

## ANALISIS NERACA AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI BIYONGA

*Disusun Oleh :*

**Siti Farhah Bokings**  
Mahasiswa Teknil Sipil  
STITEK Bina Taruna Gorontalo  
INDONESIA  
[vera.bokings@yahoo.com](mailto:vera.bokings@yahoo.com)

### ABSTRAK

Sungai Biyonga merupakan sungai permanen yang airnya mengalir sepanjang musim. Sungai Biyonga memiliki luas DAS sebesar 74,12 Km<sup>2</sup> dan panjang sungai utama 27,52 Km. Sungai Biyonga menjadi sumber kebutuhan air bersih dan kebutuhan air pertanian bagi masyarakat limboto dan sekitarnya. Oleh karena itu sungai biyonga ini sering mengalami masalah dalam keseimbangan air karena kebutuhan air melebihi ketersediaan air yang ada.

Metode penelitian ini dilakukan bersifat analisis data yang diperlukan antara jumlah data penduduk, data curah hujan, data debit air, data klimatologi. Adapun penelitian ini meliputi perhitungan kebutuhan air, ketersediaan air dan analisis neraca air sampai dengan tahun 2020 dengan menggunakan Metode Geometrik, Metode F.J Mock, Metode Penman Dan Metode Weitbull.

Perhitungan diperoleh jumlah kebutuhan air domestik dan irigasi berkisar antara 0,15 m<sup>3</sup>/detik sampai dengan 0,45 m<sup>3</sup>/detik. Ketersediaan air untuk sungai biyonga dianggap konstan sebesar 0,39 m<sup>3</sup>/detik sampai dengan 1,98 m<sup>3</sup>/detik. Sehingga perhitungan analisis neraca air sungai biyonga diperoleh sebesar 0,15 m<sup>3</sup>/detik sampai dengan 1,65 m<sup>3</sup>/detik. kondisi ini menunjukkan bahwa ketersediaan air mencukupi kebutuhan air masyarakat limboto dan sekitarnya.

**Kata Kunci : Kebutuhan air, Ketersediaan air, Neraca Air**

### 1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya esensial yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya, dengan air maka bumi menjadi planet dalam tata surya yang memiliki kehidupan dan bertransformasi melalui daur hidrologi (Kodoatie dan Sjarief, 2010). Analisis hidrologi adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menghitung potensi air yang ada pada daerah tertentu, untuk bisa dimanfaatkan, dikembangkan serta mengendalikan potensi air untuk kepentingan masyarakat di sekitar daerah tersebut. Masalah praktis yang selama ini hampir selalu dijumpai dalam analisis hidrologi adalah terdapatnya banyak cara pendekatan, model, dan hasil penelitian dalam hidrologi, yang satu sama lain menggunakan pendekatan yang berbeda, dan hasil yang lebih sering berbeda.

Sejalan dengan laju perkembangan masyarakat terutama yang tinggal dan melakukan kegiatan di sekitar dataran banjir, maka persoalan yang ditimbulkan oleh banjir, terjadi peningkatan dari waktu ke waktu, sehingga memerlukan perhatian dan usaha-usaha untuk mengatasinya dengan baik. Sungai Biyonga merupakan sungai-sungai yang hampir setiap tahun selalu menyebabkan terjadinya banjir di Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo. Banjir yang diakibatkan oleh meluapnya Sungai Biyonga secara garis besar disebabkan oleh beberapa hal yaitu kondisi vegetasi di daerah hulu sudah tidak alami lagi akibat pembukaan hutan untuk keperluan manusia, kondisi di daerah hilir volume tampungan sungai tidak memadai karena bibir sungai sudah rapat dengan pemukiman penduduk sehingga tidak mungkin lagi dilakukan pelebaran sungai.

