

ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) PAMI DI KABUPATEN MANOKWARI

(Analysis of Changes of Land Cover in Pami's Rivershed at Manokwari District)

MARULI TUA SIAGIAN^{1✉}, NURHAIDA SINAGA², IRNANDA A.F. DJUUNAA³

¹Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana Universitas Papua Manokwari, Papua Barat, 98314

²Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Papua Manokwari, Papua Barat, 98314.

³Fakultas Pertanian Universitas Papua Manokwari, Papua Barat, 98314.

✉Penulis Korespondensi: Email: sarahiriany@gmail.com

Diterima: 20 Feb 2021| Disetujui: 25 Juni 2021

Abstrak. Penutupan lahan merupakan faktor penting, terutama tutupan lahan di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS). Monitoring terhadap pola perubahan penggunaan lahan di sekitar DAS penting untuk dilakukan sehingga dapat dipahami perubahan dan dampak yang terjadi. Perubahan penutupan lahan yang terjadi di Kabupaten Manokwari adalah dampak dari adanya proses pembangunan infrastruktur dalam memenuhi kebutuhan manusia akan pemanfaatan lahan. Penelitian ini dilakukan di sekitar DAS Pami Kabupaten Manokwari, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola perubahan penutupan lahan dengan periodik waktu tahun 2009 hingga tahun 2018. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Teknik interpretasi peta melalui data citra lahan yang terekam dan analisis deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan perubahan penggunaan lahan pada kawasan terbangun di DAS PAMI selama tahun 2009-2018 yang disebabkan oleh penambahan jumlah penduduk sehingga terjadi alih fungsi lahan. Selain itu, kondisi hidrologi menunjukkan bahwa debit aliran di DAS Pami dipengaruhi oleh perilaku hujan yang mempengaruhi kondisi kadar air tanah, tutupan lahan, dan aliran permukaan. Adapun peningkatan besaran air larian (koefisien C) dan debit limpasan (Q) pada DAS Pami seiring dengan terjadinya perubahan tata guna lahan. Tentunya pola penggunaan lahan berpengaruh terhadap perhitungan aliran permukaan yang disebabkan oleh curah hujan.

Kata kunci: perubahan penggunaan lahan, daerah aliran sungai, tutupan lahan

Abstract. Land cover is an important factor, especially land cover around watersheds (DAS). It is important to monitor changes in land use patterns around the watershed so that changes and impacts can be understood. Changes in land cover that occur in Manokwari Regency are the impact of the infrastructure development process in meeting human needs for land use. This research was conducted around the Pami watershed in Manokwari Regency, this study aims to analyze the pattern of land cover change from 2009 to 2018. The method used in this study is the map interpretation technique through recorded land image data and descriptive analysis. The results of the analysis show that there has been an increase in land use changes in the built-up area in the PAMI watershed during 2009-2018 which was caused by an increase in population, resulting in land conversion. In addition, hydrological conditions indicate that the flow rate in the Pami watershed is influenced by rain behavior which affects the condition of soil water content, land cover and surface runoff. There is an increase in the amount of runoff water (coefficient C) and runoff discharge (Q) in the Pami watershed along with changes in land use. Of course, land use patterns affect the calculation of surface runoff caused by rainfall, land cover, and runoff. There is an increase in the amount of runoff water (coefficient C) and runoff discharge (Q) in the Pami watershed along with changes in land use. Of course, land use patterns affect the calculation of surface runoff caused by rainfall, land cover, and runoff. There is an increase in the amount of runaway water (coefficient C) and runoff discharge (Q) in the Pami

watershed along with changes in land use. Of course, land use patterns affect the calculation of surface runoff caused by rainfall.

Keywords: land use change, watershed, land cover

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air yang berasal dari air hujan yang jatuh terkumpul dalam kawasan tersebut. Umumnya, DAS berfungsi untuk menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh melalui sungai. DAS mengalami sebuah proses siklus hidrologi secara alamiah (Asdak 1995).

Isu yang tengah berkembang menekankan bahwa perubahan tutupan lahan terutama di wilayah DAS menjadi perhatian utama dalam manajemen lingkungan (Rotinsulu et al. 2018). Tutupan lahan yang berubah di DAS memiliki pengaruh terhadap karakteristik hidrologi DAS tersebut (Yusuf et al. 2018). Perubahan lahan pada DAS perlu untuk dipantau sehingga perubahan dan dampak dari perubahan terhadap lingkungan dan ekosistem sekitar dapat diketahui dengan pasti (Rotinsulu et al. 2018).

Provinsi Papua Barat memiliki 76 DAS yang tersebar di seluruh wilayah provinsi, 9 (sembilan) diantaranya tersebar di Kabupaten Manokwari, yaitu DAS Adjaj, Arui, Kasi, Nuni, Prafi, Warmare, Manggopi, Masabui, dan Pami dengan luas 224,80 km². DAS di Kabupaten Manokwari terletak di area perkotaan yang menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan secara signifikan. Sehingga untuk melihat tren perubahan tutupan lahan perlu dilakukan pemantauan perubahan tutupan lahan secara periodik. Hal ini dilakukan agar didapatkan informasi secara komprehensif dalam pengambilan kebijakan guna mengoptimalkan kebutuhan dan pemanfaatan ruang dengan baik. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan penutupan lahan yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Pami dalam kurun waktu tahun 2009-2018 serta guna menganalisis aliran permukaan yang diakibatkan oleh perubahan tutupan lahan. Adapun manfaat dilakukannya

penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran tentang perubahan tutupan lahan, Debit aliran permukaan dan kualitas air, pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Pami. Diharapkan dari hasil penelitian ini menjadi masukan bagi berbagai pihak, baik pemerintah, masyarakat maupun sektor swasta dalam melaksanakan pembangunan dan pengembangan kawasan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Pami.

