27,14	305
April	27,60	311,6
Mei	27,73	215,1
Juni	27,46	342,9
Juli	27,13	154,8

Agustus	27,82	85,1
September	27,83	42
Oktober	27,76	95,4
November	28,01	86,3
Desember	27,81	291,2

Sumber: BMKG, (*) BPS (2020)

Curah hujan sepanjang tahun 2019 berkisar antara 482,2 mm pada bulan Januari sampai yang terendah pada bulan September sebesar 42 mm. Suhu sepanjang tahun 2019 berkisar antara 28,1°C tertinggi pada bulan November dan terendah pada bulan Februari sebesar 26,88°C. Grafik hubungan antara suhu udara dan curah hujan dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa tahun 2019 suhu rata-rata terendah pada bulan Februari sebesar 26,88°C, sedangkan tertinggi pada bulan November sebesar 28,01°C. Curah hujan rata-rata terendah pada bulan September sebesar 42 mm dan tertinggi pada bulan Januari sebesar 482,2 mm. Pada periode bulan Januari – Juni curah hujan tinggi di atas 200 mm dan mulai dari periode bulan Agustus – November terjadi penurunan curah hujan hingga dibawah 100 mm. Data suhu pada bulan Desember cenderung menunjukkan penurunan sehingga terjadi kenaikan curah hujan.

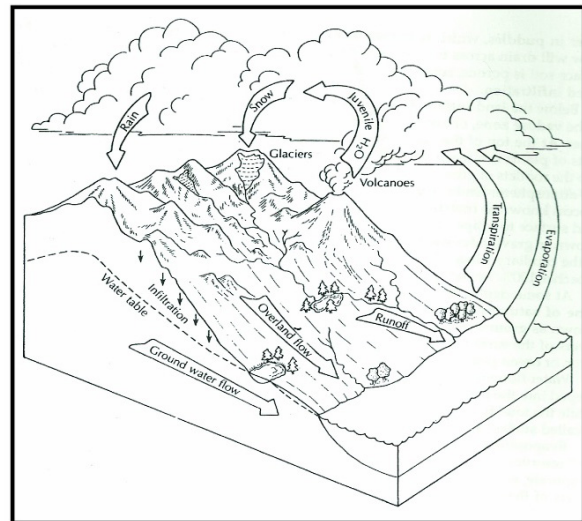


Gambar 4. Grafik Hubungan antara Curah Hujan (P) dan Suhu (T) Mulai dari Januari – Desember 2019

C. Neraca Air

Siklus air atau siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi. Setelah mencapai tanah siklus hidrologi terus berjalan, ada yang mengalami evaporasi maupun transpirasi, mengalami kondensasi membentuk awan yang pada keadaan jenuh akan mengalami presipitasi, sebagian terinfiltrasi dimana air bergerak ke dalam tanah melalui pori-pori tanah dan batuan membentuk *interflow* ke permukaan serta sebagian air dapat bergerak akibat aksi kapiler secara vertikal di bawah permukaan tanah pada zona saturasi hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan. Sistem air permukaan akan mengalir membentuk sungai mengalir ke laut

