

KAJIAN KONDISI BIOFISIK DAERAH TANGKAPAN AIR POTENSI DAN PEMANFAATAN WADUK BENANGA DI WILAYAH KOTA SAMARINDA

Diyat Susrini Widayanti, ST. Msi.¹⁾ Ir. Kumarul Zaman, Msi.²⁾ dan Ir. Eko Wahyudi, M.Tech.³⁾
^{1,2,3} Anggota HATHI Kalimantan Timur

Abstract

Benanga Dam is located in North Samarinda District, Samarinda City. Karangmumus sub-basin river area $\pm 317,39 \text{ km}^2$ and catchment area Benanga (Lempake) reaches $\pm 191,5 \text{ km}^2$. Administratively, the water catchment area is located in Muara Badak Subdistrict and North Samarinda District. Changes in hydrological conditions upstream of Benanga Dam have a major influence on changes in surface runoff in the Karangmumus Sub basin river. Long term consideration of the need for clean water as well as the impact of land clearance on increased sedimentation quantity and flood frequency downstream, especially Samarinda City. The width of the current puddle in Benanga Dam is $\pm 11 \text{ Ha}$, while the remaining $\pm 148 \text{ Ha}$ is covered with weeds (total area of inundation $\pm 159 \text{ Ha}$). Changes in land functions upstream of the Karangmumus Sub-Basin river due to coal mining activities, agricultural cultivation and land clearing for other land uses will open up land cover and increase soil surface erosion that potentially increases sedimentation and dam retreading. This study to analyze (i) Biophysical Conditions of the catchment areas, (ii) Dependable Flow in Karangmumus River basin, (iii) Availability of Water and Water Requirement and (iv) Projection of the Reliability of Benanga Dam to meet Water Requirement up to 2035 in North Samarinda District. The research was conducted in the catchment area of Benanga Dam and Benanga Dam. The research method used digital image analysis and GIS method to answer the first goal, Water balance analysis to answer the second and third objectives, projection analysis to answer the fourth goal. Data collected form of primary data in the form of field survey, interview and secondary data from related institutions that support this research. From the analysis resault, it is known that catchment area of Benanga Dam has a significant change of land on the use of plantation, mining and residential land. The amount of water availability of Benanga Dam is : $0,039-3,553 \text{ m}^3/\text{s}$ (average $1,274 \text{ m}^3/\text{s}$) for 80% (Q_{80}) and $0,21-2,36 \text{ m}^3/\text{s}$ (average $1,40 \text{ m}^3/\text{s}$) of 90% mainstay discharge (Q_{90}). The utilization of Benanga Dam in domestic water supply and irrigation water demand in 2010 is $0.914 \text{ m}^3/\text{s}$ and the projection up to year 2035 is $1,1223 \text{ m}^3/\text{s}$

Keywords : Bio Physical Condition of Water Catchment, Water Demand, Water Supply, Water Balance

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Waduk Benanga berada dalam wilayah administrasi Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. Waduk Benanga merupakan bagian Sub DAS Karangmumus, Sub DAS Karangmumus bagian dari DAS Mahakam. Luas Sub DAS Karangmumus $\pm 317,39 \text{ Km}^2$, dari luasan Sub DAS Mahakam merupakan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Benanga mencapai $\pm 191,5 \text{ Km}^2$. Secara administratif DTA Waduk Benanga terletak sebagian kecil di Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kertanegara dan sebagian besar berada di Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda. Perubahan

kondisi biofisik di daerah hulu Waduk Benanga mempunyai pengaruh besar pada perubahan limpasan air permukaan di Sub DAS Karangmumus. Pertimbangan jangka panjang akan kebutuhan air baku untuk irigasi dan air bersih serta dampak pembukaan lahan terhadap peningkatan laju sedimentasi dan frekuensi banjir dibagian hilir, khususnya Kota Samarinda, maka perlu upaya pengelolaan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Benanga secara terpadu. Luas total genangan waduk Benanga saat ini $\pm 159 \text{ Ha}$, dengan luas genangan berair $\pm 11 \text{ Ha}$, sedangkan sisanya $\pm 148 \text{ Ha}$ ditumbuhi tanaman air (gulma). Alih fungsi lahan di daerah hulu Sub DAS Karangmumus akibat adanya aktifitas pertambangan batubara, budidaya pertanian



dan pembukaan lahan untuk peruntukan permukiman dan lainnya, akan membuka tutupan lahan dan meningkatkan laju erosi permukaan tanah yang berpotensi meningkatkan laju sedimentasi dan pendangkalan waduk.

Waduk Benanga, dengan bendung yang dibangun pada tahun 1978, dimana awalnya waduk ini diperuntukan bagi pengembangan irigasi sederhana. Waduk Benanga dibangun dengan tujuan untuk menampung dan menaikan muka air sungai Karangmumus, sehingga dapat mensuplai kebutuhan air irigasi seluas 350 Ha di daerah hilir Waduk Benanga. Untuk keperluan suplai air irigasi bendungan Benanga dilengkapi dengan pintu pengambilan yang berada di sisi kanan pelimpah utama. Pada tahun 1998 tanggal 28 bulan Juli tanggul bendungan Benanga jebol/runtuh sepanjang kurang lebih 20 meter yang disebabkan oleh limpasan di puncak tanggul (overtopping). Dari kejadian tersebut dapat diindikasikan bahwa Waduk Benanga mempunyai potensi air yang sangat besar sampai tidak mampu lagi menampung besarnya air yang masuk ke Waduk Benanga (*DED Pengendalian Banjir Sungai Karangmumus Atas (Lempake)*).

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang seperti diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi biologi fisik (biofisik) DTA Waduk Benanga?
2. Berapa besar debit andalan/ketersediaan air sungai Karangmumus yang masuk ke Waduk Benang?
3. Bagaimana kebutuhan air dan pemanfaatannya dalam memenuhi kebutuhan air baku domestik dan irigasi ?
4. Bagaimana proyeksi Waduk Benanga dalam mensuplai kebutuhan air baku domestik dan kebutuhan irigasi sampai dengan tahun 2035 di Kecamatan Mandau Utara?

Tujuan Pustaka

Daerah Tangkapan Air (DTA)

Daerah tangkapan air (DTA)/*catchment area* merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat

merupakan pemisah topografis yang dapat berupa punggung-punggung bukit atau gunung dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. DTA dapat dikatakan menjadi suatu ekosistem dimana terdapat banyak aliran sungai, daerah hutan dan komponen penyusun ekosistem lainnya termasuk sumber daya alam. Komponen yang terpenting adalah air, yang merupakan zat cair yang terdapat di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. DTA erat kaitannya dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) dalam (Irnad, 2011).

2) Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai yang biasa disingkat dengan DAS dalam beberapa literatur menggunakan istilah yang berbeda dan arti yang sama, diantaranya menggunakan istilah : *watershed*, *river basin*, *catchment* atau *drainage basin*. Istilah *watershed* biasanya dihubungkan dengan batas aliran, sedang istilah *river basin*, *catchment* atau *drainage basin* dikaitkan dengan daerah aliran. Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2007).

DAS merupakan suatu sistem dinamis dengan karakteristik yang spesifik dan ditentukan oleh ruang, luas, bentuk, ketercapaian dan lintasannya. Karakter tersebut sangat terkait dengan masyarakat yang bermukim di sekitar sungai. Olehnya itu, tataguna daerah aliran sungai harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan kerugian dan degradasi akibat persaingan kepentingan. Asdak (2007) menyatakan tujuan dari pengelolaan DAS adalah melakukan pengelolaan sumberdaya alam secara rasional supaya dapat dimanfaatkan secara maksimum lestari dan berkelanjutan sehingga dapat diperoleh kondisi tata air yang baik.

Lebih lanjut menurut Asdak (2007) Dalam setiap aktifitas perencanaan dan pelaksanaan kegiatan di dalam sistem DAS, sangat diperlukan indikator yang mampu digunakan untuk menilai apakah pelaksanaan kegiatan tersebut telah berjalan sesuai dengan

perencanaan atau belum. Indikator yang dimaksud adalah indikator yang dengan mudah dapat dilihat oleh seluruh masyarakat luas sehingga dapat digunakan peringatan awal dalam pelaksanaan kegiatan. dengan demikian pengelolaan daerah aliran sungai selain mempertimbangkan aspek teknis juga harus mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, budaya dan kelembagaan.

3) Konsep Hidrologi, Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air

a) Konsep Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, gas, padat) pada, dalam dan diatas permukaan tanah. Termasuk didalamnya adalah penyebaran, daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimianya, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri (Asdak, 2007).

Lebih lanjut menurut Asdak (2007) proses siklus air pada suatu daerah untuk periode tertentu terdapat hubungan keseimbangan antara aliran masuk (*inflow*) dan aliran keluar (*outflow*). Hubungan keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air disebut neraca air (*water balance*).

b) Ketersediaan Air

Pengkiraan tentang ketersediaan air sangat penting untuk mengetahui potensial air pada suatu DAS, baik untuk tujuan khusus seperti pembuatan bendungan, keperluan pembangkit listrik atau keperluan irigasi, maupun untuk tujuan yang lebih umum seperti pembuatan *master plan* konservasi sumber daya air (Triatmodjo, 2008).

Lebih lanjut menurut Triatmodjo (2008) ketersediaan tersebut tidak akan pernah terwujud jika air yang diperlukan tidak tersedia atau tidak mencukupi. Oleh Karena itu masalah siklus hidrologi tempat air berada pada suatu mata rantai yang terus berputar tanpa henti harus dipahami terlebih dahulu.

Lebih lanjut menurut Soemarto (1986) ketersediaan air atau debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk keperluan tertentu (seperti irigasi, air minum, PLTA dan lain-lain) sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan.

Tabel 1. Besarnya keandalan debit untuk berbagai keperluan

Kebutuhan	Debit Andalan (%)
Air Minum	99
Air Irigasi	95 – 98
Air Irigasi Daerah beriklim setengah lembab	70 – 85
Air irigasi Daerah beriklim kering	80 – 95
Pembangkit Listrik Tenaga Air	85 – 90

Sumber : Soemarto, 1986

c) Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk adalah perhitungan jumlah penduduk di masa yang akan datang berdasarkan asumsi perkembangan kelahiran, kematian dan migrasi. (Triatmodjo, 2008)

Rumus proyeksi geometris adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Keterangan:

P_n = penduduk pada tahun n

P_o = penduduk pada tahun awal

1 = angka konstanta

r = angka pertumbuhan penduduk (dalam persen)

n = jumlah rentang tahun dari awal hingga tahun n

d) Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah jumlah kehilangan air dari suatu daerah akibat penguapan yang meliputi penguapan air bebas (*evaporasi*) dan penguapan melalui tanaman (*transpirasi*). Besarnya *evapotranspirasi* tergantung dari kondisi iklim daerah masing-masing bersangkutan. (Triatmodjo, 2008)

e) Kebutuhan Air

Kebutuhan air (*Water Demand*) jumlah air yang dipakai konsumen persatuan waktu pada tingkat tertentu, sedangkan pemakaian air (*water use*) adalah jumlah air yang diperlukan untuk mencapai sasaran. (Triatmodjo, 2008).

Triatmodjo (2008) menyatakan bahwa kebutuhan air meliputi : kebutuhan air untuk domestik dan kebutuhan air untuk non domestik, industri, pemeliharaan sungai, perikanan, peternakan, dan irigasi. Kebutuhan domestik didefinisikan sebagai kebutuhan rumah tangga sedangkan non domestik meliputi kebutuhan air untuk niaga, pemerintahan, pemadam kebakaran, pendidikan, rumah sakit, pariwisata,



industri kecil, dan sebagainya. Kebutuhan air dihitung untuk kondisi saat ini dan prediksi dengan kelipatan lima tahun.

4) Konservasi Tanah dan Air

Pendekatan dasar dalam konservasi tanah dan air adalah (Suripin, 2002) :

- Menyediakan penutup tanah dengan tanaman atau mulsa agar tanah terlindung dari pukulan hujan langsung;
- Memperbaiki dan menjaga kondisi tanah agar tanah tahan terhadap penghancuran dan pengangkutan, serta meningkatkan kapasitas infiltrasi;
- Mengatur aliran air permukaan sedemikian rupa sehingga mengalir dengan energi yang tidak merusak, dengan cara mengurangi aliran permukaan, menahan aliran permukaan, dan mengendalikan aliran permukaan;
- Meningkatkan efisiensi penggunaan air;
- Menjaga kualitas air;
- Mendaur ulang air.

5) Penggunaan Lahan dan Vegetasi

Menurut Suripin (2002) fungsi DAS merupakan fungsi gabungan dari faktor vegetasi, bentuk wilayah (topografi), tanah, dan manusia. Komponen hidrologi yang terkena dampak kegiatan pembangunan di dalam DAS meliputi koefisien aliran permukaan, koefisien regim sungai, nisbah debit maksimum dan minimum, kadar lumpur atau kandungan sedimen layang sungai, lokasi banjir, dan periode banjir, serta keadaan air.