METODE PENELITIAN

Jangka waktu pelaksanaan penelitian adalah selama 4 (empat) bulan terhitung dari Desember 2019 sampai Maret 2020. Lokasi pelaksanaan penelitian berada di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Pami. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Positioning System* (GPS), kamera, laptop, dan *software* pendukung meliputi *Arcmap* 10.4 dan *Microsoft Excel*. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data Peta tutupan Lahan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2009 sampai dengan 2018
2. Data Peta batas wilayah Administrasi Distrik Kabupaten Manokwari
3. Data Peta fungsi kawasan hutan
4. Data Peta Slope
5. Data debit sungai
6. Data curah hujan
7. Data Peta Daerah Aliran Sungai Pami

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif dengan teknik interpretasi dan analisis peta.

Kodefikasi Tutupan Lahan

Kodefikasi dilakukan terhadap setiap kelas tipe tutupan lahan Papua Barat berdasarkan kodefikasi yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Perdirjen No. P.1/VII-IPSDH/2015).

Tabel 1. Informasi tampilan indikasi kode tutupan lahan

No	KODE	Penutupan Lahan	Singkatan
1	2001	Hutan Lahan Kering Primer	HLKP
2	2002	Hutan Lahan Kering Sekunder	HLKS
3	2004	Hutan Mangrove Primer	HMP
4	2005	Hutan Rawa Primer	HRP
5	2006	Hutan Tanaman	HT
6	2007	Semak Belukar	SB
7	2010	Perkebunan	Perkebunan
8	2012	Permukiman	Pemukiman
9	2014	Tanah Terbuka	TT
10	2500	Awan	Awan
11	3000	Savana	Savana
12	5001	Tubuh Air	TA
13	20041	Hutan Mangrove Sekunder	HMS
14	20051	Hutan Rawa Sekunder	HRS
15	20071	Semak Belukar Rawa	SBR
16	20091	Pertanian Lahan Kering	PLK
17	20092	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	PLKC
18	20093	Sawah	Sawah
19	20094	Tambak	Tambak
20	20121	Bandara	Bandara
21	20122	Transmigrasi	Transmigrasi
22	20141	Pertambangan	Pertambangan
23	50011	Rawa	Rawa

Analisis Perubahan Tutupan Lahan

Pada tahap ini, dilakukan analisis tutupan lahan Papua Barat di *Microsoft Excel* menggunakan *pivot table* untuk pengelompokan tutupan lahan yang mengalami perubahan untuk mendapat hasil akhir perubahan tutupan lahan yang terjadi di daerah alir sungai (DAS) Pami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah aliran sungai Pami berada pada Wilayah Sungai Kamundan-Sebyar (07.01.A3) yang berada pada Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat dengan luas sebesar 224,80 Km². Terdapat 11 (sebelas) sub das yang berpengaruh pada sistem DAS Pami, Sub das tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Informasi Sub DAS do sekitar areal DAS Pami

No.	Sub Das	DAS	Luas (Km ²)	Luas (%)
1	Pami	PAMI	76.45	34.01
2	Andai		56.34	25.06
3	Aipiri 2		19.47	8.66
4	Maripi 1		18.72	8.33
5	Wosi 1		13.18	5.86
6	Wosi 2		9.19	4.09
7	Emi		9.06	4.03
8	Sowi 2		8.52	3.79
9	Sowi 1		5.55	2.47

10	Aipiri 1	5.39	2.40
11	Maripi 2	2.94	1.31
Total		224.80	100.00

Perubahan Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil analisis penggunaan lahan kementerian lingkungan hidup periode tahun 2009 - 2018 dapat diketahui jenis penggunaan lahan pada DAS Pami terdiri dari 10 (sepuluh) jenis penggunaan lahan, yaitu airport, badan air (sungai/danau), hutang lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan mangrove primer, hutan mangrove sekunder, pemukiman, pertanian lahan kering, semak belukar dan tanah terbuka.

Pada periode 2009-2014 penyusutan penggunaan lahan hutan mangrove primer sebesar 0,04% atau sebesar 9,50 Ha yang menjadi alih fungsi lahan pertanian dan sebesar 0,01 Ha menjadi alih fungsi pemukiman. Sedangkan pada

- periode 2014-2018 alih fungsi penggunaan lahan hutan terjadi signifikan yaitu:
- 366,31 Ha penggunaan lahan hutan kering primer menjadi daerah pemukiman,
 - 945,20 Ha penggunaan lahan pertanian menjadi permukiman
 - 122,13 Ha penggunaan lahan semak belukar juga terjadi alih fungsi menjadi pemukiman dan sebesar 3,94 Ha menjadi lahan terbuka,
 - Alih fungsi badan sungai sebesar 5,25 Ha juga telah menjadi permukiman.
 - Hutan kering primer menjadi penggunaan lahan hutan kering sekunder sebesar 71,88 Ha.