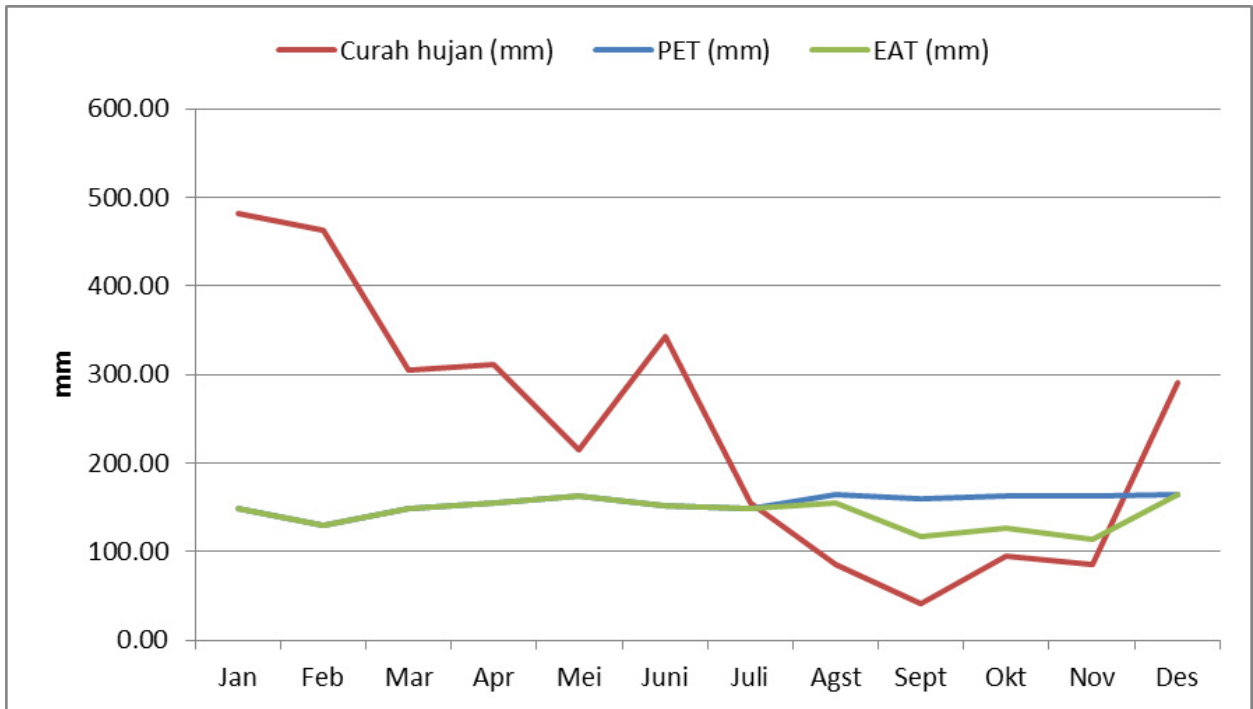
maupun yang tergenang seperti danau, waduk, rawa dan akan kembali mengalami evaporasi (Gambar 5).



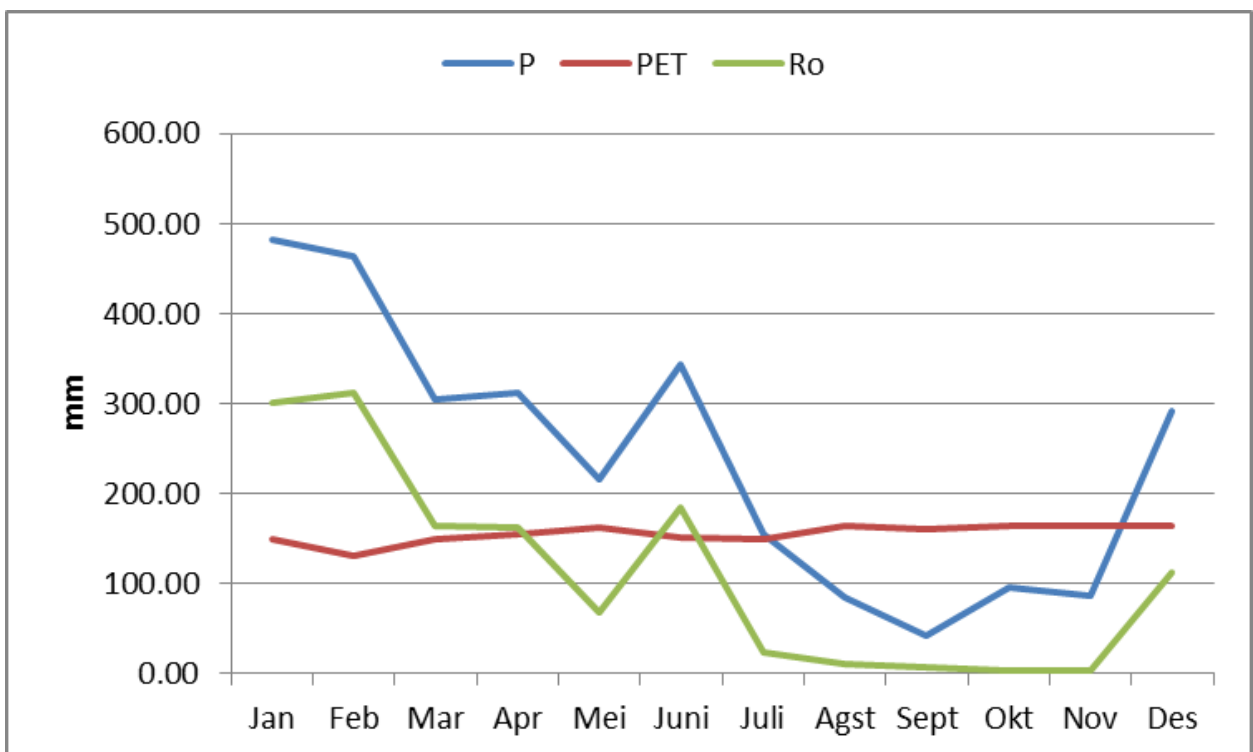
Gambar 5. Siklus Hidrologi (Fetter, 2001)

