

## **Kondisi *Input* dan *Output* Serta *Storage* Air Danau Buyan di Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng**

**Dewa Made Atmaja**

Staf Pengajar Pendidikan Geografi Undiksha  
e-mail:atmajadewamade@yahoo.com

### **Abstrak**

Penelitian dilaksanakan di Danau Buyan Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng, yang bertujuan mengetahui kondisi *input* (curah hujan, limpasan) air danau Buyan kurun waktu 10 tahun terakhir. Mengetahui kondisi *output* (evaporasi, pemakaian, dan simpanan) air Danau Buyan kurun waktu 10 tahun terakhir ini. Mengetahui *storage* air danau Buyan kurun waktu 10 tahun terakhir ini antara tahun 1999 sampai tahun 2008. Penelitian menggunakan rancangan survei lapangan meliputi pengamatan, pengukuran, serta analisis laboratorium. Pengambilan data primer dan sampel berdasarkan *stratified random sampling* untuk pemakaian air. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Data yang diperoleh diproses dengan formula dari Poligon Theissen, Thornthwaite-Mather, Penman, Welch, dan Seyhan. Selanjutnya menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan input air danau Buyan terdiri dari: curah hujan dan limpasan yang mengalami penurunan. Sedangkan output terdiri dari evaporasi air bebas, pemakaian air, simpanan dan rembesan ke luar danau, tiga dari empat variabel ini terjadi peningkatan. Hal tersebut disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, kerusakan hutan dan adanya perubahan iklim. Sehingga keseimbangan air danau Buyan menjadi terganggu

Kata Kunci: Danau Buyan, Imbangan Air

### **Abstract**

Research conducted at the District Sukasada Lake Buyan Buleleng, which aims to find the input conditions (precipitation, runoff) water lake Buyan over the last 10 years. Knowing the condition of outputs (evaporation, consumption, and savings) water of Lake Buyan period of 10 years. Knowing the Buyan lake water storage over the last 10 years between 1999 and 2008. The study design was a field survey includes observation, measurement, and laboratory analysis. Primary data and samples based on stratified random sampling for water consumption. Secondary data were obtained from the relevant agencies. The data obtained were processed with the formula of Theissen Polygons, Thornthwaite-Mather, Penman, Welch, and Seyhan. Furthermore, using qualitative descriptive analysis. The results showed the water input Buyan lake consists of: rainfall and runoff decline. Meanwhile, the output consists of free water evaporation, water consumption, savings and seepage out of the lake, three of these four variables must be increased. This was caused by the increase in population, the destruction of forests and climate change. So the water balance of the lake Buyan be disrupted

Keywords: Lake Buyan, Balance Water

### **PENDAHULUAN**

Air mempunyai karakteristik khusus jika dibandingkan dengan

unsur lain. Oleh karena itu, apabila sumber daya air mengalami suatu masalah maka akan memerlukan

penanganan khusus pula untuk dapat dimanfaatkan lagi. Untuk menentukan distribusi air permukaan tidaklah mudah, karena air lebih banyak dipengaruhi oleh faktor sistem fisik permukaan bumi seperti curah hujan, perembesan, dan penguapan. Sehubungan dengan itu, akan terdapat perbedaan intensitas curah hujan dan penguapan yang menyebabkan distribusi air tidak merata (Ejasta, 2005:61)

Sumber air yang ada di bumi, khususnya air permukaan, danau merupakan sumber air yang mempunyai fungsi penting dalam kehidupan manusia. Salah satunya adalah fungsi hidrologis. Fungsi hidrologis danau adalah sebagai penampung curah hujan, sehingga air tidak mengalir menjadi *run off*. Dalam perkembangan selanjutnya, fungsi danau tidak hanya sebagai tempat penyimpanan, tetapi juga berfungsi sebagai sumber air bersih, wisata tirta, pertanian dan kebutuhan domestik lainnya (Atmaja, 2004:2). Melihat peranan danau yang begitu besar, maka sepatutnyalah pemanfaatan dilakukan sebaik-baiknya guna kelestarian danau tersebut.