Tabel 3. Matriks transisi penggunaan lahan DAS Pami tahun 2009-2014

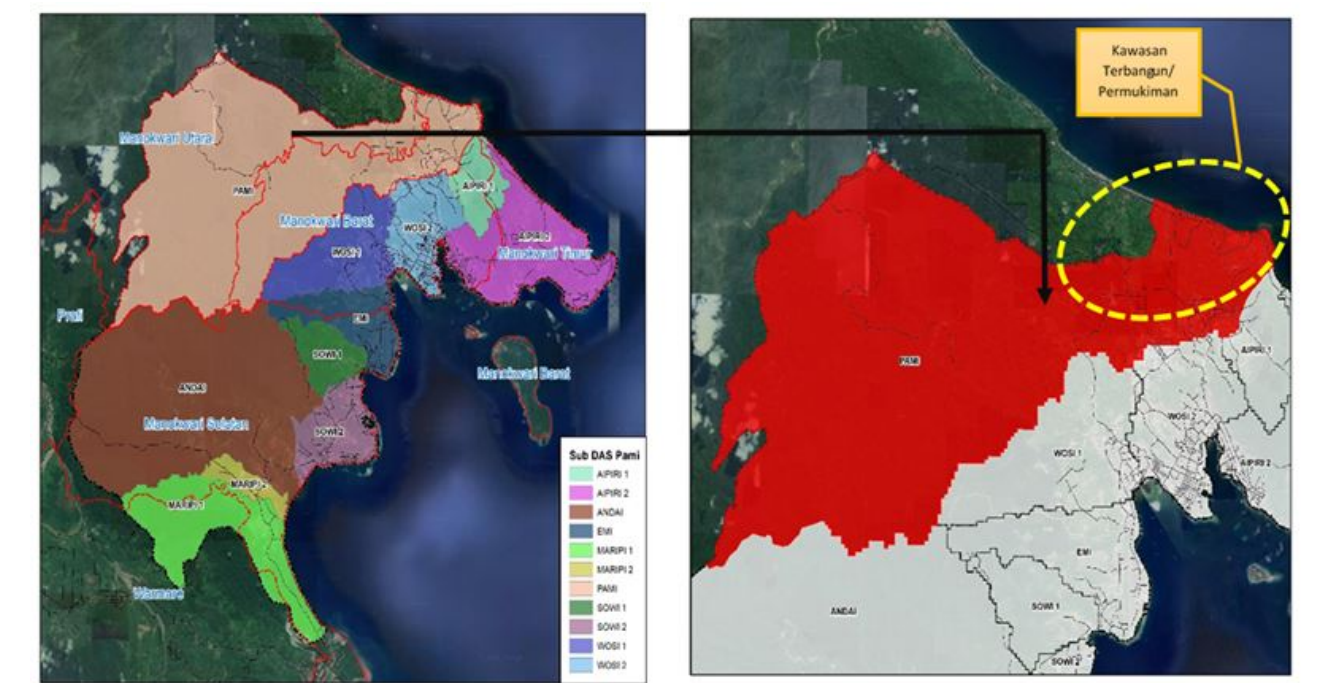
No	Penggunaan Lahan Tahun 2009 (Ha)	Penggunaan Lahan Tahun 2014 (Ha)									
		Airport	Badan Air	Hutan LK Primer	Hutan LK Sekunder	H. Mangg Primer	H. Mangg Sekunde r	Permu- kiman	Pertanian LKBS	Semak/ Belukar	Jumlah
1	Airport	53,35									53,35
2	Badan Air		14,61								14,61
3	Hutan LK Primer			9.695,24							9.695,24
4	Hutan LK Sekunder				4.580,40						4.580,40
5	H. Mangrove Primer					105,24			0,05	9,44	114,73
6	H. Mangrove Sekunder						3,96				3,96
7	Pemukiman							1.799,80			1.799,80
8	Pertanian LKBS								5.413,46		5.413,46
9	Semak / Belukar									804,59	804,59
	Jumlah	53,35	14,61	9.695,24	4.580,40	105,24	3,96	1.799,85	5.422,90	804,59	22.480,14