Waduk merupakan bangunan struktur penampung air yang dibuat pada tempat tertentu di alur sungai. Waduk dibangun untuk menampung air pada periode kelebihan air (musim hujan) dan dipakai pada saat kekurangan air (musim kemarau). Melalui pembangunan waduk diharapkan dapat mencegah terjadi banjir saat air berlebih dan mengantisipasi krisis air saat kekurangan (Suripin, 2002)

Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Mengetahui kondisi saat ini biofisik DTA Waduk Benanga;

- Mengetahui debit andalan/ketersediaan air air sungai Karangmumus yang masuk ke Waduk Benanga;
- Mengetahui kebutuhan air dan pemanfaatannya dalam memenuhi kebutuhan air baku domestik dan irigasi;
- Mengetahui proyeksi waduk Benanga dalam mensuplai kebutuhan air baku domestik dan kebutuhan irigasi sampai tahun 2035 di Kecamatan Samarinda Utara.

Manfaat dari hasil penelitian ini antara lain:

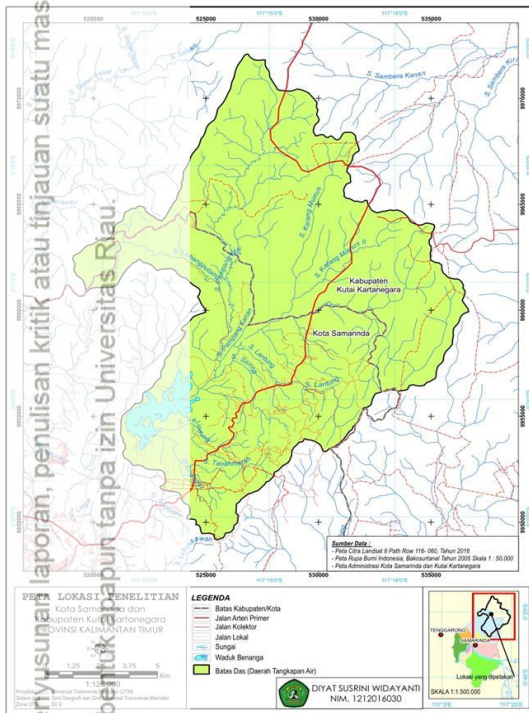
- Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai informasi kondisi biofisik aktual DTA Waduk Benanga, potensi sumber air dan pemanfaatan dalam mensuplai kebutuhan air baku (domestik) dan irigasi melalui rencana alokasi air dan neraca air Waduk Benanga.
- Sebagai rujukan dan rekomendasi pemanfaatan sumber daya air, dan solusi pengelolaan sumber daya air DTA Waduk Benanga.

2. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian tesis ini dilakukan pada DTA Waduk Benanga di Kelurahan Lempake Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda dan Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kertanegara. Waktu yang diperlukan dalam penelitian ini selama ± 6 bulan.

Secara geografis letak lokasi Waduk Benanga terletak antara 00o24'31,99" LS dan 117o11'33,630" BT. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1. Peta Lokasi Penelitian, berikut ini :



Gbr.1. Peta lokasi penelitian

2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan Penelitian :

Peta Dasar dan Peta Tematik, Peta Tutupan Lahan, Peta Topografi, Peta Kemiringan/Kelas Lereng, Peta Geologi, Peta Jenis Tanah dan Peta Hidrologi/Jaringan Sungai, Peta Lokasi Penelitian;

Data Citra Satelit Landsat path row 116-060 tahun 2016;

Peta Rupa Bumi 1991 Lembar Muara Badak 1915-42, Lembar Air Putih 1915-41, Lembar Samarinda 1915-13;

Data Hujan dan Klimatologi Stasiun Hujan Temindung Tahun 1991-2015;

Data jumlah penduduk Kecamatan Samarinda Utara dalam angka (BPS Kota Samarinda, 2005- 2015);

Data kapasitas dan tampungan Waduk Benanga.

Alat Penelitian :

Alat Ukur GPS (Global Position System) Garmin 56 CSX untuk menentukan koordinat titik pengukuran;

Alat tulis dan kamera ;

Peralatan Laptop, ARGIS.

3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian sebagai berikut :

Mengidentifikasi permasalahan yang ada di lokasi penelitian

2. Inventarisasi/mengumpulkan dokumen dan data yang berkaitan dengan tujuan penelitian dengan melakukan review literatur, studi-studi terkait dengan penelitian dan tinjauan kepustakaan.
3. Melakukan survei lapangan guna pengumpulan data kondisi eksisting pemanfaatan dan kelestarian Daerah Tangkapan Air Waduk Benanga.
4. Melakukan kompilasi data dan selanjutnya merumuskan metode yang akan digunakan dalam menganalisis data serta informasi hasil penelusuran kepustakaan dan survei lapangan tersebut dengan menggunakan rumus-rumus yang relevan.
5. Melakukan analisis dan pembahasan dengan metode yang telah dirumuskan.
6. Melakukan evaluasi dan finalisasi penelitian.

D. Metode Penelitian

Metode penelitian sebagai berikut :

Data primer diperoleh melalui survey biofisik seperti lokasi wilayah penelitian. Sedangkan untuk peta administrasi, peta topografi, dan tata guna lahan diperoleh dari instansi pemerintah terkait (Dinas Kehutanan Kota Samarinda, Bappeda Kota Samarinda, BPDAS Wilayah Provinsi Kalimantan Timur, Akademisi, Pengelola Air Minum (PDAM), tokoh masyarakat, BWS Kalimantan III Provinsi Kalimantan Timur), Masyarakat sekitar DAS. kemudian dalam penelitian ini juga dibutuhkan data curah hujan dan debit bulanan yang diperoleh melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Temindung Kota Samarinda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kondisi Biofisik DTA

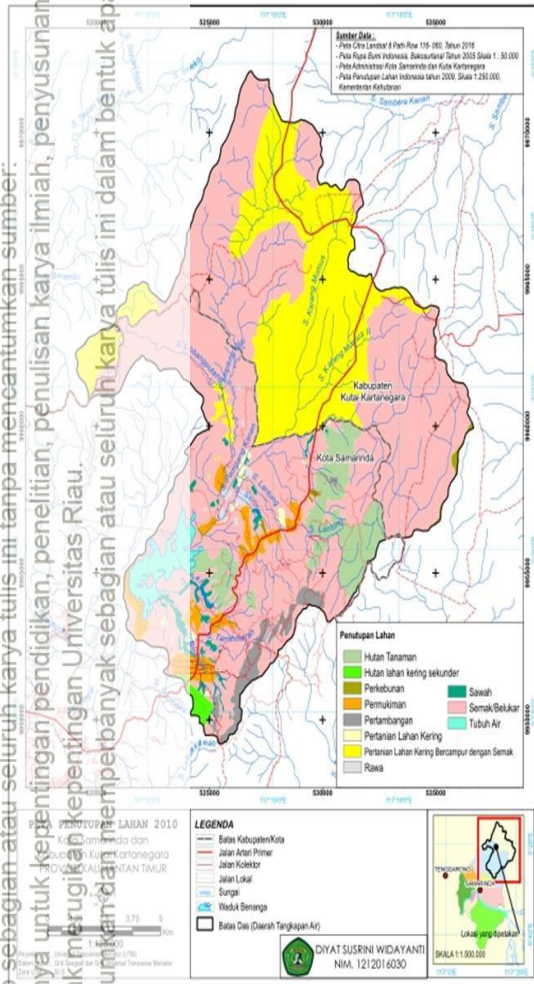
Dari hasil analisis interpretasi peta, kondisi penutupan lahan eksisting DTA Benanga telah mengalami perubahan terutama pada area tutupan lahan hutan tanaman mengalami peningkatan dari $\pm 1.174,68$ Ha menjadi $\pm 3.9823,64$ Ha, pemukiman dari $\pm 582,53$ Ha menjadi $\pm 671,96$ Ha, pertambangan dari area $\pm 378,24$ Ha menjadi $\pm 756,25$ Ha dan area tanah terbuka mengalami menjadi ± 73 Ha. Secara rinci gambaran perubahan kondisi tutupan lahan lokasi penelitian pada tahun 2010 dan tahun 2015 disajikan dalam Tabel 2.