Tabel 2.
Perhitungan Bulanan Neraca Air DAS Pami Tahun 2019 (mm)

Parameter	Bulan												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	
Curah Hujan (P)	482.2	463	305	311.6	215.1	342.9	154.8	85.1	42	95.4	86.3	291.2	2874.6
Evapotranspirasi (PET)	149.37	130.09	149.51	154.6	162.78	151.61	149.3	164.88	159.65	163.38	163.75	164.58	1863.5
P-PET	332.83	332.91	155.49	157	52.316	191.29	5.4996	-79.78	-117.7	-67.98	-77.45	126.62	1011.1
AWPL	0	0	0	0	0	0	0	-79.78	-197.4	-265.4	-342.86	0	
Kelembaban Tanah (SM)	300	300	300	300	300	300	300	229.95	155.35	123.85	95.6712	300	
ΔSM	0	0	0	0	0	0	0	-70.05	-74.6	-31.5	-28.18	0	
AET	149.37	130.09	149.51	154.6	162.78	151.61	149.3	155.15	116.6	126.9	114.48	164.58	1724.97
Water Deficit (WD)	0	0	0	0	0	0	0	9.7266	43.053	36.481	49.2697	0	138.531
Water Surplus (WS)	332.83	332.91	155.49	157	52.316	191.29	5.4996	0	0	0	0	126.62	1353.96
Infiltrasi (I)	49.924	49.936	23.324	23.55	7.8475	28.693	0.8249	0	0	0	0	18.993	203.093
$1/2*(1+K)*I$	39.94	39.949	18.659	18.84	6.278	22.955	0.66	0	0	0	0	15.195	
$K*(V_n-1)$	9.1168	29.434	41.63	36.173	33.008	23.572	27.916	17.145	10.287	6.1723	3.7034	2.222	
Storage Volume (V_n)	49.056	69.383	60.289	55.013	39.286	46.526	28.576	17.145	10.287	6.1723	3.7034	17.417	402.854
Perubahan V_n	31.64	20.327	-9.094	-5.2753	-15.73	7.2403	-17.95	-11.43	-6.858	-4.115	-2.4689	13.713	
Base Flow (Q_0)	18.285	29.61	32.418	28.825	23.575	21.453	18.775	11.43	6.8582	4.1149	2.46894	5.28	203.093
Direct Run Off (DRo)	282.91	282.97	132.17	133.45	44.469	162.6	4.6747	0	0	0	0	107.63	1150.86
Run off (Ro)	301.19	312.58	164.58	162.28	68.044	184.05	23.45	11.43	6.8582	4.1149	2.46894	112.91	1353.96



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Curah Hujan (P), Evapotranspirasi (PET) dan Evapotranspirasi Aktual (AET)



Gambar 7. Grafik Perbandingan antara Curah Hujan, PET, dan Run Off

Perhitungan evapotranspirasi dilakukan dengan pendekatan empiris karena tidak dilakukan pengukuran secara langsung. Adapun perhitungan neraca air pada DAS Pami dapat dilihat pada Tabel 2. Dalam menghitung neraca air, komponen curah hujan yang jatuh pada dasarnya akan digunakan untuk kebutuhan evapotranspirasi. Sebagian air tersebut akan tersimpan dan jika sudah mencapai batas maksimalnya akan menjadi surplus air. Surplus air tersebut sebagian akan menjadi aliran permukaan, sebagian akan terinfiltrasi masuk ke zona saturasi menjadi air tanah dan akan keluar kembali ke permukaan.