Tabel 4. Matriks transisi penggunaan lahan DAS Pami tahun 2014-2018

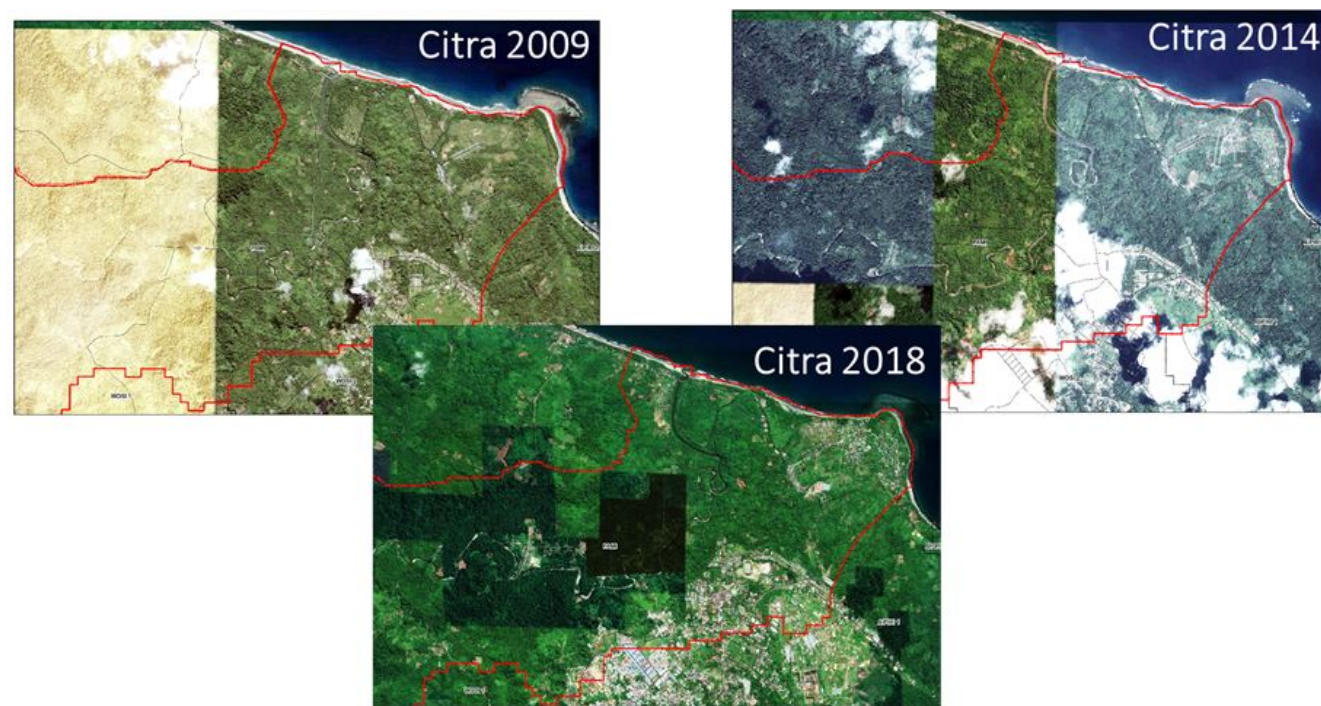
No.	Penggunaan Lahan Tahun 2014 (Ha)	Penggunaan Lahan Tahun 2018 (Ha)									
		Airport	Badan Air	Hutan LK Primer	Hutan LK Sekunder	H. Mangg Primer	H. Mangg Sekunder	Permu- kiman	Pertanian LKBS	Semak/ Belukar	Tanah Tebuka
1	Airport	53,35									
2	Badan Air		9,36					5,25			
3	Hutan LK Primer			9.257,07	71,89			366,28			
4	Hutan LK Sekunder				4.580,40						
5	H. Mangrove Primer					105,24					
6	H. Mangrove Sekunder						3,93	0,03			
7	Pemukiman							1.799,85			
8	Pertanian LKBS					0,09		945,70	4.477,11		
9	Semak / Belukar							126,12		678,53	3,94
10	Tanah Terbuka										-
	Jumlah	53,35	9,36	9.257,07	4.652,29	105,33	3,93	3.239,22	4.477,11	678,53	3,94

Tabel 5. Matriks pola perubahan lahan DAS Pami

PENGUNAAN LAHAN TAHUN 2009 (Ha)		PENGUNAAN LAHAN TAHUN 2014 (Ha)		PENGUNAAN LAHAN TAHUN 2018 (Ha)	LUAS PERUBAHAN (Ha)
Airport	→	Airport	→	Airport	-
Badan Air	→	Badan Air	→	Pemukiman	5,25
Hutan Lahan Kering Primer	→	Hutan Lahan Kering Primer	→	Pemukiman	366,31
			→	Hutan Lahan Kering Sekunder	71,88
Hutan Lahan Kering Sekunder	→	Hutan Lahan Kering Sekunder	→	Hutan Lahan Kering Sekunder	-
Hutan Mangrove Primer	→	Pertanian LK Bercampur Semak	→	Pertanian LK Bercampur Semak	9,49
	→	Pemukiman	→	Pemukiman	0,01
Hutan Mangrove Sekunder	→	Hutan Mangrove Sekunder	→	Pemukiman	0,03
Pemukiman	→	Pemukiman	→	Pemukiman	-
Pertanian LK Bercampur Semak	→	Pertanian LK Bercampur Semak	→	Pemukiman	945,70
			→	Pemukiman	122,13
Semak / Belukar	→	Semak / Belukar	→	Lahan Terbuka	3,94



Gambar 1. Orientasi sub DAS Pami terhadap DAS Pami



Gambar 2. Visual citra kawasan terbangun di Sub DAS Pami



Gambar 3. Validasi perubahan pola penggunaan lahan di DAS Pami

Analisis Hidrologi

Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan curah hujan maksimum rata-rata kawasan (*areal rainfall*) yang mewakili suatu DAS/Sub-DAS, dengan mempertimbangkan besar curah hujan yang terjadi baik pada pos pengamatan hujan di dalam maupun di sekitar DAS/Sub-DAS yang ditinjau.