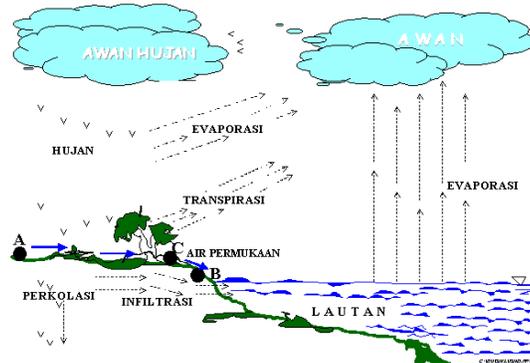
Sungai Biyonga merupakan sungai permanen yang airnya mengalir sepanjang musim. Sungai Biyonga memiliki luas DAS sebesar 74,12 Km<sup>2</sup> dan panjang sungai utama 27,52 Km. Sungai Biyonga merupakan sungai yang hampir setiap tahun selalu menyebabkan terjadinya banjir di Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo. Akibat banjir tersebut telah menimbulkan berbagai kerugian antara lain berupa kerusakan dan terendahnya rumah penduduk, infrastruktur pemerintahan serta sarana dan prasarana umum lainnya (sekolah, tempat ibadah, jalan, pasar, pertokoan dan lain sebagainya), rusaknya perkebunan rakyat, kehilangan ternak dan jatuhnya korban jiwa. Sungai Biyonga menjadi sumber kebutuhan air bersih dan kebutuhan air pertanian bagi masyarakat limboto dan sekitarnya. Oleh karena itu sungai biyonga ini sering mengalami masalah dalam keseimbangan air karena kebutuhan air melebihi ketersediaan air yang ada.

## 2. DAUR HIDROLOGI

Daur Hidrologi secara alamiah dapat ditunjukkan seperti terlihat pada gambar 2.1 yaitu menunjukkan gerakan air diperlukan bumi. Selama berlangsungnya daur hidrologi yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti tersebut, air tersebut akan tertahan (sementara) di sungai, danau / waduk, dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup lainnya. Dalam daur hidrologi, energi panas matahari dan faktor – faktor iklim lainnya menyebabkan terjadinya proses evaporasi pada permukaan vegetasi dalam tanah, di laut atau badan – badan air lainnya. Uap air sebagai hasil proses evaporasi akan terbawa oleh angin melintasi daratan yang bergunung

maupun datar, dan apabila keadaan atmosfer memungkinkan, sebagian dari uap air tersebut akan terkondensasi dan turun sebagai air hujan. Sebelum mencapai permukaan tanah air hujan tersebut akan tertahan oleh tajuk vegetasi. Sebagian dari air hujan tersebut akan tersimpan di permukaan daun selama proses pembasahan daun, dan sebagian lainnya akan jatuh ke atas permukaan tanah melalui sela – sela daun (*throughfall*) atau mengalir ke bawah melalui permukaan batang pohon (*stemflow*). Dan sebagian air hujan tidak akan pernah sampai di permukaan tanah, terevaporasi kembali ke atmosfer (dari daun dan batang) selama dan setelah, berlangsungnya hujan (*interception loss*).

Air hujan yang dapat mencapai permukaan tanah, sebagian akan masuk (terserap) ke dalam tanah (*infiltration*). Sedangkan air hujan yang tidak terserap ke dalam tanah akan tertampung sementara dalam cekungan – cekungan permukaan tanah (*surface detention*) untuk kemudian mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah (*runoff*), untuk selanjutnya masuk ke sungai. Air infiltrasi akan tertahan di dalam tanah oleh gaya kapiler yang selanjutnya akan membentuk kelembaban tanah. Apabila tingkat kelembaban air tanah telah cukup jenuh maka air hujan yang baru masuk ke dalam tanah akan bergerak secara lateral (horisontal) untuk selanjutnya pada tempat tertentu akan keluar lagi ke permukaan tanah (*subsurface flow*) dan akhirnya mengalir ke sungai. Alternatif lainnya, air hujan yang masuk ke dalam tanah tersebut akan bergerak vertikal ke tanah yang lebih dalam dan menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Air tanah tersebut, terutama pada musim kemarau, akan mengalir pelan – pelan ke sungai, danau atau tempat penampungan air alamiah lainnya (*baseflow*)



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Tidak semua air infiltrasi (air tanah) mengalir ke sungai atau tampungan air lainnya, melainkan ada sebagian air infiltrasi yang tetap tinggal dalam lapisan tanah bagian atas (*top soil*) untuk kemudian diuapkan kembali ke atmosfer melalui permukaan tanah (*soil evaporation*) dan melalui permukaan daun vegetasi (*transpiration*). Besarnya angka evapotranspirasi umumnya di tentukan selama satu tahun, yaitu gabungan antara besarnya evaporasi musim hujan (*intersepsi*) dan musim kemarau (*transpirasi*). Konsep daur hidrologi diperluas dengan memasukkan gerakan / perjalanan sedimen, unsur – unsur hara, dan biota yang terlarut dalam air. Dengan menelaah konsep daur hidrologi secara lebih luas, maka pengertian istilah daur lalu dapat digunakan sebagai konsep kerja untuk analisis dari permasalahan.