Dari hasil pengolahan data neraca air di atas, dapat dibuat grafik hubungan antara curah hujan, evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi nyata yang merupakan evapotranspirasi yang telah dikoreksi dengan mempertimbangkan faktor perubahan kelembaban tanah (Gambar 6).

Dari pembacaan grafik di atas serta hasil pengolahan data neraca air, diketahui bahwa neraca air di DAS Pami terbagi atas dua (2) periode, yaitu periode surplus air dan periode defisit air. Periode surplus air diperlihatkan dengan grafik curah hujan lebih tinggi dari pada grafik evapotranspirasi (PET dan AET), sedangkan periode defisit air diperlihatkan dengan grafik evapotranspirasi nyata lebih rendah dari pada grafik evapotranspirasi potensial sampai pada bulan November dimana kedua grafik tersebut terpotong oleh grafik curah hujan.

Untuk mendapatkan nilai neraca air pada keseluruhan wilayah DAS Pami, maka nilai neraca air tersebut dikalikan dengan luas wilayah DAS Pami. Misalnya dari Tabel 2 besarnya total surplus air pada tahun 2019 adalah 1353,96 mm, berarti besaran total surplus air tahun 2019 di DAS Pami dengan luas 7.094 Ha adalah sebesar 96.049.673,88 m³/tahun.

Pada bulan Januari - Juli merupakan periode surplus air pertama dimana pada periode ini terjadi aliran permukaan maupun imbuhan air tanah. Kondisi geologi DAS Pami yang terdiri atas litologi akuifer yang baik serta vegetasi hutan menyebabkan terjadinya imbuhan air tanah. Akan tetapi kondisi morfologi yang terjal mengurangi kemampuan batuan untuk menyerap air sehingga menyebabkan aliran permukaan (*direct runoff*). Surplus air

yang terdapat di DAS Pami dengan luas 7.094 Ha pada periode ini sebesar 87.067.073,39 m³ yang pada prosesnya terdiri atas infiltrasi sebesar 13.060.061,01 m³, *direct runoff* sebesar 74.007.012,38 m³, akumulasi dari air yang masuk ke zona jenuh menjadi air tanah selama periode ini sebesar 24.696.255,20 m³, air tanah yang keluar ke permukaan (*baseflow*) sebesar 12.268.448,16 m³, sehingga total limpasan (*runoff*) pada periode surplus air sebesar 86.275.460,54 m³.

Pada bulan Agustus-November merupakan periode defisit air dimana pada periode ini besaran air yang digunakan oleh evapotranspirasi lebih besar dibanding curah hujan sehingga tidak terjadi infiltrasi maupun *direct runoff*. Pada periode ini defisit air sebesar 9.827.367,06 m³, air tanah yang tersimpan sebesar 2.646.655,66 m³, *baseflow* sebesar 1.764.437,11 m³ sehingga total limpasan yang terjadi pada periode defisit air sebesar 1.764.437,11 m³. Masih terdapatnya air tanah dan limpasan pada periode ini hanya merupakan proses siklus hidrologi pada periode surplus air. Walaupun kondisi evapotranspirasi yang lebih besar dari curah hujan sehingga terjadi defisit air, tetapi air tanah pada periode surplus air masih tersimpan dalam litologi akuifer yang sebagian keluar sebagai mata air dan menjadi air limpasan.

Setelah periode defisit air yang menyebabkan kelembaban tanah menjadi menurun sehingga kembali terjadi imbuhan karena curah hujan yang tinggi, maka pada bulan Desember merupakan periode surplus air kedua dimana kembali terjadi surplus air sebesar 8.982.600,49 m³, yang pada prosesnya terbagi menjadi infiltrasi sebesar 1.347.390,07 m³, *direct runoff* sebesar 7.635.210,42 m³, akumulasi dari air yang masuk ke zona jenuh menjadi air tanah selama periode ini sebesar 1.235.543,76 m³, air tanah yang keluar ke permukaan (*baseflow*) sebesar 374.565,81 m³, sehingga total limpasan (*runoff*) pada periode imbuhan sebesar 8.009.776,23 m³.