Analisis Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan disesuaikan masing - masing tahun perubahan

penggunaan lahan dengan menyesuaikan hujan maksimum dalam rentang tahun tersebut yaitu antara tahun 2009, 2014 dan 2018.

1. Curah hujan rancangan metode *Log Pearson Type III* pada penggunaan lahan tahun 2009 dapat dilihat pada Tabel 6 dimana dari hasil extrapolasi hujan rancangan berbasis *Log Pearson Type III* dengan kala ulang 1 (tahun) diperoleh curah hujan rancangan sebesar 32,26 mm.

Tabel 6. Faktor statistik analisa hujan rancangan metode *Log Pearson Type III*

No.	Tahun	R (mm)	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi-LogX)2	(Log Xi-LogX)3
1	2003	78,70	2004	44,10	1,64	0,045295	(0,009640)
2	2004	44,10	2008	60,00	1,78	0,006259	(0,000495)
3	2005	75,00	2005	75,00	1,88	0,000317	0,000006
4	2006	75,00	2005	75,00	1,88	0,000317	0,000006
5	2007	94,00	2003	78,70	1,90	0,001498	0,000058
6	2008	60,00	2009	91,00	1,96	0,010358	0,001054
7	2009	91,00	2007	94,00	1,97	0,013424	0,001555
Jumlah				517,80	13,00	0,077469	(0,007456)
Rerata				73,97	1,86		

2. Curah hujan rancangan metode *Log Pearson Type III* pada penggunaan lahan tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 7 dimana dari hasil extrapolasi hujan rancangan berbasis *Log*

Pearson Type III dengan kala ulang 1 (tahun) diperoleh curah hujan rancangan sebesar 36,697 mm.

Tabel 7. Faktor statistik analisa hujan rancangan metode *Log Pearson Type III*

No.	Tahun	R (mm)	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi-LogX)2	(Log Xi-LogX)3
1	2003	78,70	2004	44,10	1,64	0,079459	(0,022398)
2	2004	44,10	2008	60,00	1,78	0,021955	(0,003253)
3	2005	75,00	2005	75,00	1,88	0,002628	(0,000135)
4	2006	75,00	2005	75,00	1,88	0,002628	(0,000135)
5	2007	94,00	2003	78,70	1,90	0,000921	(0,000028)
6	2008	60,00	2014	85,00	1,93	0,000010	0,000000
7	2009	91,00	2009	91,00	1,96	0,001070	0,000035
8	2010	93,00	2010	93,00	1,97	0,001777	0,000075
9	2011	109,00	2007	94,00	1,97	0,002191	0,000103
10	2012	121,00	2011	109,00	2,04	0,012344	0,001371
11	2013	125,00	2012	121,00	2,08	0,024480	0,003830
12	2014	85,00	2013	125,00	2,10	0,029100	0,004964
Jumlah				1.050,80	23,12	0,178563	(0,015571)
Rerata				87,57	1,93		

3. Curah hujan rancangan metode *Log Pearson Type III* pada penggunaan lahan tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 8 dimana dari hasil ekstrapolasi hujan rancangan berbasis *Log*

Pearson Type III dengan kala ulang 1 (tahun) diperoleh curah hujan rancangan sebesar 39,931 mm.

Tabel 8. Faktor statistik analisa hujan rancangan metode *Log Pearson Type III*

No.	Tahun	R (mm)	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi-LogX)2	(Log Xi-LogX)3
1	2003	78,70	2004	44,10	1,64	0,093775	(0,028717)
2	2004	44,10	2008	60,00	1,78	0,029761	(0,005134)
3	2005	75,00	2005	75,00	1,88	0,005716	(0,000432)
4	2006	75,00	2005	75,00	1,88	0,005716	(0,000432)
5	2007	94,00	2003	78,70	1,90	0,002991	(0,000164)
6	2008	60,00	2014	85,00	1,93	0,000451	(0,000010)
7	2009	91,00	2015	86,00	1,93	0,000261	(0,000004)
8	2010	93,00	2009	91,00	1,96	0,000070	0,000001
9	2011	109,00	2010	93,00	1,97	0,000317	0,000006
10	2012	121,00	2007	94,00	1,97	0,000505	0,000011
11	2013	125,00	2016	95,00	1,98	0,000732	0,000020
12	2014	85,00	2018	105,00	2,02	0,004974	0,000351
13	2015	86,00	2011	109,00	2,04	0,007527	0,000653
14	2016	95,00	2012	121,00	2,08	0,017455	0,002306
15	2017	145,00	2013	125,00	2,10	0,021387	0,003128
16	2018	105,00	2017	145,00	2,16	0,044395	0,009354
Jumlah				1.481,80	31,21	0,236036	(0,019063)
Rerata				92,61	1,95		

Intensitas Hujan

Sementara intensitas hujan rerata pada wilayah Kabupaten Manokwari berdurasi kurang lebih selama 2 jam, untuk hasil perhitungan intensitas hujan pada masing - masing tahun (2009, 2014, dan 2018) adalah sebagai berikut: 7,04 untuk tahun 2009, 8,01 untuk tahun 2014, 8,72 untuk tahun 2018.

