

ANALISA NERACA AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI GANDONG KABUPATEN MAGETAN PROVINSI JAWA TIMUR

Rendy Khoiril Ilham¹, Lily Montarcih Limantara, Suwanto Marsudi²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang, Jawa Timur, Indonesia
Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia
e-mail: rendykhairulilham@gmail.com

ABSTRAK: Potensi sumberdaya air yang semakin menurun dan eksplorasi sumberdaya air yang sangat tinggi seiring berkembangnya kebutuhan masyarakat sehingga perlunya dilakukan Analisa Neraca Air di Daerah Aliran Sungai Gandong, Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur. Hasil analisa didapatkan total ketersediaan air permukaan $Q_{93,75\%}$ sebesar 35,144 m³/detik, $Q_{75,3\%}$ sebesar 48,050 m³/detik, $Q_{50,7\%}$ sebesar 59,833 m³/detik, $Q_{26,0\%}$ sebesar 78,163 m³/detik dan total ketersediaan air bawah permukaan sebesar 163,650 m³/detik. Kebutuhan air permukaan sebesar 183,58 m³/detik dengan luas Daerah Irigasi (D.I) sebesar 7.945 ha, kebutuhan air bawah permukaan sebesar 118,990 m³/detik. Neraca air permukaan dengan *Microsoft excel* menunjukkan D.I Jejeruk dengan kondisi defisit tertinggi sebesar 13,68 m³/detik atau hanya 1,23% kebutuhan yang mampu terpenuhi, neraca air permukaan dengan paket program *Water Evaluation and Planning* (WEAP) menunjukkan D.I Gemblung dengan besar surplus air tertinggi sebesar 0,43 m³/detik atau 100% kebutuhan mampu terpenuhi, neraca air bawah permukaan menunjukkan bahwa surplus air untuk bulan januari hingga desember, neraca air lahan metode *Thornthwaite Mather* sebagian besar wilayah DAS Gandong masih defisit lengas tanah terutama pada bulan mei sampai desember.

Kata Kunci: Neraca air, irigasi, *thornthwaite matter*, *water evaluation and planning*.

ABSTRACT: *The Potential water resources are declining and the exploration of water resources is very high as the needs of the citizens so that the need for an analysis of Water Balance in the Gandong Watershed, Magetan Regency, East Java Province. The results of this analysis obtained the availability of surface water that comes from discharges, springs, and the wells bore of 35,144 m³/s in dry season, 48,050 m³/s in the low season, 59,833 m³/s in normal season, and 78,163 m³/s in enough season. The availability of subsurface water was 163,650 m³/s. The surface water requirement of Gadong Watershed was 183,580 m³/s with 55 irrigation areas and the subsurface water requirement was 118,990 m³/s. The highest water surface deficit in Irrigation Area of Jejeruk was 13,680 m³/s or only 1,23% of the needs were met in December of the dry season and the highest surplus in Irrigation Area of Gemblung was 10,430 m³/s or 100% of the need fulfilled in February in enough season. Water balance with Water Evaluation and Planning Software (WEAP) only Irrigation Area of Becokan, Dung biru, Kresekan, Maden, Menco, Mendi, Modang, Mojosemi, Ngadiloyo, dan Ngunut have 100% coverage demand. Subsurface water balance under surplus condition in January to December. Land water balance under deficit condition in May to December.*

Keywords: *Water balance, irrigation, thornthwaite matter, water evaluation and planning.*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan dan

perlu untuk dilestarikan. Kebutuhan akan air meningkat seiring perkembangan pertumbuhan masyarakat. Hal ini ditandai

dengan meningkatnya penggunaan air untuk berbagai macam industri serta penambahan jumlah penduduk sehingga menyebabkan pertumbuhan permintaan air meningkat.

Daerah aliran sungai (DAS) sebagai sumber dari ketersediaan air saat ini justru mengalami penurunan kondisi, terlihat dari terjadinya fluktuasi debit yang terjadi cukup besar. Dampak dari fluktuasi debit ini adalah permasalahan surplus atau defisit ketersediaan air setiap tahunnya. Upaya pemenuhan kebutuhan air sering terhambat karena terjadinya penyusutan drastis daerah tangkapan dan resapan air hujan karena pengalihan dan pembabatan hutan di hulu DAS serta penggunaan lahan pemukiman dan perkotaan yang cenderung berkembang horizontal. Daerah aliran sungai gandong yang terletak pada Kabupaten Magetan, Jawa Timur menjadi salah satu hulu dari anak sungai bengawan solo yaitu kali madiun. DAS Gandong memiliki potensi air permukaan dan bawah permukaan yang cukup besar namun eksplorasi untuk kebutuhan air juga cukup besar pada sector irigasi, rumah tangga, perikanan, peternakan dan industri. Untuk melihat bagaimana kondisi DAS Gandong dan rekomendasi untuk pengelolaan DAS Gandong dimasa yang akan datang maka dilakukan penerapan prinsip keseimbangan air atau neraca air.