Kondisi Perubahan Penggunaan Tutupan Lahan, berikut ini :

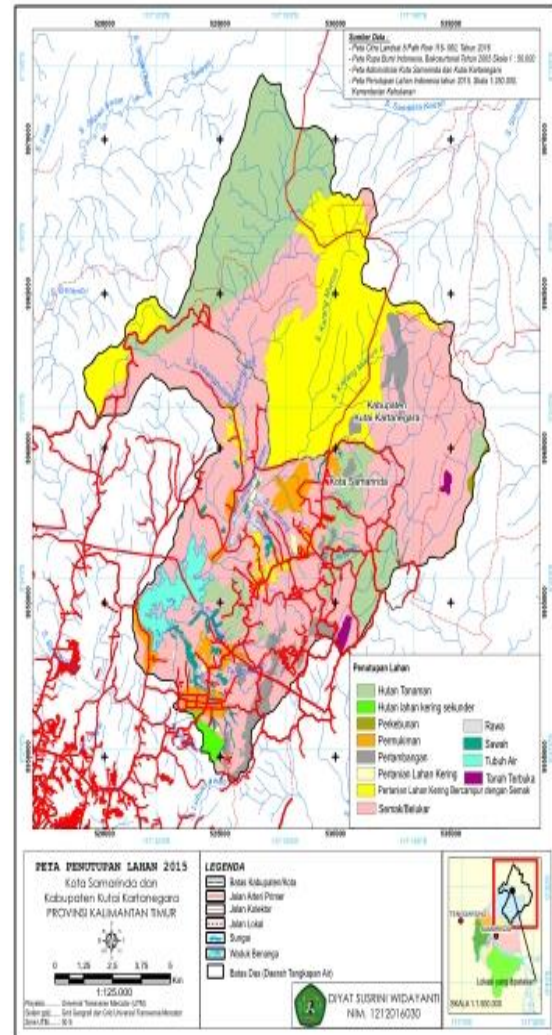
Tabel 2. Kondisi Perubahan Penggunaan Tutupan Lahan

No.	Penggunaan Lahan/Tutupan lahan	Tahun 2010		Tahun 2015		Perubahan (Ha)
		(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	
1	Hutan lahan kering sekunder	97,11	0,51	97,12	0,51	0,01
2	Hutan Tanaman	1.174,68	6,13	3.823,64	20,03	2.648,96
3	Pemukiman	48,69	0,25	48,67	0,26	- 0,01
4	Pertambangan	582,53	3,04	671,96	3,52	89,43
5	Pertambangan	378,24	1,97	756,25	3,96	378,01
6	Pertanian Lahan Kering	81,89	0,43	74,28	0,39	- 7,61
7	Pertanian Lahan Kering Bercampur dengan Semak	4.544,88	23,72	3.837,24	20,11	- 707,64
8	Sawah	66,30	0,35	63,04	0,33	- 3,25
9	Sawah	213,76	1,12	210,73	1,10	- 3,03
10	Semak/Belukar	11.970,78	62,48	9.502,91	49,79	- 2.467,86
11	Tanah Terbuka	-	-	73,00	0,38	73,00
	Jumlah Total	19.158,861	100,000	19.086	100	

Keterangan: (+) = peningkatan luas area; (-) = penurunan luas area



Gbr. 2. Peta Tutupan Lahan Tahun 2010



Gbr.3. Peta Tutupan Lahan Tahun 2015

Kondisi topografi daerah penelitian sebagian besar merupakan daerah relatif datar dengan kemiringan 0-8% yaitu sebesar 65,87% atau seluas $\pm 126,19 \text{ km}^2$. Secara detail kondisi kelas lereng lokasi penelitian seperti tercantum pada Tabel 3. Kelas Lereng Eksisting dan Luasan serta Gambar 4. Peta Kelas Lereng, berikut :

Tabel 3. Kelas Lereng Eksisting dan Luasan

Kelas lereng	Fisiografi	Luas (Ha)	Luas (km ²)	Persentase (%)
0-8%	Datar	12.619,01	126,19	65,87
8-15%	Landai	2.353,66	23,54	12,28
15-25%	Agak Curam	2.968,58	29,69	15,49
25-40%	Curam	1.087,96	10,88	5,68
>40%	Sangat Curam	129,64	1,30	0,68
Total		19.158,85	191,59	100,00

Sumber : Hasil Pengamatan

Gbr. 4. Peta Kelas Lereng



Waduk Benanga terletak di Cekungan Kutai bagian tengah yaitu Antiklinorium Samarinda. jenis batuan yang menyusun daerah genangan Waduk Benanga terdiri dari Formasi Pulaubalang di bagian hilir sekitar bendungan dan Formasi Balikpapan di bagian hulu dari bendungan. Batuan Fondasi pada As Bendungan Benanga terdiri dari endapan alluvial, endapan danau, batupasir kuwarsa, batulempung dan batu lanau pasiran.

Hasil perhitungan sedimentasi di DAS Karangmumus sampai dengan Waduk Benanga dengan luas DAS $\pm 191,59$ Km² sebesar 0,299 mm/th atau sebesar 55.220,22 m³/tahun atau 99.369.93 ton /tahun.