Sumber air danau yang berasal dari air hujan akan melalui suatu sistem yang berantai yang disebut dengan siklus hidrologi. Air hujan yang jatuh di permukaan bumi akan menjadi aliran permukaan (*surface run off*), kemudian meresap ke dalam tanah dan menjadi aliran bawah tanah, hal itu terjadi melalui proses *infiltrasi* dan *perkolasi*. Selebihnya akan terkumpul di dalam jaringan alur sungai sebagai aliran sungai (*river flow*). Apabila kondisi tanah memungkinkan, sebagian air tanah *infiltrasi* akan mengalir kembali ke sungai, atau genangan lainnya seperti waduk dan danau. Sebagian lainnya akan muncul kembali ke permukaan tanah sebagai mata air. Mata air tersebut

dapat terkumpul lagi ke dalam alur sungai atau langsung menuju laut (Soerwarno, 2000 : 4).

Keberadaan danau Buyan diyakini sebagai penyangga tatanan air di bagian hulu sungai di Kabupaten Buleleng, hal tersebut terlihat dari beberapa mata air yang muncul di permukaan kemungkinan berasal dari danau tersebut. Untuk itu usaha pelestarian lingkungan danau di sekitarnya setiap saat sangat diperlukan dan perlu diantisipasi pemanfaatan air danau, sehingga danau sebagai penyangga tata air dapat terus dipertahankan dan tetap kesinambungan.

Ketiga danau pada kawasan Bedugul, Danau Buyan memiliki volume yang paling kecil ( $27,05 \times 10^6 \text{ m}^3$ ). Karakteristik fisik di antara ketiga danau tersebut Danau Buyan didukung oleh kondisi daerah tangkapan yang paling sempit sebesar  $9,2 \text{ km}^2$  m (BAPEDAL, 1999). Luas permukaan danau  $1,5 \text{ km}^2$  dengan kedalaman maksimum  $40,5 \text{ m}$  dan kedalaman rata-rata  $23,5 \text{ m}$ . Pengamatan terhadap fluktuasi rata-rata tahunan yaitu sebesar  $4,51 \text{ m}$ . Fluktuasi mencapai  $2,44 \text{ m}$  pada musim kemarau dan  $6,57 \text{ m}$  pada musim hujan.

Segi luas dan volume tampungan dapatlah dikatakan bahwa Danau Buyan memiliki potensi yang cukup besar sebagai sumber air, akan tetapi dari segi fluktuasi terjadi hal menarik dimana terjadi fluktuasi yang sangat tinggi antara musim kemarau dan musim penghujan. Untuk mengetahui gejala ini maka diperlukan studiimbangan air danau dalam rangka mengetahui terjadinya fluktuasi yang sangat tinggi antara musim penghujan dan kemarau. Mengingat arti pentingnya Danau Buyan, sebagai salah satu sumber air permukaan maka sangat diperlukan untuk mempelajariimbangan air. Dengan mempelajariimbangan air, maka dapat diketahui asal air, distribusi air, bagaimana

perubahan timbunan air dan berapa jumlah air yang hilang dari waktu ke waktu, dan yang lebih penting adalah dengan mengetahui imbalan air tersebut maka dapat diketahui kuantitas air danau dari waktu ke waktu.

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan penelitian untuk mengetahui: (a) kondisi *input* (curah hujan, limpasan) air danau Buyan kurun waktu 10 tahun terakhir ini, (b) kondisi *output* (evaporasi, pemakaian, simpanan, dan rembesan) air Danau Buyan kurun waktu 10 tahun terakhir ini, (c) *storage* air danau Buyan kurun waktu 10 tahun terakhir ini antara tahun 1999 sampai tahun 2008.

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan rancangan deskriptif. Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian seperti yang telah dikemukakan, maka yang menjadi objek penelitian adalah air danau Buyan, maka yang menjadi subjek penelitian adalah kondisi fisik dan masyarakat yang ada di sekitar danau Buyan. Untuk menentukan masyarakat yang menjadi sampel digunakan sistem acak distratifikasi (*Stratified Random Sampling*). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder, untuk memperoleh data tersebut menggunakan cara observasi dan pencatatan dokumen. Data-data yang diperoleh akan diproses dengan formula dari Poligon Theissen, Thornthwaite-Mather, Penman, Welch, dan Seyhan yang disesuaikan dengan permasalahannya. Data-data yang sudah diproses dengan formula di atas, selanjutnya dianalisis sesuai dengan tujuan yang dibahas. Untuk tujuan pertama, kedua dan ketiga menggunakan analisis deskriptif kualitatif.