Koefisien Air Larian (C)

Koefisien air larian/pengaliran adalah persentase jumlah air yang dapat melimpas melalui permukaan tanah dari keseluruhan air

hujan yang jatuh pada suatu daerah (Eripin 2005). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai koefisien limpasan adalah: kondisi tanah, laju infiltrasi, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan.

Harga C berubah – ubah dari waktu ke waktu sesuai dengan perubahan dari faktor – faktor yang bersangkutan dengan aliran permukaan di dalam sungai, seperti:

1. Tipe hujan,
2. Intensitas hujan dan lama waktu hujan,
3. Topografi dan geologi, dan
4. Keadaan tumbuh-tumbuhan.

Tabel 9. Penggunaan lahan dan koefisien pengaliran (C) DAS Pami tahun 2009

No	Sub Das	Penggunaan Lahan	Koefisien Pengaliran (C)	Luas (Ha)	Rerata (C)
1	AIPIRI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	27,03	0,35
	AIPIRI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	185,47	
	AIPIRI 1	Pemukiman	0,60	55,36	
	AIPIRI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	271,23	
2	AIPIRI 2	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	193,28	0,33
	AIPIRI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	175,55	
	AIPIRI 2	Semak / Belukar	0,20	804,59	
	AIPIRI 2	Pemukiman	0,60	386,86	
	AIPIRI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	386,23	
3	ANDAI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	3.352,29	0,26
	ANDAI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	1.161,60	
	ANDAI	Hutan Mangrove Primer	0,15	59,15	
	ANDAI	Badan Air	1,00	9,52	
	ANDAI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	1.051,38	
4	EMI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	29,01	0,37
	EMI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	356,78	
	EMI	Pemukiman	0,60	221,07	
	EMI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	245,32	
	EMI	Airport	0,75	53,35	
5	MARIPI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	87,27	0,20
	MARIPI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	1.355,44	
	MARIPI 1	Pemukiman	0,60	97,74	
	MARIPI 1	Badan Air	1,00	1,46	
	MARIPI 1	Hutan Mangrove Sekunder	0,15	3,96	
	MARIPI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	326,22	
6	MARIPI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	24,25	0,43
	MARIPI 2	Hutan Mangrove Primer	0,15	15,93	
	MARIPI 2	Pemukiman	0,60	15,21	
	MARIPI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	238,78	
7	PAMI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	5.882,55	0,28
	PAMI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	428,10	
	PAMI	Pemukiman	0,60	241,43	
	PAMI	Badan Air	1,00	3,62	
	PAMI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	1.089,71	
8	SOWI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	38,43	0,23
	SOWI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	354,70	
	SOWI 1	Pemukiman	0,60	54,87	
	SOWI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	106,61	
9	SOWI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	7,51	0,48
	SOWI 2	Hutan Mangrove Primer	0,15	39,65	
	SOWI 2	Pemukiman	0,60	160,73	
	SOWI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	644,06	
10	WOSI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	85,37	0,34
	WOSI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	468,14	
	WOSI 1	Pemukiman	0,60	151,49	
	WOSI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	613,04	
11	WOSI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	62,86	0,50
	WOSI 2	Pemukiman	0,60	415,03	
	WOSI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	440,87	

Tabel 0. Penggunaan lahan dan koefisien pengaliran (C) DAS Pami tahun 2014

No	Sub Das	Penggunaan Lahan	Koefisien Pengaliran (C)	Luas (Ha)	Rerata (C)
1	AIPIRI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	27,03	0,35
	AIPIRI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	185,47	
	AIPIRI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	271,23	
	AIPIRI 1	Pemukiman	0,60	55,36	
2	AIPIRI 2	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	193,28	0,33
	AIPIRI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	175,55	
	AIPIRI 2	Semak / Belukar	0,20	804,59	
	AIPIRI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	386,23	
3	ANDAI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	3.352,31	0,26
	ANDAI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	1.161,61	
	ANDAI	Hutan Mangrove Primer	0,15	59,15	
	ANDAI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	1.051,35	
4	EMI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	29,01	0,37
	EMI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	356,78	
	EMI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	245,32	
	EMI	Pemukiman	0,60	221,07	
5	MARIPI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	87,27	0,20
	MARIPI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	1.355,44	
	MARIPI 1	Hutan Mangrove Sekunder	0,15	3,96	
	MARIPI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	326,22	
6	MARIPI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	24,25	0,43
	MARIPI 2	Hutan Mangrove Primer	0,15	15,93	
	MARIPI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	238,78	
	MARIPI 2	Pemukiman	0,60	15,21	
7	PAMI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	5.882,55	0,28
	PAMI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	428,10	
	PAMI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	1.089,70	
	PAMI	Pemukiman	0,60	241,44	
8	SOWI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	38,43	0,23
	SOWI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	354,70	
	SOWI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	106,61	
	SOWI 1	Pemukiman	0,60	54,87	
9	SOWI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	7,51	0,48
	SOWI 2	Hutan Mangrove Primer	0,15	30,15	
	SOWI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	653,55	
	SOWI 2	Pemukiman	0,60	160,74	
10	WOSI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	85,38	0,34
	WOSI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	468,14	
	WOSI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	613,04	
	WOSI 1	Pemukiman	0,60	151,49	
11	WOSI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	62,86	0,50
	WOSI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	440,87	
	WOSI 2	Pemukiman	0,60	415,03	