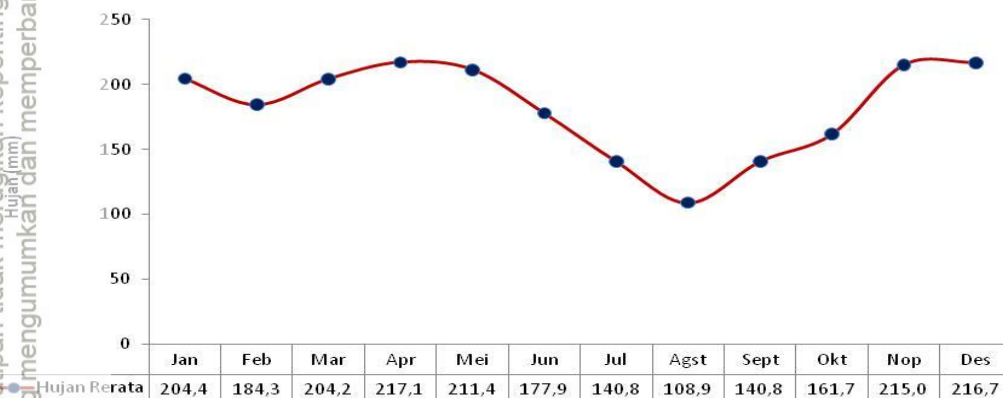
B. Analisis Hidroklimatologi

Pengumpulan data hujan berupa data hujan bulanan dari stasiun hujan yang ada dalam wilayah studi yaitu BMKG Temindung. Secara terperinci data curah hujan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4 berikut :

Table 4. Data Curah Hujan Bulanan Rata-rata Kota Samarinda Periode 1978-2015

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nop	Des
1978	222.2	124.5	129.3	330.3	181.1	183.3	82.8	93.2	209.4	186.0	237.2	144.1
1979	135.0	128.0	132.4	318.7	191.7	88.3	64.8	47.2	148.7	104.2	117.5	227.5
1980	144.0	176.2	134.4	149.0	149.3	224.0	127.9	189.7	38.9	89.3	162.0	259.5
1981	98.9	128.5	160.2	294.2	194.1	175.2	143.4	53.2	350.7	182.9	242.2	186.9
1982	202.5	174.1	282.0	154.6	146.6	89.9	8.7	28.0	62.2	32.1	92.7	203.5
1983	23.7	3.4	72.0	53.7	240.0	273.5	109.6	102.2	131.3	76.2	183.0	198.9
1984	192.4	91.5	234.1	326.3	286.9	134.3	328.9	49.2	109.8	75.4	140.2	264.5
1985	198.7	146.5	125.5	157.6	241.0	86.7	127.0	223.1	99.8	140.8	255.2	256.0
1986	181.3	214.7	225.6	285.0	208.6	191.3	406.5	25.5	99.2	237.6	204.1	204.4
1987	260.0	278.8	90.6	143.4	202.9	144.7	71.8	79.7	38.4	203.5	248.1	260.6
1988	349.4	143.0	227.4	84.2	431.2	174.6	119.7	278.6	185.9	159.6	253.3	210.3
1989	197.2	264.0	222.7	264.4	93.6	168.7	142.1	216.8	142.5	128.8	299.3	198.6
1990	252.5	99.3	115.4	73.8	402.8	157.5	145.8	121.7	221.2	214.3	144.1	165.0
1991	151.2	159.0	236.6	122.5	288.9	112.8	18.2	47.9	28.2	80.9	279.4	193.1
1992	42.4	42.8	22.6	127.9	213.6	202.8	153.0	91.7	220.6	165.3	149.4	133.8
1993	88.9	187.1	165.7	124.5	228.4	232.4	89.2	113.4	92.0	122.4	126.5	222.5
1994	319.9	215.4	279.8	237.4	226.3	321.7	75.6	45.0	42.0	139.2	100.0	312.8
1995	195.3	93.2	139.5	295.5	177.8	331.3	164.8	161.6	220.0	153.7	234.0	217.3
1996	239.9	275.5	126.1	152.1	252.7	227.9	91.6	258.7	159.0	251.1	243.8	290.7
1997	319.8	412.8	179.4	147.2	105.5	75.7	46.6	8.0	4.0	56.5	135.5	187.6
1998	15.3	2.5	0.0	105.5	76.2	363.1	191.8	182.2	122.3	241.2	213.8	338.0
1999	222.1	392.2	218.9	180.7	170.5	121.3	129.8	203.7	226.3	317.6	255.1	264.2
2000	188.8	308.3	265.9	138.5	249.4	279.6	118.2	101.0	209.1	175.3	381.4	168.7
2001	156.4	307.3	235.7	158.0	187.1	109.7	98.4	26.4	167.7	134.1	220.8	112.1
2002	156.9	128.2	284.4	190.9	130.0	180.6	76.4	32.7	73.5	140.1	101.7	181.5
2003	253.3	157.9	417.3	135.7	244.9	79.8	44.5	95.6	273.8	220.9	203.7	217.9
2004	339.7	224.3	401.6	384.8	367.6	55.4	100.1	0.0	236.7	2.1	300.9	178.3
2005	200.7	38.9	225.4	336.3	199.4	98.6	271.0	145.4	94.1	339.6	304.5	296.5
2006	227.8	206.8	215.2	206.6	306.5	184.0	24.4	97.5	107.7	69.6	190.6	110.0
2007	306.8	220.4	260.3	339.7	112.3	213.4	278.5	132.9	182.6	181.4	84.6	141.2
2008	142.6	194.4	211.4	259.4	50.9	205.2	333.3	148.7	153.4	207.5	501.0	349.7
2009	164.0	196.2	278.9	309.1	186.4	41.2	157.3	122.7	98.5	232.3	165.3	211.3
2010	148.2	161.5	157.2	163.7	222.6	320.1	262.7	144.1	202.0	235.1	207.1	66.0
2011	236.9	159.9	210.8	319.2	273.4	97.7	240.6	106.1	159.0	190.5	196.7	248.0
2012	327.1	220.6	270.3	370.5	152.0	171.1	147.0	140.0	104.0	121.0	251.2	223.0
2013	175.7	336.3	288.5	337.5	236.1	170.6	146.2	86.4	256.0	237.1	366.6	259.9
2014	296.0	197.1	318.7	126.1	189.7	210.5	49.5	81.3	81.6	227.1	314.5	339.4
2015	344.0	193.0	199.0	345.0	214.0	260.0	164.0	58.0	0.0	74.0	63.0	192.0
Jumlah	7767.5	7004.1	7760.8	8249.5	8032.0	6758.5	5351.7	4139.1	5352.1	6146.3	8170.0	8235.3
Rata-rata	204,4	184,3	204,2	217,1	211,4	177,9	140,8	108,9	140,8	161,7	215,0	216,7
Min	17,6	15,9	17,1	18,6	19,7	18,2	16,3	13,4	14,3	16,9	19,3	19,6

Sumber: BMKG Temindung Kota Samarinda, 2016



Gbr. 6. Grafik Curah Hujan Bulanan Kota Samarinda

dari hasil analisis curah hujan tertinggi rata-rata untuk periode tahun 1978 – 2015 terjadi pada bulan November sebesar 219,1 mm dan terendah pada bulan Juli yaitu sebesar 110,3 mm. Sedangkan rata-rata curah hujan tahunan untuk periode tahun 1978-2015 sebesar 2.85,4 mm, dengan maksimum terjadi pada Tahun 2013 sebesar 2896,9 mm dan minimum pada Tahun 1983 sebesar 1467,5 mm.