#### **HASIL**

##### **Kondisi Input Air Danau**

Danau Buyan merupakan danau tertutup, sehingga sumber airnya hanya berasal dari curah hujan dan limpasan yang berasal dari daerah tangkapan. Kedua parameter tersebut merupakan input bagi danau Buyan. Mengenai kejelasan dari kedua parameter tersebut bisa dilihat pada paparan berikut ini.

##### **Curah Hujan di Danau Tamblingan**

Curah hujan merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Curah hujan yang jatuh di permukaan danau akan mempengaruhi besarnya volume air di danau. Curah hujan untuk potensi air danau sebagai komponen *inflow* merupakan curah hujan rata-rata yang sering disebut curah hujan daerah. Untuk mengetahui besarnya curah hujan di daerah penelitian, digunakan data curah hujan selama 10 tahun (1999-2008).

Curah hujan di daerah penelitian ini adalah curah hujan rata-rata bulanan. Curah hujan rata-rata bulanan tersebut dapat diperinci menjadi sebagai berikut :

(1). Curah hujan langsung masuk ke Danau Buyan

Besarnya curah hujan akan mempengaruhi besarnya pertambahan volume air danau. Berdasarkan perhitungan curah hujan yang terjadi di daerah penelitian menggunakan data curah hujan selama 10 tahun dan dianalisis menggunakan metode Poligon Theissen, data curah hujan tersebut berasal dari 3 stasiun meteorologi yaitu: stasiun Munduk, Pancasari, dan Gitgit. Besarnya luas pengaruh dari masing-masing stasiun antara lain: Munduk seluas 24,33 km<sup>2</sup>, Candi Kuning seluas 0,454 km<sup>2</sup>, dan Gitgit seluas 2,93 km<sup>2</sup>.

Hasil perhitungan dengan menggunakan Poligon Thessin, selanjutnya dianalisis menjadi debit air hujan yang langsung masuk ke Danau Buyan. Perhitungan didasarkan atas perkalian luas

genangan permukaan danau dikalikan dengan tabel hujan. Hasil perhitungan debit air hujan yang langsung jatuh dipermukaan danau Buyan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Debit Curah Hujan Rata-Rata di Daerah Penelitian Dari Tahun 1999 – 2008 Dalam m<sup>3</sup>/detik

Tahun Bulan	Debit Curah Hujan m <sup>3</sup> /detik										Rata- rata
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Jan	1,60	2,96	0,09	0,18	0,06	2,49	2,13	0,44	0,21	0,18	1,023
Feb	1,51	2,32	0,18	0,19	0,16	1,68	3,72	0,19	0,19	0,11	1,025
Mar	0,91	0,12	0,04	0,02	0,14	0,98	2,16	0,11	0,16	0,01	0,465
Apr	1,02	0,05	0,05	0,06	0,09	0,98	1,38	0,08	0,09	0,03	0,383
Mei	0,30	0,02	0,02	0,00	0,02	0,30	0,78	0,02	0,05	0,00	0,152
Juni	0,22	0,01	0,01	0,00	0,02	0,08	0,06	0,02	0,01	0,00	0,041
Juli	0,19	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,00	0,027
agust	0,38	0,00	0,03	0,00	0,00	0,09	0,06	0,01	0,00	0,03	0,060
Sept	0,05	0,00	0,00	0,01	0,03	0,14	0,03	0,00	0,01	0,01	0,023
Okt	0,47	0,25	0,05	0,01	0,04	1,30	0,11	0,13	0,07	0,01	0,243
Nop	1,41	0,72	0,08	0,05	0,08	1,00	1,09	0,11	0,11	0,05	0,470
Des	1,22	1,37	0,11	0,03	0,11	1,53	2,38	0,12	0,16	0,13	0,742
Rata- rata	0,77	0,65	0,06	0,05	0,06	0,88	1,16	0,10	0,09	0,05	0,467

Sumber: Hasil analisis data curah hujan

(2). Curah hujan di daerah tangkapan Danau Buyan berupa limpasan

Air limpasan merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau, dan lautan. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk ke dalam tubuh tanah atau air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah menuju tempat yang lebih rendah. Ada juga sebagian air hujan yang masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh air tersebut ke luar ke permukaan tanah lagi lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Sebelum air dapat

mengalir di atas permukaan tanah, curah hujan tersebut terlebih dahulu harus melalui berbagai proses, seperti: evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan berbagai bentuk alih cekungan tanah dan bentuk pencampuran air lainnya.