### 3. HUJAN

Hujan merupakan komponen utama daur air di alam atau wilayah. Hujan juga merupakan sumber air utama suatu wilayah. Curah hujan yang kecil akan mengakibatkan kesetimbangan air di suatu wilayah mengalami defisit yang cukup besar, terutama di wilayah tropis yang laju evaporasinya cukup besar. Variabel hujan (*presipitasi*) yakni : curahan (*tebal*), lama (*durasi*) dan intensitas hujan merupakan variabel atau faktor penting dalam pengendalian air limpasan permukaan.

Hujan / *presipitasi* adalah faktor utama yang mengendalikan proses daur hidrologi di suatu DAS. Terbentuknya ekologi , geografi, dan tataguna lahan di suatu daerah sebagian besar ditentukan atau tergantung pada fungsi daur hidrologi dan dengan demikian

*presipitasi* merupakan kendala sekaligus kesempatan dalam usaha pengelolaan sumber daya tanah dan air. *Presipitasi* mempunyai banyak karakteristik yang dapat mempengaruhi produk akhir suatu hasil perencanaan pengelolaan DAS. Besar kecilnya *presipitasi*, waktu berlangsungnya hujan dan ukuran serta intensitas hujan yang terjadi, baik secara sendiri – sendiri atau merupakan kombinasi, akan mempengaruhi kegiatan pembangunan. Secara ringkas dan sederhana, terjadinya hujan terutama karena adanya perpindahan massa air basah ke tempat yang lebih tinggi sebagai respon adanya beda tekanan udara antara dua tempat yang berbeda ketinggiannya. Ditempat tersebut, karena adanya akumulasi uap air pada suhu yang rendah maka terjadilah proses kondensasi, dan pada gilirannya massa air basah tersebut jatuh sebagai air hujan. Namun mekanisme berlangsungnya hujan melibatkan tiga faktor utama (Asdak, 1994). Dengan kata lain, akan terjadi hujan apabila berlangsung tiga kejadian sebagai berikut :

1. Kenaikan massa uap air ke tempat yang lebih tinggi sampai saatnya atmosfer menjadi jenuh.
2. Terjadi kondensasi atas partikel – partikel uap air yang di atmosfer.

Partikel – partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut (sebagai hujan) karena gaya gravitasi.

### 4. FAKTOR PENENTU DEBIT AIR

1. Intensitas hujan

Karena curah hujan merupakan salah satu faktor utama yang memiliki komponen musiman yang dapat secara cepat mempengaruhi debit air, dan siklus tahunan dengan karakteristik musim hujan panjang (kemarau pendek), atau kemarau panjang (musim hujan pendek). Yang menyebabkan bertambahnya debit air.

## 2. Pengundulan Hutan

Fungsi utama hutan dalam kaitan dengan hidrologi adalah sebagai penahan tanah yang mempunyai kelerengan tinggi, sehingga air hujan yang jatuh di daerah tersebut tertahan dan meresap ke dalam tanah untuk selanjutnya akan menjadi air tanah. Air tanah di daerah hulu merupakan cadangan air bagi sumber air sungai. Oleh karena itu hutan yang terjaga dengan baik akan memberikan manfaat berupa ketersediaan sumber-sumber air pada musim kemarau. Sebaiknya hutan yang gundul akan menjadi malapetaka bagi penduduk di hulu maupun di hilir. Pada musim hujan, air hujan yang jatuh di atas lahan yang gundul akan menggerus tanah yang kemiringannya tinggi. Sebagian besar air hujan akan menjadi aliran permukaan dan sedikit sekali infiltrasinya. Akibatnya adalah terjadi tanah longsor dan atau banjir bandang yang membawa kandungan lumpur.