C. Analisis Ketersediaan Air

1. Evapotranspirasi

Analisis Evapotranspirasi Potensial menggunakan metode Penman. Tabel 5. Nilai Evaporasi Potensial (mm/hari), diperoleh nilai evapotranspirasi potensial rata-rata harian berkisar antara 2,85 mm hingga 3,36 mm dan rata-rata bulannya sebesar 96,79 mm.

Tabel 5. Nilai Evaporasi Potensial (mm/hari)

No.	Uraian	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
1	Jumlah hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2	Suhu Bulanan Rata-rata (T_{rata})	°C	26,895	27,074	27,216	27,294	27,383	27,068	26,850	26,998	27,191	27,381	27,279
3	Kelembaban Relatif Rata-rata (RH_{rata})	%	85,654	85,140	85,229	86,021	87,315	86,236	85,476	83,427	83,992	84,310	85,717
4	Kecepatan Angin Rata-rata (U_{rata})	m/det	0,048	0,063	0,058	0,052	0,050	0,055	0,066	0,068	0,064	0,058	0,053
5	Pencerahan Matahari Rata-rata (n/N)	%	40,918	46,605	45,580	47,582	47,474	43,718	50,636	52,378	47,638	46,634	43,387
6	Tekanan uap jenuh (e_s)	kPa	3,545	3,582	3,612	3,628	3,647	3,581	3,535	3,566	3,607	3,647	3,625
7	Tekanan uap aktual (e_a)	kPa	3,036	3,050	3,078	3,121	3,185	3,088	3,022	2,975	3,029	3,075	3,108
8	Kemiringan kurva tekanan uap terhadap temperatur (γ)	kPa/°C	0,208	0,210	0,211	0,212	0,213	0,209	0,207	0,209	0,211	0,213	0,212
9	Panas laten untuk penguapan (L)	MJ/kg	2,438	2,437	2,437	2,437	2,436	2,437	2,438	2,437	2,437	2,436	2,437
10	Radiasi ekstra terestrial (R_a)	mm/hari	15,053	15,535	15,700	15,265	14,348	13,830	14,030	14,748	15,283	15,418	15,135
11	Radiasi global (R_s)	MJ/m ² /hari	16,771	18,392	18,390	18,255	17,139	15,884	17,303	18,503	18,286	18,258	17,321
12	Konstanta Planck-Boltzman (b)	MJ/m ² /K ⁴ /hari	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09	4,9E-09
13	Temperatur udara (T_k)	°K	300,045	300,224	300,366	300,444	300,533	300,218	300,000	300,148	300,341	300,531	300,429
14	Intensitas radiasi gelombang panjang (R_b)	MJ/m ² /hari	1,786	1,975	1,920	1,954	1,900	1,846	2,131	2,239	2,031	1,963	1,825
15	Albedo (a)		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
16	Radiasi bersih (R_n)	MJ/m ² /hari	10,792	11,819	11,872	11,737	10,954	10,067	10,846	11,638	11,684	11,730	11,166
17	Konstanta psikrometrik (γ)	kPa/°C	0,06466	0,06466	0,06466	0,06466	0,06466	0,06466	0,06466	0,06466	0,06466	0,06466	0,06466
18			0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
19	Evapotranspirasi potensial (ETo)	mm/hari	3,042	3,340	3,361	3,325	3,106	2,845	3,057	3,289	3,309	3,329	3,164
20	Evapotranspirasi potensial (ETo)	mm	94,315	93,517	104,182	99,739	96,283	85,364	94,776	101,957	99,267	103,205	94,907

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Data dan Pendekatan

Metode *Mock* dengan dibantu oleh *software Microsoft Excel*. Metode tersebut berdasarkan data curah hujan, karakteristik DAS, dan proses kalibrasi, yang akhirnya akan diperoleh hubungan hujan limpasan yang terbaik.

Analisis model *Mock* menggunakan data historis terdiri dari : data curah hujan, data evapotranspirasi potensial, data DAS dan data *Crop Factor*. Sedangkan untuk semua nilai

parameter didapat dengan cara coba ulang (trial and error) sampai diperoleh nilai debit hasil *Mock* yang mendekati nilai debit hasil pengamatan.

Nilai parameter yang didapat dari kalibrasi tahun 1998 digunakan sebagai acuan untuk perhitungan selanjutnya (1991–2015), parameter model tidak berubah karena waktu. Hasilnya dirangkum pada Tabel 6.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

B. Analisis Kebutuhan Air

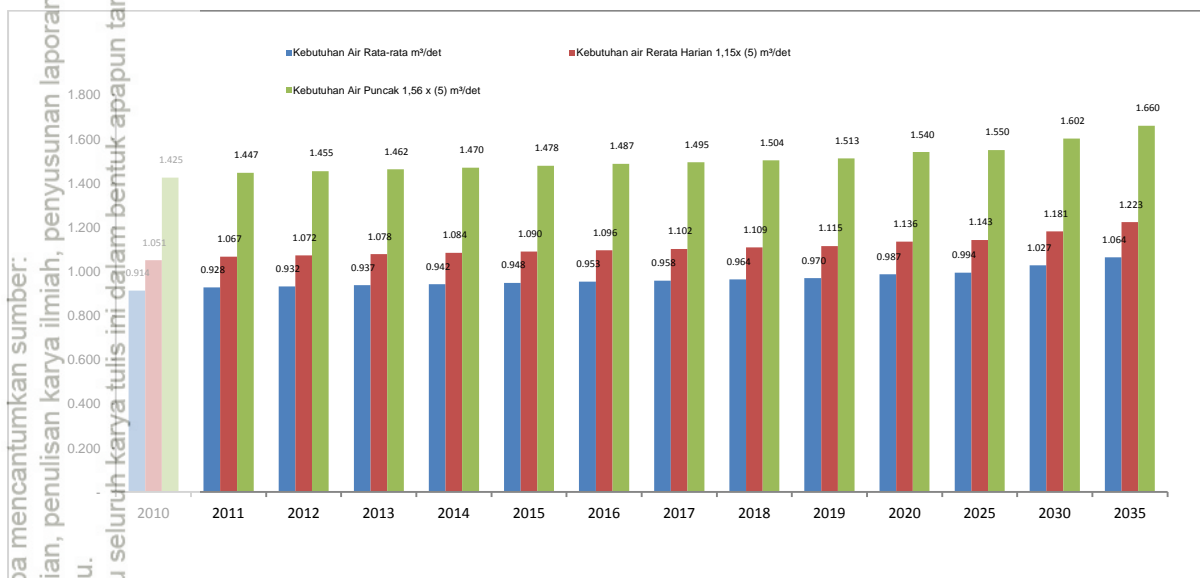
Pemanfaatan potensi air waduk sebagai sumber air minum dilakukan oleh penduduk untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Berdasarkan standar kebutuhan air domestik untuk daerah penelitian adalah 150