Daerah tangkapan hujan Danau Buyan tidak terdapat sungai, sehingga danau Buyan dalam hal ini sebagai tempat penampungan air hujan yang datang dari daerah tangkapan hujan. Data mengenai besarnya debit air hujan yang masuk ke danau Buyan tidak tersedia, namun demikian ada cara untuk menghitung besarnya air limpasan dengan metode perhitungan Thorwath Waite- Mather untuk lebih jelasnya tentang data Debit limpasan bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Debit Limpasan m<sup>3</sup>/detik Rata-Rata di Daerah Penelitian Dari Tahun 1999 – 2008 Dalam

Tahun Bulan	Debit Limpasan m <sup>3</sup> /detik										Rata- rata
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Jan	2,65	4,44	0,71	3,90	3,57	0,74	0,74	4,35	2,87	3,00	2,70
Feb	2,85	4,51	2,29	2,97	3,53	0,97	3,53	4,35	2,89	3,88	3,18
Mar	1,84	2,09	0,47	3,11	2,80	0,23	1,54	2,57	2,74	2,73	2,01
Apr	1,60	1,66	2,74	1,52	1,75	0,13	1,37	1,75	2,86	1,56	1,70
Mei	0,77	0,80	1,59	0,78	0,53	0,58	1,06	0,85	0,55	0,95	0,85
Juni	0,44	0,41	1,00	0,15	0,16	0,78	0,94	0,17	0,71	0,46	0,52
Juli	0,19	0,20	0,80	0,10	0,83	0,58	0,77	0,84	0,35	0,26	0,49
agust	0,12	0,10	0,44	0,04	1,83	0,78	0,19	0,17	0,18	0,16	0,40
Sept	0,07	0,05	0,46	1,30	0,89	1,58	0,59	0,05	0,81	0,14	0,59
Okt	0,07	0,03	0,17	2,48	2,77	4,92	0,48	0,10	0,08	0,85	1,20
Nop	0,38	0,01	0,77	4,16	2,86	6,25	1,92	0,58	1,04	1,53	1,95
Des	1,36	0,25	1,72	3,53	0,95	4,71	1,07	0,11	2,05	0,36	1,61
Rata- rata	1,02	1,22	1,10	2,00	1,87	1,86	1,18	1,32	1,43	1,32	1,43

Sumber: Hasil analisis data limpasan

### Rembesan ( *Spring* )

Rembesan merupakan bagian dari proses siklus panjang hidrologi dan sekaligus sebagai mata air permukaan umumnya muncul pada daerah patahan. Sebenarnya rembesan termasuk kategori air tanah dalam (*deep ground water*) atau akifer tertekan (*pressure akuifer*), sehingga airnya menyebar ke permukaan.

Pada daerah penelitian tidak terdapat spring. Rembesan termasuk dalam parameter imbalan pada bagian masukan (*input*), sebagai bagian dari imbalan air tentunya harus diukur debitnya, akan tetapi di danau Buyan tidak ada sama sekali rembesan dari luar DAS sehingga rembesan danau hal ini dianggap nol ( Todd, 1959 ).

### Kondisi Output Air Danau Evaporasi Air Bebas

Ada beberapa bentuk pengeluaran air danau (*output*) yang mengakibatkan adanya

perubahan tinggi muka air danau seperti: adanya evaporasi air bebas dari permukaan tubuh danau, penggunaan air untuk konsumsi, pertanian, dan keluarnya air danau melalui celah-celah batuan menjadi mata air di tempat lain. Evaporasi air bebas merupakan proses fisis di mata air dalam bentuk cair atau padat yang ada di permukaan tanah, dalam tanah, di permukaan tumbuhan dan pada badan-badan air berubah menjadi uap air di kembalikan ke atmosfer. Jumlah air danau yang terevaporasi di pengaruhi oleh faktor geografis. Faktor meteorologis adalah faktor yang di pengaruhi oleh faktor iklim dan faktor geografis ditentukan oleh tempat, luas dan ketinggian.

Jumlah air yang terevaporasi dalam penelitian ini diperoleh dari data yang ada pada stasiun meteorologi Candi Kuning. Tabel 3 merupakan hasil analisis dari luas permukaan Danau Buyan dengan tebalnya evaporasi air bebas.