## 3. Pengalihan Hutan Menjadi Lahan Pertanian

Risiko penebangan hutan untuk dijadikan lahan pertanian sama besarnya dengan penggundulan hutan. Penurunan debit air sungai dapat terjadi akibat erosi. Selain akan meningkatnya kandungan zat padat tersuspensi (*suspended solid*) dalam air sungai sebagai akibat dari sedimentasi, juga akan diikuti oleh meningkatnya kesuburan air dengan meningkatnya kandungan hara dalam air sungai. Kebanyakan kawasan hutan yang diubah menjadi lahan pertanian mempunyai kemiringan diatas 25%, sehingga bila tidak memperhatikan faktor konservasi tanah, seperti pengaturan pola tanam, pembuatan teras dan lain-lain.

## 4. Intersepsi

Adalah proses ketika air hujan jatuh pada permukaan vegetasi diatas permukaan tanah, tertahan beberapa saat, untuk diuapkan kembali ("hilang") ke atmosfer atau diserap oleh vegetasi yang bersangkutan. Proses intersepsi terjadi selama berlangsungnya curah hujan dan setelah hujan berhenti. Setiap kali hujan jatuh di daerah bervegetasi, ada sebagian air yang tak pernah mencapai permukaan tanah dan dengan demikian, meskipun intersepsi dianggap bukan faktor penting dalam penentu faktor debit air, pengelola daerah aliran sungai harus tetap memperhitungkan besarnya intersepsi karena jumlah air yang hilang sebagai air intersepsi dapat mempengaruhi neraca air regional. Penggantian dari satu jenis vegetasi menjadi jenis vegetasi lain yang berbeda, sebagai contoh, dapat mempengaruhi hasil air di daerah tersebut.

## 5. Evaporasi dan Transpirasi

Evaporasi transpirasi juga merupakan salah satu komponen atau kelompok yang dapat menentukan besar kecilnya debit air di suatu kawasan DAS, mengapa dikatakan salah satu komponen penentu debit air, karena melalui kedua proses ini dapat membuat air baru, sebab kedua proses ini menguapkan air dari permukaan air tanah dan permukaan daun, serta cabang tanaman sehingga membentuk uap air di udara dengan adanya uap air di udara maka akan terjadi hujan, dengan adanya hujan tadi maka debit air di DAS akan bertambah juga sedikit demi sedikit.

## 6. ANALAISA CURAH HUJAN

Berdasarkan curah hujan harian dari stasiun meteorologi jalaluddin gorontalo dan stasiun biyonga dapat diperoleh jumlah curah hujan bulanan dengan menggunakan rata - rata aljabar.

Untuk hasil tahun – tahun lainnya yang dihitung dengan cara yang sama dan hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat di tabel 4.1 dan lampiran A1.1

Tabel. 4.1 Perataan hujan harian bulanan dua stasiun (Stasiun Meteorologi Jalaluddin Gorontalo, Stasiun Biyonga).

Thn	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jum	Rata2
(mm)														
2007	20,5	14,5	13,0	10,0	12,5	22,5	11,0	15,5	5,0	10,5	13,5	18,0	166,5	13,9
2008	18,5	12,5	27,5	19,5	15,5	15,0	23,5	17,5	12,0	18,0	21,0	17,0	217,5	18,1
2009	17,0	13,5	14,5	21,0	14,0	11,5	10,0	1,5	0,0	8,0	17,0	7,5	135,5	11,3
2010	13,0	7,0	4,0	12,0	25,0	19,8	17,5	19,8	21,0	21,5	14,5	19,5	194,6	16,2
2011	14,5	23,0	24,5	21,0	14,0	11,5	5,5	7,0	8,5	18,0	17,5	17,0	182,0	15,2
2012	14,5	19,0	18,5	22,0	16,5	11,5	19,5	7,5	6,0	12,0	18,5	14,5	180,0	15,0
2013	19,0	19,0	10,0	17,0	23,0	20,0	24,0	20,0	9,0	10,0	18,0	24,0	213,0	17,8
Jum	117,0	108,5	112,0	122,5	120,5	111,8	111,0	88,8	61,5	98,0	120,0	117,5		
Rata2	16,7	15,5	16,0	17,5	17,2	16,0	15,9	12,7	8,8	14,0	17,1	16,8		