Tabel 11. Penggunaan lahan dan koefisien pengaliran (C) DAS Pami tahun 2018

No	Sub Das	Penggunaan Lahan	Koefisien Pengaliran (C)	Luas (Ha)	Rerata (C)
1	AIPIRI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	211,33	0,34
	AIPIRI 1	Pemukiman	0,60	77,15	
	AIPIRI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	250,63	
2	AIPIRI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	354,77	0,35
	AIPIRI 2	Pemukiman	0,60	606,74	
	AIPIRI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	335,87	
	AIPIRI 2	Semak / Belukar	0,20	649,17	
3	ANDAI	Badan Air	1,00	9,36	0,26
	ANDAI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	3.318,36	
	ANDAI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	1.174,62	
	ANDAI	Hutan Mangrove Primer	0,15	59,48	
	ANDAI	Pemukiman	0,60	129,55	
	ANDAI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	942,74	
4	EMI	Airport	0,75	53,35	0,41
	EMI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	0,39	
	EMI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	300,80	
	EMI	Pemukiman	0,60	345,38	
	EMI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	205,59	
5	MARIPI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	71,67	0,20
	MARIPI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	1.363,63	
	MARIPI 1	Hutan Mangrove Sekunder	0,15	3,93	
	MARIPI 1	Pemukiman	0,60	114,02	
	MARIPI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	318,75	
6	MARIPI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	24,25	0,46
	MARIPI 2	Hutan Mangrove Primer	0,15	15,76	
	MARIPI 2	Pemukiman	0,60	81,00	
	MARIPI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	173,08	
7	PAMI	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	5.793,68	0,28
	PAMI	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	516,97	
	PAMI	Pemukiman	0,60	357,94	
	PAMI	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	976,88	
8	SOWI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	4,71	0,36
	SOWI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	187,63	
	SOWI 1	Pemukiman	0,60	75,38	
	SOWI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	286,89	
9	SOWI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	7,51	0,53
	SOWI 2	Hutan Mangrove Primer	0,15	30,09	
	SOWI 2	Pemukiman	0,60	483,01	
	SOWI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	331,33	
10	WOSI 1	Hutan Lahan Kering Primer	0,25	68,25	0,35
	WOSI 1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	447,93	
	WOSI 1	Pemukiman	0,60	260,54	
	WOSI 1	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	508,03	
	WOSI 1	Semak / Belukar	0,20	29,36	
	WOSI 1	Tanah Terbuka	0,22	3,94	
11	WOSI 2	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,10	62,86	0,54
	WOSI 2	Pemukiman	0,60	708,51	
	WOSI 2	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0,47	147,39	

Debit Limpasan Permukaan Metode Rasional

Beberapa asumsi dasar untuk menggunakan metode rasional adalah:

1. Curah hujan terjadi dengan intensitas yang tetap dalam jangka waktu tertentu, setidaknya sama dengan waktu konsentrasi.
2. Limpasan langsung mencapai maksimum ketika durasi hujan dengan intensitas tetap sama dengan waktu konsentrasi.
3. Koefisien *run off* dianggap tetap selama durasi hujan.
4. Luas DAS tidak berubah selama durasi hujan (Wanielista 1990). Harga C berubah – ubah dari waktu ke waktu sesuai dengan perubahan dari faktor – faktor yang bersangkutan dengan aliran permukaan di dalam sungai.

Tabel 12. Debit limpasan pada Sub DAS berpengaruh DAS Pami tahun 2009

No.	Sub Das	Luas (Ha)	Koefisien Pengaliran (C)	Total Air Larian (mm)	Intensitas Hujan (mm)	Debit Limpasan (m3/dt)
1	AIPIRI 1	539,10	0,35	11,13	7,04	3,64
2	AIPIRI 2	1.946,52	0,33	10,61	7,04	12,54
3	ANDAI	5.633,95	0,26	8,40	7,04	28,73
4	EMI	905,54	0,37	11,79	7,04	6,48
5	MARIPI 1	1.872,09	0,20	6,40	7,04	7,27
6	MARIPI 2	294,16	0,43	13,83	7,04	2,47
7	PAMI	7.645,41	0,28	9,17	7,04	42,58
8	SOWI 1	554,61	0,23	7,45	7,04	2,51
9	SOWI 2	851,96	0,48	15,37	7,04	7,95
10	WOSI 1	1.318,04	0,34	10,94	7,04	8,76
11	WOSI 2	918,76	0,50	16,24	7,04	9,06
Grand Total		22.480,13		121,33		131,99