Tabel 3. Data Debit Evaporasi Air Bebas Rata-Rata di Danau Buyan Dari Tahun 1999 – 2008 Dalam m<sup>3</sup>/detik

Tahun Bulan	Debit Evaporasi Air Bebas m <sup>3</sup> /detik										Rata- rata
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Jan	0,02	0,02	0,03	0,08	0,10	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
Feb	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,46	0,05	0,04	0,04	0,08
Mar	0,03	0,02	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04
Apr	0,04	0,00	0,04	0,03	0,02	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,06
Mei	0,04	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,07	0,04
Juni	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04
Juli	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07	0,03	0,08	0,03	0,02	0,04
agust	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05	0,06	0,08	0,03	0,03	0,03	0,05
Sept	0,06	0,05	0,07	0,03	0,05	0,06	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
Okt	0,04	0,07	0,06	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
Nop	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04
Des	0,03	0,04	0,02	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Rata- rata	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,08	0,04	0,04	0,04	0,05

Sumber: Hasil analisis data evaporasi air bebas

#### Pemanfaatan Air Danau Buyan

Dari hasil pengamatan di lapangan air Danau Buyan tidak dimanfaatkan oleh PDAM Kabupaten Buleleng. Namun air danau tersebut di manfaatkan oleh masyarakat Desa Pancasari dengan menggunakan pompa sebesar 500 m / hari atau 0,00579 m<sup>3</sup>/detik untuk 200 kepala keluarga sejak tahun 2000. Pada tahun 2003 masyarakat Desa Pancasari bagian atas ikut juga mengambil air Danau Buyan dengan cara memompa pula, besarnya air yang di ambil adalah 750 m<sup>3</sup>/detik untuk 300 kepala keluarga.

Kebutuhan air irigasi (menyiram tanaman sayur-sayuran

dan jeruk) oleh masyarakat setempat (Desa Pancasari) dengan cara membuat sumur. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan di Desa Pancasari terdapat tiga sumur gali yang digunakan untuk konsumsi di rumah tangga dan menyiram tanaman. Berdasarkan hasil analisa terhadap penggunaan air sumur di Desa Pancasari atau di kawasan danau Buyan yang digunakan oleh 30 kepala keluarga dan rata-rata tiap 1 kepala keluarga terdapat 4 orang. Penduduk di kawasan Danau Buyan rata-rata tiap harinya menggunakan air sumur 35 liter/ hari/orang. Untuk lebih jelasnya rincian penggunaan air sumur bisa dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 4. Perincian Penggunaan Air Sumur Untuk Rumah Tangga Dan Pertanian di Sekitar Danau Buyan ( m<sup>3</sup>/ bulan)

	Jumlah KK (orang)	Konsumsi ( m <sup>3</sup> )	Luas Lahan ha	Keperluan air pertanian (m <sup>3</sup> )	Jumlah Total (m <sup>3</sup> )
Jumlah	30	31,5	937,36	243,89	266,39
Rata-rata	4	1,05	31,25	250,59	8,88

Sumber : Hasil Perhitungan data Primer, Tahun 2008

Tabel 5. Penggunaan Riil Air Sumur Di Sekitar Danau Buyan ( m<sup>3</sup>/ bulan)

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
K	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
P	0	0	0	0	0	117	250	307	400	260	0	0
J	126	126	126	126	126	243	376	433	526	386	126	126

Sumber : Hasil Perhitungan Data Primer Tahun 2006

Keterangan :

K = Konsumsi

P = Pertanian

J = Jumlah

Kawasan Danau Buyan penyiraman kebun dilakukan mulai bulan Juni sampai Oktober. Hal ini disebabkan pada bulan-bulan tersebut curah hujan sedikit, sehingga diperlukan penyiraman tanaman.

#### Perubahan Timbunan Air (▲S)

Air Hujan yang jatuh di daerah penelitian akan mengalami berbagai peristiwa seperti: penguapan, meresap ke dalam tanah dan sisanya menjadi aliran di atas permukaan tanah melalui saluran-saluran kecil. Aliran tersebut akhirnya masuk ke danau dan merupakan fungsi sebagai pengaliran masuk dari danau. Sedangkan air yang ada di danau mengalami penguapan dan pengambilan oleh masyarakat

setempat untuk keperluan domestik, proses ini merupakan fungsi sebagai pengeluaran. Peristiwa perbedaan volume air yang tertampung di danau setelah mengalami peristiwa di atas dari suatu waktu ke waktu berikutnya disebut dengan perubahan timbunan air danau (▲S).