Sumber : Hasil Perhitungan

### 7. HUJAN RERATA DAERAH ALIRAN

Perhitungan curah hujan rata – rata daerah aliran menggunakan cara rata – rata aljabar. Berikut contoh perhitungannya :

- *Contoh Perhitungan :*

Curah hujan bulanan dua stasiun tahun 2007 adalah sebagai berikut :  
 Stasiun Meteorologi Jalaluddin Gorontalo : 1781,00 mm  
 Stasiun Meteorologi Biyonga : 3155,9 mm

Selanjutnya dihitung curah hujan rerata tahun 2007 dengan menggunakan cara Rata – rata aljabar berikut ini.

$$\bar{R} = \frac{1}{2} (1781 + 3155,9)$$

$$\bar{R} = 2.468,5 \text{ mm}$$

Jadi didapat curah hujan rerata pada tahun 2007 adalah 2.468,5 mm.

Berdasarkan contoh perhitungan di atas, maka untuk tahun – tahun lainnya dihitung dengan cara yang sama dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini dan lampiran A.1.2

Tabel 4.2 Curah Hujan Bulanan Dua Stasiun (Stasiun Meteorologi Jalaluddin Gorontalo, dan Stasiun Biyonga)

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jumlah	Rata2	Maks
(mm)															
2007	219,3	109,5	124,5	204,0	213,5	223,0	220,8	161,5	153,5	167,0	275,0	397,0	2468,5	205,7	397,0
2008	202,8	74,1	284,5	281,2	106,1	140,5	208,0	187,9	77,8	201,9	305,4	255,7	2325,5	193,8	305,4
2009	230,9	162,7	133,0	238,5	231,4	78,7	43,7	11,5	0,0	70,6	205,4	58,4	1464,5	122,0	238,5
2010	110,8	60,0	25,7	172,7	355,8	260,2	238,4	267,5	349,3	262,4	130,1	275,5	2508,2	209,0	355,8
2011	78,0	313,7	244,4	152,7	106,6	154,5	27,3	4,5	31,0	231,8	143,2	248,3	1735,8	144,6	313,7
2012	106,1	182,7	84,6	134,4	132,3	123,0	258,3	86,6	68,6	121,9	296,2	161,6	1755,9	146,3	296,2
2013	74,0	76,0	55,0	76,5	154,0	49,5	123,5	80,5	18,5	101,0	54,0	84,0	946,5	78,9	154,0
Jumlah	1021,8	978,6	951,5	1259,9	1299,7	1029,3	1119,9	799,9	698,6	1156,5	1409,1	1480,4			
Rata2	146,0	139,8	135,9	180,0	185,7	147,0	160,0	114,3	99,8	165,2	201,3	211,5			

Sumber : perhitungan

### 8. ANALISA DEBIT ALIRAN MASUK (INFLOW) METODE F.J. MOCK

Untuk menghitung besaran debit masuk (*inflow*) di sungai biyonga maka digunakan metode F.J Mock yang merupakan model sederhana simulasi keseimbangan air bulanan

untuk aliran yang meliputi hujan, evaporasi dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran. Sebelum menganalisa debit *inflow* terlebih dahulu mengetahui data yang digunakan dalam analisa ini. Data – data tersebut adalah sebagai berikut :

Luas Daerah Aliran  
 = 74,12 Km<sup>2</sup>  
 Kelembaban Tanah Maksimum =  
 200 mm/bulan  
 Permukaan lahan yang terbuka (m) =  
 30% (ditaksir Berdasarkan Peta  
 Tata Guna Lahan Propinsi  
 Gorontalo)

Koefisien infiltrasi (i)  
 = 0,7  
 Faktor resesi air tanah (k) = 0,5  
 Curah Hujan Bulanan (R) = 219  
 mm/bulan

Jumlah Curah Hujan (n) = 21 hari  
 Jumlah hari dalam sebulan = 31 hari  
 Evapotranspirasi potensial (Eto) pada bulan  
 januari tahun 2007 adalah 95 mm/hari.