Tabel 13. Debit limpasan pada Sub DAS berpengaruh DAS Pami tahun 2014

No.	Sub Das	Luas (Ha)	Koefisien Pengaliran (C)	Total Air Larian (mm)	Intensitas Hujan (mm)	Debit Limpasan (m3/dt)
1	AIPIRI 1	539,10	0,35	12,66	8,01	4,14
2	AIPIRI 2	1.946,52	0,33	12,07	8,01	14,27
3	ANDAI	5.633,95	0,26	9,55	8,01	32,68
4	EMI	905,54	0,37	13,41	8,01	7,37
5	MARIPI 1	1.872,09	0,20	7,28	8,01	8,27
6	MARIPI 2	294,16	0,43	15,74	8,01	2,81
7	PAMI	7.645,41	0,28	10,44	8,01	48,44
8	SOWI 1	554,61	0,23	8,48	8,01	2,85
9	SOWI 2	851,96	0,48	17,61	8,01	9,11
10	WOSI 1	1.318,04	0,34	12,45	8,01	9,96
11	WOSI 2	918,76	0,50	18,47	8,01	10,30
Grand Total		22.480,13		138,17		150,22

Tabel 14. Debit limpasan pada Sub DAS berpengaruh DAS Pami tahun 2018

No.	Sub Das	Luas (Ha)	Koefisien Pengaliran (C)	Total Air Larian (mm)	Intensitas Hujan (mm)	Debit Limpasan (m3/dt)
1	AIPIRI 1	539,10	0,34	13,72	8,72	4,49
2	AIPIRI 2	1.946,52	0,35	14,10	8,72	16,66
3	ANDAI	5.633,95	0,26	10,53	8,72	36,03
4	EMI	905,54	0,41	16,49	8,72	9,07
5	MARIPI 1	1.872,09	0,20	7,96	8,72	9,05
6	MARIPI 2	294,16	0,46	18,29	8,72	3,27
7	PAMI	7.645,41	0,28	11,35	8,72	52,71
8	SOWI 1	554,61	0,36	14,40	8,72	4,85
9	SOWI 2	851,96	0,53	21,13	8,72	10,93
10	WOSI 1	1.318,04	0,35	14,05	8,72	11,24
11	WOSI 2	918,76	0,54	21,76	8,72	12,14
Grand Total		22.480,13		163,79		170,42

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perubahan penggunaan lahan pada kawasan terbangun/permukiman pada DAS PAMI periode tahun 2009-2018 terus mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan alih fungsi lahan menjadi pemukiman pada pola penggunaan lahan eksisting DAS Pami semakin meningkat.
2. Besaran debit dipengaruhi oleh perilaku hujan, namun kejadian debit pada hari tertentu tidak berhubungan linear dengan kejadian hujan pada waktu yang sama.
3. Debit puncak (Q_p) tidak selalu terjadi pada saat kejadian curah hujan maksimum. Q_p lebih dipengaruhi oleh jumlah kumulatif kejadian dasar hujan secara berturut-turut di seluruh DAS yang mempengaruhi kondisi kadar air tanah, tutupan lahan dan aliran permukaan.
4. Dari hasil analisa dan perhitungan dapat dilihat bahwa besaran air larian (koefisien C) dan Debit limpasan (Q)

5. pada DAS Pami mengalami peningkatan seiring dengan perubahan tata guna lahan pada tahun 2009 sampai dengan 2018. Pola penggunaan lahan berpengaruh dalam perhitungan aliran permukaan yang disebabkan curah hujan namun kerapatan vegetasi atau kanopi juga akan mempengaruhi proses jatuhnya hujan ke permukaan tanah, semakin rapat vegetasi maka semakin mengurangi jumlah curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah.

Saran

1. Dalam perhitungan debit dengan metode rasional perlu adanya data pengukuran (observasi) debit pada sungai agar nantinya dapat dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan angka korelasi antara hasil perhitungan dan observasi.
2. Diperlukan adanya kebijakan dan tindakan pemerintah dalam pengendalian konversi lahan terutama dari hutan ke jenis penggunaan pemukiman, sehingga

aspek hidrologi di DAS Pami menjadi lebih baik.

3. Diperlukan kesadaran dan pemahaman tentang kelestarian sumber daya alam DAS secara menyeluruh dari semua pihak terkait, baik pengelola kawasan, pihak swasta maupun masyarakat di DAS Pami. Hal ini penting karena keberhasilan kelestarian sumberdaya alam merupakan tanggungjawab bersama. Apabila hal ini berhasil maka bencana banjir dan tanah longsor yang akan terjadi dapat di minimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak C. 1995. Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Eripin I. 2005. Dampak perubahan tata guna lahan terhadap debit sungai di daerah pengaliran sungai sipinang.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2015. Peraturan Direktur Jendral Planologi Kehutanan No. P.1/VII-IPSDH/2015.
- Rotinsulu W, Walangitan H, Ahmad A. 2018. Analisis perubahan tutupan lahan DAS Tondano, Sulawesi Utara selama periode tahun 2002 dan 2015. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 8 (2): 161-169.
- Tsarwan OT, Hidayat A, Yusuf D. 2018. Analisis aliran sungai Cimandiri dengan metode HEC-RAS. Jurnal Rekayasa, 1: 48-60.
- Wanielista MP. 1990. Hydrology and water quality control. John Wiley & Son Florida-USA.