Nilai dari perubahan timbunan air dapat positif dan dapat negatif, perubahan timbunan air positif apabila volume suatu waktu lebih kecil dari volume berikutnya, perubahan timbunan dikatakan negatif apabila volume suatu waktu lebih besar dari volume berikutnya. Hasil analisis perubahan timbunan air Danau Buyan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Debit Timbunan Air Danau Buyan Dari Tahun 1999 – 2008 Dalam m<sup>3</sup>/detik

Tahun Bulan	Data Debit Timbunan Air Danau Tamblingan (m <sup>3</sup> /detik)									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	0,06	0,20	0,06	0,21	0,16	0,02	0,20	0,01	0,00	0,12
Feb	0,04	0,18	0,08	0,36	0,16	-1,19	0,18	0,04	0,00	0,36
Mar	-0,02	0,10	0,43	0,07	0,10	0,00	0,10	0,02	0,00	0,18
Apr	-0,08	0,07	0,00	0,32	0,06	0,03	0,07	0,01	-0,01	-0,09
Mei	-0,06	-0,09	0,00	0,01	0,00	0,27	-0,09	-0,07	-0,01	-0,07
Juni	0,00	-0,10	0,00	-0,04	-0,05	-0,38	-0,13	-0,13	-0,01	-0,01
Juli	0,00	-0,14	0,00	-0,10	-0,50	-0,08	-0,27	-0,14	-0,02	-0,01
agust	-0,11	-0,27	0,00	-0,09	-0,19	-0,16	-0,12	-0,09	0,00	-0,01
Sept	-0,08	-0,15	0,00	-0,03	0,54	-0,08	-0,13	-0,14	-0,02	-0,01
Okt	-0,06	-0,04	0,00	-0,02	-0,02	0,01	-0,09	-0,01	-0,01	-0,01
Nop	0,08	0,45	0,00	-0,10	0,08	0,24	-0,01	0,04	0,00	0,00
Des	0,23	-0,50	-0,40	-0,84	0,04	-0,44	0,01	0,00	0,08	0,00
Rata-rata	0,00	0,02	-0,02	-0,02	0,03	-0,15	-0,04	-0,05	0,00	0,63

Sumber: Hasil analisis data volume air danau

## PEMBAHASAN

Hujan merupakan air yang jatuh sampai ke permukaan bumi besarnya curah hujan yang jatuh di permukaan Danau Buyan mempengaruhi besarnya perubahan volume air danau. Berdasarkan hasil analisis curah hujan di daerah penelitian dengan menggunakan metode Poligon Thessien, maka curah hujan rata-rata bulan tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 516 mm dan terendah pada bulan September sebesar 25 mm dan rata-rata tahunan sebesar 229 mm.

Mengenai debit curah hujan rata-rata bulan tertinggi terjadi pada bulan Februari sebesar  $1,025 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan terendah pada bulan September sebesar  $0,023 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Untuk rata-rata tahunan sebesar  $0,50 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Kalau diperhatikan data curah hujan selama 10 tahun (1999 – 2008) kecenderungan terjadi penurunan ketebalan curah hujan sekitar 100 mm pertahun. Ini pertanda bahwa input yang masuk ke Danau Buyan berkurang secara signifikan berimplikasi kepada penyusutan air danau. Selain ketebalan curah hujan menurun hal serupa juga terjadi pada jumlah hari hujan rata-ratanya juga menurun dari 26 hari menjadi 21 hari, ini berarti terjadi rata-rata 5 hari berkurang.

Tingginya curah hujan rata-rata bulan Januari di daerah penelitian disebabkan oleh kondisi iklim, letak lintang, dan ketinggian tempat daerah bersangkutan. Selain itu juga pada bulan Januari yang curah hujan di daerah Bali pada umumnya paling lebat. Sedangkan curah hujan terendah rata bulan September, hal ini disebabkan pada bulan tersebut merupakan musim kemarau dan mengalami proses radiasi matahari yang paling panjang bila dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Mengenai debit terendah tetap pada bulan

September sesuai dengan rendahnya curah hujan pada bulan tersebut.

Limpasan (*run off*) merupakan sebagian air hujan yang jatuh di permukaan tanah dan terbentuk aliran setelah mengalami peresapan. Limpasan dalam hal ini merupakan salah satu komponen inflow dalam perhitungan keseimbangan air. Menurut Seyhan (1997) limpasan dipengaruhi oleh lereng DAS, tekstur tanah, kandungan air dalam tanah, tingkat kekasaran permukaan tanah, dan vegetasi.