Berdasarkan data diatas maka dilakukan  
 analisa besaran debit *inflow* pada bulan  
 januari 2007 dengan menggunakan Metode  
 F.J Mock. Kriteria perhitungannya adalah  
 sebagai berikut :

Menghitung Evapotranspirasi Terbatas (Et)  
 sesuai dengan persamaan 2,6

$$\Delta E / Eto = (m/20) \times (18 - n)$$

$$= (30/20) \times (18 - 21)$$

$$= -3,75 \text{ mm/hari}$$

$$\Delta E = (95,00 * -3,75) / 100$$

$$= -3,56 \text{ mm/hari}$$

$$Ea = 95,00 - (-3,75)$$

$$= 98,56 \text{ mm/hari}$$

Selanjutnya menghitung keseimbangan air  
 dipermukaan tanah sesuai dengan persamaan  
 (2.7)

$$Ds = R - Ea$$

$$= 219 - 98,56$$

$$= 120,69 \text{ mm/bulan}$$

*Asumsi :*

Karena Ds positif akan menambah  
 kekurangan kapasitas kelembaban tanah bulan

sebelumnya. Maka berdasarkan asumsi  
 tersebut didapat :

Kandungan Air Tanah = 0,000 mm/hari  
 Kapasitas Kelembaban Tanah = 100,00  
 mm/hari

$$\text{Kelebihan Air} = 120,69 - 0,000$$

$$= 120,69 \text{ mm/hari.}$$

Selanjutnya menghitung limpasan dan  
 penyimpanan air tanah

Infiltrasi (I) = koefisien infiltrasi .  
 kelebihan air

$$= 0,7 \times 120,69 = 84,483 \text{ mm/hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka  
 selanjutnya dilakukan perhitungan volume air  
 tanah sesuai dengan persamaan 2.8.

$$(Vn) = k \cdot V_{n-1} + \frac{1}{2} (1 + k) \cdot In$$

$$= 0,5 (1+0,50) \times 84,48$$

$$= 63,36 \text{ mm/hari}$$

Selanjutnya menghitung limpasan (*run off*)

$$\text{Aliran Dasar} = 84,48 - (-50,95)$$

$$= 135,43 \text{ mm/hr}$$

$$K.Gsom = 228,62 \times 0,5$$

$$= 114,31 \text{ mm/hr}$$

Limpasan Langsung

= Kelebihan Air - I

$$= 120,69 - 84,48$$

$$= 36,21 \text{ mm/hr}$$

Limpasan

$$= \text{Aliran Dasar} + \text{Limpasan Langsung}$$

$$= 135,43 + 36,21$$

$$= 171,64 \text{ mm/hari}$$

Debit Inflow = {(Limpasan . Luas

Das)/Jumlah hari} . 0,0116

$$= \{(171,64 \cdot 74,12)/31\} \cdot 0,0116$$

$$= 4,750 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Berikut hasil rekapitulasi debit *inflow*  
 bulanan tahun 2007 sampai 2013 pada tabel  
 4.6 dibawah ini .

Tabel 4.6. Hasil Rekapitulasi Debit *Inflow* Tahunan Metode F.J. Mock

Sungai : BIYONGA  
 Sub DAS : HULUDUPITANGO  
 Luas DAS : 74,12 km<sup>2</sup>  
 Thn. Pengamatan : 2007 - 2013

Tahun	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
2007	4,750	3,378	1,951	2,397	2,817	3,368	3,583	3,037	2,546	2,312	3,629	3,854
2008	3,206	2,171	3,183	3,939	2,258	2,159	2,449	2,689	1,515	1,857	3,540	0,867
2009	1,993	2,575	1,588	2,383	2,793	1,708	0,986	0,569	0,343	0,332	1,409	0,867
2010	2,583	1,683	0,862	1,681	3,623	4,042	3,918	4,192	5,433	4,651	3,426	3,900
2011	1,577	3,792	3,437	2,768	1,731	2,109	1,047	0,610	0,418	1,588	1,728	2,544
2012	1,690	2,534	1,188	1,145	1,133	1,243	2,350	1,368	0,872	0,841	2,731	2,635
2013	1,832	2,537	1,245	1,481	3,132	1,913	2,788	2,316	1,296	1,824	1,350	1,741
Jumlah	17,631	18,670	13,454	15,795	17,487	16,541	17,121	14,781	12,424	13,404	17,812	16,407
Rata-rata	2,519	2,667	1,922	2,256	2,498	2,363	2,446	2,112	1,775	1,915	2,545	2,344
Maksimum	4,750	3,792	3,437	3,939	3,623	4,042	3,918	4,192	5,433	4,651	3,629	3,900
Minimum	1,577	1,683	0,862	1,145	1,133	1,243	0,986	0,569	0,343	0,332	1,409	0,867
Rata-rata	2,280											