159

Tabel 10. Kebutuhan Air Total dan Kebutuhan Air Harian Tahun 2010 - 2035

No		Uraian	Satuan	Tahun Awal	Tahun Perencanaan												
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
1.	Kebutuhan Air Domestik	m³/det	0,157	0,167	0,171	0,175	0,179	0,183	0,187	0,191	0,195	0,200	0,213	0,218	0,244	0,272	
2.	Kebutuhan Air Irigasi 1,94 lt/det/Ha	m³/det	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	
3.	Kebutuhan air perawatan sungai	m³/det	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	
4.	Kehilangan Air	30%	0,047	0,050	0,051	0,052	0,054	0,055	0,056	0,057	0,059	0,060	0,064	0,065	0,073	0,082	
5.	Kebutuhan Air Rata-rata	m³/det	0,514	0,528	0,532	0,537	0,542	0,548	0,553	0,558	0,564	0,570	0,587	0,594	0,627	0,664	
6.	Kebutuhan air Rerata Harian 1,15x (5)	m³/det	0,591	0,607	0,612	0,618	0,624	0,630	0,636	0,642	0,649	0,655	0,676	0,683	0,721	0,763	
7.	Kebutuhan Air Puncak 1,56 x (5)	m³/det	0,801	0,823	0,831	0,838	0,846	0,854	0,863	0,871	0,880	0,889	0,916	0,926	0,978	1,036	

Sumber : Hasil Perhitungan



Kebutuhan Air Total, Kebutuhan Air Rerata Harian dan Kebutuhan Air Puncak Harian Tahun 2010 – 2035

Proyeksi Pemanfaatan Air Waduk

Proyeksi kebutuhan air di masa mendatang dilakukan dalam tahun 2015, 2020, 2025, 2030 dan 2035, dengan menggunakan *software* *Microsoft Excel*.

Keseimbangan (neraca) air berdasarkan pada kondisi ketersediaan air di Waduk Benanga yang dari tahun 2015 hingga 2035 dengan kebutuhan penggunaan air

yang mungkin diambil dari Waduk Benanga dengan simulasi dilakukan pada kondisi ketersediaan air Q_{90} dengan perkiraan kebutuhan air tahun 2015 – 2035. Dari hasil proyeksi keandalan waduk Benanga di tahun 2035 tidak mampu terpenuhi kebutuhannya, Dari hasil analisis neraca air waduk di dapatkan probabilitas gagal di tahun 2035 sebesar 62,50%.

Tabel 11. Neraca Air Waduk Benanga untuk Potensi Tahun 2035

Neraca Air pada Waktu Waduk Benanga Potensi Tahun 2035

Elevasi Tampah	=	7,20 m
Elevasi Tampungan Mati	=	7,20 m
Tampungan Mati	=	1.041,19 10 ³ m ³
Tampungan Potensial	=	1.143,00 10 ³ m ³
Tampungan Efektif	=	571,50 10 ³ m ³
Jumlah Periode Gagal	=	15 Kali
Jumlah Periode Sukses	=	24,00 Kali
Probabilitas Gagal	=	62,50 %

Bulan	Tahun/Periode	Jumlah Hari	Debit Andalan		Kebutuhan Air Irigasi		Kebutuhan Air Domestik		Total Inflow	Total OutFlow	Defisit	Tamp. Eff	Tamp. Akhir	Tamp. Total	Spillout	Elevasi Muka Air (m)	Luas Genangan (Ha)	Keterangan	
			m ³ /dt	10 ³ m ³	m ³ /dt	10 ³ m ³	m ³ /dt	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³		
			(4)		(5)		(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)		(19)
Januari	2035	I	15	0,107	138,46	0,2100	272,1600	0,272	352,51	138,46	624,67	-486,21	-486,21	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
		II	16	0,059	81,91	0,2100	290,3040	0,272	376,01	81,91	666,32	-584,41	-584,41	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
Februari		I	15	0,044	56,63	0,2100	272,1600	0,272	352,51	56,63	624,67	-568,04	-568,04	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
		II	13	0,044	49,08	0,2100	235,8720	0,272	305,51	49,08	541,38	-492,30	-492,30	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
Maret		I	15	0,029	37,21	0,2100	272,1600	0,272	352,51	37,21	624,67	-587,46	-587,46	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
		II	16	0,018	25,46	0,2100	290,3040	0,272	376,01	25,46	666,32	-640,86	-640,86	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
April		I	15	0,735	952,93	0,2100	272,1600	0,272	352,51	952,93	624,67	328,25	328,25	328,25	1.369,44	-	7,13	175,53	Gagal
		II	15	0,198	257,20	0,2100	272,1600	0,272	352,51	257,20	624,67	-367,48	-39,22	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
Mei		I	15	0,198	257,20	0,2100	272,1600	0,272	352,51	257,20	624,67	-367,48	-367,48	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
		II	16	0,273	377,05	0,2100	290,3040	0,272	376,01	377,05	666,32	-289,27	-289,27	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
Juni		I	15	0,933	1.209,50	0,2100	272,1600	0,272	352,51	1.209,50	624,67	584,83	584,83	584,83	1.626,02	-	7,27	193,04	Sukses
		II	15	1,175	1.523,20	0,2100	272,1600	0,272	352,51	1.523,20	624,67	898,53	1.483,36	1.143,00	2.184,19	340,36	7,53	236,00	Sukses
Juli		I	15	2,072	2.685,87	0,2100	272,1600	0,272	352,51	2.685,87	624,67	2.061,20	3.204,20	1.143,00	2.184,19	2.061,20	7,53	236,00	Sukses
		II	16	0,841	1.163,06	0,2100	290,3040	0,272	376,01	1.163,06	666,32	496,74	1.639,74	1.143,00	2.184,19	496,74	7,53	236,00	Sukses
Agustus		I	15	0,483	625,96	0,2100	272,1600	0,272	352,51	625,96	624,67	1,29	1.144,29	1.143,00	2.184,19	1,29	7,53	236,00	Sukses
		II	16	0,356	491,96	0,2100	290,3040	0,272	376,01	491,96	666,32	-174,36	968,64	968,64	2.009,83	-	7,46	215,94	Sukses
September		I	15	0,165	214,11	0,2100	272,1600	0,272	352,51	214,11	624,67	-410,57	558,07	558,07	1.599,26	-	7,26	191,44	Sukses
		II	15	0,093	120,43	0,2100	272,1600	0,272	352,51	120,43	624,67	-504,24	53,84	53,84	1.095,03	-	6,97	157,51	Gagal
Oktober		I	15	0,106	137,78	0,2100	272,1600	0,272	352,51	137,78	624,67	-486,90	-433,06	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
		II	16	0,080	110,21	0,2100	290,3040	0,272	376,01	110,21	666,32	-556,11	-556,11	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
November		I	15	3,611	4.679,62	0,2100	272,1600	0,272	352,51	4.679,62	624,67	4.054,95	4.054,95	1.143,00	2.184,19	2.911,95	7,53	236,00	Sukses
		II	15	0,027	34,87	0,2100	272,1600	0,272	352,51	34,87	624,67	-589,80	553,20	553,20	1.594,38	-	7,26	191,15	Sukses
Desember		I	15	0,017	22,32	0,2100	272,1600	0,272	352,51	22,32	624,67	-602,36	-49,16	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
		II	16	0,024	33,69	0,2100	290,3040	0,272	376,01	33,69	666,32	-632,63	-632,63	0,00	1.041,19	-	6,93	155,11	Gagal
Total		365		15.285,68		6.622,5600		8.577,79	15.285,68	15.200,35	85,33		8.761,83	33.750,39					
Rata-rata				636,90		275,94		357,41	636,90	633,35	3,56		365,08	1.406,27					
Max				4.679,62		290,30		376,01	4.679,62	666,32	4.054,95		1.143,00	2.184,19					
Min				22,32		235,87		305,51	22,32	541,38	-640,86		0,00	1.041,19					