Untuk menganalisa limpasan di daerah penelitian menggunakan metode Thornth Waite-Mather. Metode tersebut membutuhkan data curah hujan wilayah bulanan, evapotranspirasi bulanan, *water holding capacity* di daerah penelitian. Berdasarkan hasil analisis diperoleh debit rata-rata bulanan tertinggi untuk Danau Buyan terbesar terjadi pada bulan Februari sebesar  $1,49473 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan rata-rata terendah bulan September sebesar  $0,0466 \text{ m}^3/\text{dt}$ , dan rata-rata tahunan sebesar  $0,75698 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Besarnya nilai limpasan tergantung kepada tebalnya curah hujan yang terjadi pada daerah penelitian dan juga tergantung pada jumlah hari hujan. Limpasan juga termasuk variabel input dari keseimbangan air, sehingga variabel tersebut secara otomatis mempengaruhi penyusutan air Danau Buyan. Berdasarkan tabel perhitungan diperoleh bahwa kecendrungan debit limpasan sangat bervariasi secara ekstrim. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi curah hujan wilayah dan luas daerah tangkapan.

Evaporasi air bebas dalam formula keseimbangan air termasuk variabel output, sehingga variabel tersebut dalam penelitian ini menyebabkan terjadinya penyusutan

air danau. evaporasi air bebas merupakan proses fisis, dimana air dalam bentuk cair atau padat berubah menjadi uap air dikembalikan ke atmosfer.

Berdasarkan Tabel 3 yang merupakan hasil pengolahan data sekunder yang berasal dari stasiun Candi Kuning menjadi data debit. Ternyata hasilnya menunjukkan terjadi peningkatan rata-rata jumlah evaporasi air bebas sebesar  $0,00124 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Itu berarti pengurangan volume Danau Buyan sebesar  $0,00124 \text{ m}^3/\text{dt}$  tiap tahunnya, sehingga terjadilah penyusutan air danau secara alami. Meningkatkan kuantitas evaporasi air bebas yang berimplikasi kepada terjadinya penyusutan air danau.

Pemanfaatan air Danau Buyan oleh masyarakat sekitarnya nampaknya terjadi peningkatan dari tahun ke tahun. Sebelum tahun 2000 masyarakat sekitar danau hanya menggunakan air sumur gali untuk konsumsi sebesar  $31,5 \text{ m}^3/\text{bulan}$  atau  $1,05 \text{ m}^3/\text{dt}$  berdasarkan reratanya dan untuk keperluan pertanian sebesar  $243,89 \text{ m}^3$  atau reratanya  $250,59 \text{ m}^3/\text{dt}$ , sehingga jumlah air yang di manfaatkan perhari secara keseluruhan adalah sebesar  $266,39 \text{ m}^3/\text{bulan}$ .

Setelah tahun 2000 Desa Pancasari memanfaatkan air danau untuk keperluan konsumsi dan pertanian dengan cara pemompaan sebesar  $500 \text{ m}^3/\text{hari}$  untuk 200 kepala keluarga. Pada tahun 2003 masyarakat Pancasari juga ikut mengambil air sebesar  $750 \text{ m}^3/\text{hari}$  untuk 300 kepala keluarga. Dengan demikian pemanfaatan air danau oleh masyarakat juga ikut menyebabkan terjadinya penyusutan air Danau Buyan.

Penentuan debit perubahan timbunan air ini didasarkan atas perubahan volume dari bulan ke bulan berikutnya dibagi jumlah detik dalam bulan bersangkutan. Berdasarkan hasil perhitungan

tersebut ternyata perubahan timbunan air di danau Buyan kecenderungannya negatif, bila dibandingkan dengan positif. Ini pertanda bahwa terjadi penurunan volume air dari tahun ke tahun dan mengarah ke tingkat kritis. Selain itu faktor curah hujan dan limpasan yang masuk ke danau sangat menentukan sekali kenaikan timbunan air danau, karena kedua parameter tersebut merupakan *inflow* bagi danau. Kenyataannya yang terjadi lima tahun terakhir ini menunjukkan parameter curah hujan mengalami penurunan ketebalan maupun jumlah hari hujan, jadi signifikan dengan negatifnya nilai timbunan air.