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil Perhitungan rata – rata debit *inflow* dalam grafik ditunjukan pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2. Grafik Analisa

**9. Kebutuhan Air**

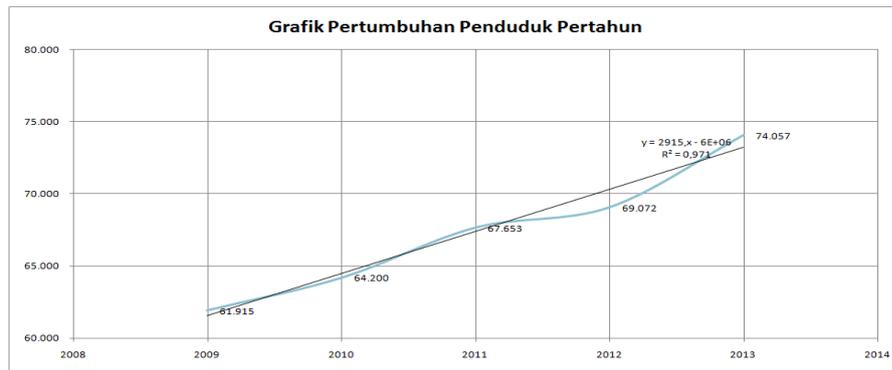
Berikut adalah jumlah penduduk dan rerata pertumbuhan penduduk per tahun pada tabel 4.8 berikut ini.

**a. Kebutuhan Air Domestik**

Tabel 4.8 Rerata Pertumbuhan Penduduk Pertahun

NO	TAHUN	JUMLAH PENDUDUK (KEC)		JUMLAH	PERTUMBUHAN
		LIMBOTO	LIMBOTO BARAT		
1	2009	39.793	22.122	61.915	
2	2010	42.131	22.069	64.200	0,03691
3	2011	44.137	23.516	67.653	0,05379
4	2012	45.625	23.447	69.072	0,02097
5	2013	48.750	25.307	74.057	0,07217
RERATA					0,04596

Hasil perhitungan rerata pertahun dalam grafik pertumbuhan penduduk pertahun pada gambar 4.5. berikut ini.



Gambar 4.5 Grafik Pertumbuhan Penduduk

Berdasarkan rerata pertumbuhan penduduk sampai dengan tahun 2020 seperti penduduk dapat direncanakan jumlah pada tabel berikut ini.

Tabel 4.9 Perhitungan Jumlah Penduduk

TAHUN	Tahun ke - n	(Jumlah Penduduk)
2013	1	74.057
2014	2	77.461
2015	3	81.021
2016	4	84.744
2017	5	88.639
2018	6	92.713
2019	7	96.974
2020	8	101.431

Berdasarkan dari jumlah penduduk di atas maka dapat diperhitungkan jumlah kebutuhan air dngan cara sebagai berikut

Contoh Perhitungan :

Jumlah Penduduk 2010 : 64.200  
 Jiwa

Keb Air Kota :  
 130 Liter / Hr/Jiwa

Berdasarkan data diatas maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus pada persamaan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q(D) &= \text{Jumlah Penduduk } P(u) \times \\
 &\text{Keb. Air Penduduk Kota } q(u) \\
 &= 64,200 \times 130 \text{ L/H/Jiwa} \\
 &= 8.346.000 \text{ L/H atau } = \\
 &0,0966 \text{ m}^3/\text{detik.}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas maka diperoleh jumlah kebutuhan air dari tahun 2009 – 2020 dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut ini.

Tabel. 4.10. Jumlah Kebutuhan Air Domestik

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK	Kebutuhan Air Domestik Per Hari	
		Liter / Hari	M <sup>3</sup> /Detik
2010	64.200	8.346.000	0,09660
2011	67.653	8.794.890	0,10179
2012	69.072	8.979.360	0,10393
2013	74.057	9.627.410	0,11143
2014	77.461	10.069.877	0,11655
2015	81.021	10.532.679	0,12191
2016	84.744	11.016.751	0,12751
2017	88.639	11.523.070	0,13337
2018	92.713	12.052.660	0,13950
2019	96.974	12.606.589	0,14591
2020	101.431	13.185.975	0,15262

Berdasarkan perhitungan jumlah kebutuhan air domestik per tahun maka dapat diketahui nilai minimum adalah 0,09660 pada tahun 2010 serta nilai maksimum 0,15262 pada tahun 2020.