Sumber: Hasil Perhitungan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Penelitian ini dilakukan oleh mahasiswa Universitas Riau.
3. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi biofisik DTA Waduk Benanga saat ini dan di masa depan.
4. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
5. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
6. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
7. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
8. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
9. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
10. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
11. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
12. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
13. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
14. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
15. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
16. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
17. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
18. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
19. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
20. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
21. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
22. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
23. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
24. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
25. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
26. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
27. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
28. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
29. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
30. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
31. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
32. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
33. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
34. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
35. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
36. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
37. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
38. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
39. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
40. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
41. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
42. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
43. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
44. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
45. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
46. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
47. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
48. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
49. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
50. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
51. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
52. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
53. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
54. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
55. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
56. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
57. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
58. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
59. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
60. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
61. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
62. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
63. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
64. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
65. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
66. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
67. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
68. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
69. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
70. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
71. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
72. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
73. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
74. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
75. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
76. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
77. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
78. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
79. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
80. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
81. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
82. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
83. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
84. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
85. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
86. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
87. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
88. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
89. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
90. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
91. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
92. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
93. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
94. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
95. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
96. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
97. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
98. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
99. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.
100. Penelitian ini dilakukan di daerah penelitian.

2013 sebesar 2.896,9 mm dan minimum pada tahun 1983 sebesar 1.467,5 mm.

- c) Kondisi tutupan lahan eksisting DTA Benanga telah mengalami perubahan terutama pada area tutupan lahan hutan tanaman mengalami peningkatan dari ±1.174,68 Ha menjadi ±3.9823,64 Ha, pemukiman dari ±582,53 Ha menjadi ±671,96 Ha, pertambangan dari area ±378,24 Ha menjadi ± 756, 25 Ha dan area tanah terbuka mengalami peningkatan sebesar ± 73 Ha.
- d) Sedimentasi di DAS Karangmumus sampai dengan Waduk Benanga dengan luas DAS ±191,59 Km² sebesar 0,299 mm/th atau sebesar 55.220,22 m³/tahun atau 99.369,93 ton /tahun.
2. Besarnya debit andalan/ketersediaan air Waduk Benanga sebesar :
 - a) Q₈₀ (debit andalan 80%) berkisar antara : 0,039 – 3,553 m³/detik (rata-rata 1,274 m³/detik)

- Q₉₀ (debit andalan 90%) berkisar antara : 0,21 – 2,36 m³/detik (rata-rata 1,40 m³/detik)
3. Kebutuhan air dan pemanfaatannya dalam memenuhi kebutuhan air baku domestik dan irigasi adalah : kebutuhan air total rata-rata tahun 2010 adalah 0,914 m³/det dan proyeksi hingga tahun 2035 adalah 1,1223 m³/detik
 4. Proyeksi waduk Benanga dalam memenuhi kebutuhan air baku domestik dan irigasi pada tahun 2035 adalah gagal 2,5%.

B. Saran

- 1) Melindungi DTA Waduk Benanga agar kuantitasnya tidak menurun bahkan bisa ditingkatkan, dengan cara perlindungan dan peningkatan kualitas DAS antara lain program penghijauan, pelarangan penebangan pohon, dan konservasi kawasan penyangga.
 - 2) Pengelola waduk untuk berkoordinasi dengan Pemerintah Kota Samarinda dalam mengendalikan peningkatan laju limpasan air termasuk laju sedimentasi akibat semakin terbukanya lahan, dengan membangun beberapa bendung, *checkdam*, rehabilitasi pada alur-alur sungai di bagian hulu dari Waduk Benanga dan berkomitmen menjaga kawasan DTA dengan berpedoman pada RTRW yang telah disahkan.
- Menihat potensi sedimentasi yang cukup besar dari daerah hulu, maka disarankan kepada pengelola waduk untuk melakukan pengendalian sedimen selain untuk mengembalikan fungsi tampungan juga meningkatkan keamanan Bendungan Benanga dari limpasan air.
- Pemerintah Kota Samarinda berkomitmen penuh terkait dengan penetapan kawasan penyangga di sekitar Waduk Benanga dan menjalankan peraturannya secara tegas terkait sempadan sungai.

REFERENSI

- a. Anonim., 2010, *DED Pengendalian Banjir Sungai Karangmumus Atas Lempake*, CV. Patoya Indah, Samarinda.
- b. Irmad, 2011, *Menuju Pengelolaan Daerah Tangkapan Air (DTA) Berkelanjutan*,

Integrasi Ekonomi dan Kelembagaan (Kasus DTA Waduk Koto Panjang Provinsi Sumatera Barat-Riau Indonesia)”. Template tesis dan disertasi-IPB Repository.

- [3] Asdak, 2007, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [4] Triatmodjo, B., 2008, *"Hidrologi Terapan"*, Beta Offset, Yogyakarta.
- [5] Soemarto, C.D. 1986, *"Hidrologi Teknik"*, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- [6] Suripin, 2002, *"Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air"*, Andi, Yogyakarta.
- [7] Anonim, 2016, *Data Curah Hujan Bulanan Rata-rata Kota Samarinda Periode 1978-2015*, BMKG Temindung, Kota Samarinda.