Berdasarkan hasil perhitungan imbangan air Danau Buyan menunjukkan bahwa kehilangan air lewat rembesan ke luar danau masih sangat besar, itu pertanda pada tebing-tebing danau banyak terdapat rekahan-rekahan atau rongga-rongga sehingga banyak air bisa lolos ke luar tubuh danau. Rembesan terbesar terjadi pada bulan Februari tahun 2005 sebesar  $6,06791 \text{ m}^3/\text{detik}$ , rembesan terkecil terjadi pada bulan Oktober tahun 2002 sebesar  $0,00041 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan rata-ratanya sebesar  $0,24022 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Rembesan terbesar yang terjadi pada bulan Februari tersebut seiring dengan maksimalnya curah hujan pada saat itu selama kurun waktu 10 tahun dan juga limpasan terbesar terjadi saat itu. Ada kecenderungan dari sifat tebing danau jika muka air bertambah tinggi maka air yang keluar danau makin besar itu berarti sifat batuan yang mengitari danau Buyan sangat foros atau mudah meloloskan air terutama pada formasi batuan bagian atasnya. Hal yang lain juga disebabkan oleh tidak jenuhnya formasi batuan tersebut oleh air sehingga air mudah lolos.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dapat ditarik tiga buah kesimpulan sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan dari penelitian ini, antara lain:

- 1). *Inflow* yang masuk danau Buyan terdiri dari: Debit curah hujan rata-rata bulan tertinggi terjadi pada bulan Februari sebesar 1,29 m<sup>3</sup>/dt dan terendah pada bulan September sebesar 0,04 m<sup>3</sup>/dt. Untuk rata-rata tahunan sebesar 0,50 m<sup>3</sup>/dt. Sedangkan hasil analisis limpasan diperoleh debit rata-rata bulanan tertinggi untuk Danau Buyan terbesar terjadi pada bulan Februari sebesar 1,49473 m<sup>3</sup>/dt dan rata-rata terendah bulan September sebesar 0,0466 m<sup>3</sup>/dt, serta rata-rata tahunan sebesar 0,75698 m<sup>3</sup>/dt.
- 2). *Outflow* yang keluar dari danau adalah evaporasi air bebas sebesar 0,00124 m<sup>3</sup>/dt, jumlah air yang di dimanfaatkan perhari secara keseluruhan adalah sebesar 266,39 m<sup>3</sup>/bulan dan Desa Pancasari memanfaatkan air danau untuk keperluan konsumsi dan pertanian dengan cara pemompaan sebesar 500 m<sup>3</sup>/hari untuk 200 kepala keluarga. Pada tahun 2003 masyarakat Pancasari juga ikut mengambil air sebesar 750 m<sup>3</sup>/hari untuk 300 kepala keluarga.
- 3). *Storage* air di danau Buyan kecenderungannya negatif, bila dibandingkan dengan positif. Ini pertanda bahwa terjadi penurunan volume air dari tahun ke tahun dan mengarah ke tingkat kritis. Imbangan air danau Buyan berfungsi untuk mengetahui rembesan yang ke luar terbesar terjadi pada bulan Februari tahun 2006 sebesar 6,06791 m<sup>3</sup>/detik, rembesan terkecil terjadi pada bulan Oktober tahun 2003 sebesar

0,00041 m<sup>3</sup>/detik dan rata-ratanya sebesar 0,24022 m<sup>3</sup>/detik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, Dewa Made. 2004. Keseimbangan Air Danau Buyan Dan Kebutuhan Air Bagi Masyarakat Di Sekitar Desa Pancasari, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. *Laporan Penelitian*. IKIP Negeri Singaraja
- Bapedal. 1999. *Norma Dan Program Danau Lestari* Dati I BALI. Denpasar : Bapedal
- Ejasta, K.M. 2005. Karakteristik Sumberdaya Air Pemanfaatan dan Permasalahannya *Media Komunikasi Geografi Vol.2 No 2(59-65)* Jurusan Pendidikan Geografi, IKIP Negeri Singaraja.
- Ersyn Seyhan. 1977. *Fundamentals of Hydrology*. Geografish Institute. Rijksuniversiteit Utrecht. Netherlands
- Linsley, R.K. 1975. *Australia Hydrology*. New Delhi: McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- Soerwarno. 2000. *Hidrologi Operasional*. Bandung ; PT. Citra Aditya Bakti
- Todd, R.K. 1959. *Ground Water Hydrology*. New York. The Mc-Mill and Company.