Perhitungan neraca air di DAS Pami tahun 2019, diketahui total surplus air sebesar 96.049.673,88 m³/tahun yang merupakan total air limpasan di DAS Pami, dan sebesar 28.578.454,62 m³/tahun merupakan cadangan air tanah serta defisit air sebesar 9.827.367,06 m³/tahun. Perhitungan analisis neraca air DAS Pami tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Perhitungan Neraca Air DAS Pami Berdasarkan Periode Tahun 2019 (m³)

Luas DAS Pami = 7.094 Ha				
Parameter	Januari - Juli	Agustus – Nov	Desember	Total
WS	87067073.39	0.00	8982600.49	96049673.88
WD	0.00	9827367.06	0.00	9827367.06
I	13060061.01	0.00	1347390.07	14407451.08
DRo	74007012.38	0.00	7635210.42	81642222.79
Vn	24696255.20	2646655.66	1235543.76	28578454.62
Qo	12268448.16	1764437.11	374565.81	14407451.08
Ro	86275460.54	1764437.11	8009776.23	96049673.88
	Periode surplus air	periode defisit air	Periode Surplus air	

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan neraca air di DAS Pami maka dapat disimpulkan bahwa neraca air di DAS Pami terbagi atas 2 periode, yaitu periode surplus air dan periode defisit air. Total surplus air di DAS Pami sebesar 96.049.673,88 m³/tahun yang merupakan air limpasan dan cadangan air tanah sebesar 28.578.454,62 m³/tahun serta defisit air sebesar 9.827.367,06 m³/tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Badan Meteorologi dan Klimatologi dan Geofisika (BMKG) untuk akses data klimatologi untuk pengolahan data neraca air, Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk akses data geospasial dalam pembuatan peta. Terima kasih juga kami sampaikan kepada para editor anonim yang sudah me-review naskah tulisan ini. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Provinsi Papua Barat, khususnya Jurnal Igya Ser Hanjop yang telah memuat naskah tulisan ini.

V. DAFTAR PUSTAKA

Adare, D. R. C., Hendratta, L. A., & Sumarauw, J. S. F. (2018). Analisis Neraca Air Sungai Talawaan di Titik Bendung Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 6(3), 153–162. [https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/](https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/19336)

[view/19336](https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/19336)

- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Penyusunan Neraca Sumber Daya-Bagian 1: Sumber Daya Air Spasial Badan Standardisasi Nasional. https://jdih.big.go.id/media/resources/files/law/SNI_19-6728.1-2002.pdf
- BPS Kabupaten Manokwari. (2020). Kabupaten Manokwari Dalam Angka 2020, Penyediaan Data Untuk Perencanaan Pembangunan. Bps.Go.Id. <https://manokwarikab.bps.go.id/publication/2020/02/28/0f7b097e-886810bab09dcf3f/kabupaten-manokwari-dalam-angka-2020--penyediaan-data-untuk-perencanaan-pembangunan.html>
- Chanda, S., & Ophori, D. (2012). Assessment of Water Balance of the Semi-Arid Region in Southern San Joaquin Valley California Using Thornthwaite and Mather's Model. *Journal of Environmental Hydrology*, 20, 1–9.
- Fetter, C. W. (2018). *Applied Hydrogeology: Fourth Edition*. Waveland Press.
- Hartanto, P. (2017). Perhitungan Neraca Air DAS Cidanau Menggunakan Metode Thornthwaite. *RISSET Geologi Dan Pertambangan*, 27(2), 213–225. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2017.v27.443>
- Mopangga, S. (2020). Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai Bolango. *RADIAL: Jurnal*

Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi, 7(2), 162–171. <https://doi.org/10.37971/radial.v7i2.191>

Pramono, I. B., & Adi, R. N. (2017). Pendugaan Infiltrasi Menggunakan Data Neraca Air di Sub Daerah Aliran Sungai Watujali, Gombong. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(1), 35–48. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2017.1.1.35-48>

Robinson, G. P. (1990). *Geologi Lembar Manokwari, Irian Jaya*. Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Utami, N. D., & Suprayogi, S. (2014). Kajian Debit Banjir Akibat Perubahan Penggunaan Lahan di Sub Das Belik, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(3), 1–10. <http://lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/view/635>

Wijayanti, P., Noviani, R., & Tjahjono, G. A. (2018). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Imbangan Air Secara Meteorologis dengan Menggunakan Metode Thornthwaite Mather untuk Analisis Kekritisan Air di Karst Wonogiri. *Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 13(1), 27–40. <https://doi.org/10.21831/gm.v13i1.4475>