**b. Kebutuhan Air irigasi**

Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan dengan luas lahan 1725 Ha, sehingga diperoleh hasil kebutuhan air irigasi sbb

Tabel 4.11 Kebutuhan Air Irigasi (m<sup>3</sup>/detik)

No	Mulai Tanam	Luas Areal (Ha)	Kebutuhan Air Irigasi (m <sup>3</sup> /detik)											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
1	Desember	1725	0,14	0,17	0,03	0,29	0,13	0,12	0,01	0,01	0,08	0,01	0,00	0,30

Sumber: Hasil Perhitungan

**KESIMPULAN**

1. Kebutuhan air (domestik dan irigasi) berdasarkan perhitungan dari data jumlah penduduk yang ada serta kebutuhan air irigasi yang dihitung sesuai dengan luas areal dan masa tanam maka diperoleh kebutuhan air berkisar antara 0,15 m<sup>3</sup>/detik sampai dengan 0,43 m<sup>3</sup>/detik.
2. Ketersediaan air berdasarkan perhitungan berkisar antara 0,39 m<sup>3</sup>/detik sampai dengan 1,98 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pengaliran air dari sungai memenuhi kebutuhan.
3. Analisis Neraca Air Sungai Biyonga pada tahun 2020 sesuai dengan perhitungan antara ketersediaan dan kebutuhan air adalah 0,15 m<sup>3</sup>/detik sampai dengan 1,65 m<sup>3</sup>/detik dan dapat disimpulkan ketersediaan air Sungai Biyonga dapat memenuhi

kebutuhan air domestik ataupun untuk lahan irigasi.

**SARAN**

Berdasarkan hasil perhitungan neraca air yang diperoleh bahwa sekiranya untuk dapat digunakan dalam pengembangan Sungai Biyonga baik dihilir ataupun dihilir serta harus dilakukan pengurangan penggunaan air pada bulan – bulan tertentu.

Selain itu, kepada instansi yang terkait khususnya Balai Wilayah Sungai II diharapkan dapat menindaklanjuti hasil analisa ini dalam mengoptimalkan fungsi Sungai Biyonga agar kebutuhan air masyarakat khususnya untuk lahan pertanian masyarakat mendapatkan cakupan air yang memenuhi pada masa yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1981.** Agricultural Compendium For Rural Development, Chap.4. Water Control. Elsevier Publication, Inc.
- Asdak C,1997.** Rainfall Interception Loss in Unlogged and Logged Forest Areas of Central Kalimantan. A Ph.D thesis. University of Edinburgh, Scotland.
- Chay Asdak, 2010.** Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Cetakan V, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Harto S., BR,2000.** Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian, Nafiri Offset
- Mawardi,M.2011.** Tanah,Air dan Tanaman : Asas Irigasi dan Konservasi Air. Penerbit Bursa Ilmu, Yogyakarta.
- Monteith, J.L. dan J.J. Stone, 1983.** Water Balance calculation, water use efficiency and above ground net production. *Hydrologi and Water Resources in Arizona and Southwest.*
- Sjarief, R. And Kodoatie, J., 2010.** Tata Ruang Air. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Soemarto, C.D, 1999.** Hidrologi Teknik , Edisi Ke-2. Erlangga, Jakarta
- Soewarno, 1995.** Hidrologi. Jilid 1, Nova
- Triatmojo. B.,2009.** Hidrologi Terapan, Beta Offset. Yogyakarta.
- Wanielista,M.P,1990.** *Hydrologi and Water Quantity Control.*John Wiley and Sons, New York
- Warsono, S. Dan W. Sungkawa,1989.** Survei Hidrogeologi dan dan Konservasi Air Tanah daerah Bandung, Jawa Barat. Departemen Pertambangan dan Energi, Dirjen Geologi dan Sumber daya Mineral, DGTL, Bandung.