METODE

Konsep Dasar Neraca Air

Neraca Air merupakan hubungan antara masukan air total dan keluaran air total yang terjadi pada tempat dan waktu tertentu, neraca air mampu memperlihatkan jumlah air tersebut kelebihan (surplus) atau kekurangan (defisit). Secara umum persamaan neraca air dirumuskan dengan (Sri Harto Br,2000, p. 21) :

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

dengan :

I = masukan (inflow)

O = keluaran (outflow)

Analisa Ketersediaan Air

Analisa ketersediaan air meliputi analisa ketersediaan air permukaan (ketersediaan air sungai) dan bawah permukaan (ketersediaan air dari mata air dan sumur bor). Untuk tahapan analisa ketersediaan air permukaan dan bawah permukaan sebagai berikut :

Ketersediaan Air Sungai

Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data dilakukan terhadap data curah hujan harian maksimum yang dimaksudkan untuk mengetahui adanya penyimpangan data hujan, sehingga disimpulkan apakah data tersebut layak dipakai dalam perhitungan analisis hidrologi atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan metode kurva massa ganda:

$$P_{cv} = P \times \frac{Mc}{Ma} \quad (2)$$

dengan:

P_{cv} = curah hujan setelah dikoreksi

P = data asli curah hujan

Mc = koreksi kemiringan kurva massa ganda

Ma = kemiringan asli kurva massa ganda

Curah Hujan Rerata Daerah

Polygon Thiessen

Cara ini didasarkan atas dasar rata – rata pengaruh tiap stasiun hujan. Masing – masing stasiun hujan memiliki daerah pengaruh yang di bentuk dengan menggambarkan garis – garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara stasiun hujan dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = P1.d1 + P2.d2 + \dots + Pn.dn \quad (3)$$

dengan:

R = curah hujan daerah (mm)

P = Koefisien Thiessen

n = jumlah data

d = tinggi hujan yang diukur di stasiun – stasiun pengukuran

Debit Sungai

Debit Aliran Sungai Metode F.J Mock

Debit aliran sungai metode F.J Mock merupakan debit model. Debit ini di analisa jika tidak ada data debit pengukuran yang ada di lapangan. Ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam perhitungan debit model metode F.J Mock ini antara lain :

- Luas daerah pengaliran
- Koefisien infiltrasi
- Faktor resesi tanah
- Kapasitas kelembaban tanah
- Evaporasi potensial
- dll.

Evaporasi Potensial

Evaporasi Potensial merupakan angka penguapan air. Beberapa metode untuk menganalisa evaporasi potensial salah satunya metode penman yang mendapat rekomendasi dari badan pangan dan pertanian PBB yaitu *Food & Agricultural Organization* (FAO). Evaporasi potensial di analisa menggunakan software *Cropwat 8.0* yang dikeluarkan oleh *Food & Agricultural Organization* (FAO) dengan data – data input yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Data suhu udara rata – rata
- Data penyinaran matahari rata – rata
- Data kelembaban udara rata – rata
- Data kecepatan angin rata - rata

Debit Andalan

Debit andalan merupakan debit yang tersedia dengan probabilitas tertentu setiap bulan. Berikut langkah perhitungan debit andalan berdasarkan SNI 6378 tahun 2015:

- Mengumpulkan data debit dengan periode waktu tertentu hasil metode pembangkitan dengan F.J Mock,
- Mengecek pencatatan debit dengan curah hujan,
- Melakukan uji validasi data debit,
- Menentukan urutan data debit tiap bulan,

- Menghitung probabilitas dengan *Weibull*

$$P = \frac{m}{n+1} + 100\% \quad (4)$$

dengan:

P = probabilitas kejadian (%)

m = nomor urut pada data

n = jumlah data

- Menghitung debit andalan berdasarkan probabilitas sesuai peruntukan yaitu sesuai *Flow characteristic* yaitu debit dengan keandalan 93,75%, 75,3%, 50,7%, dan 26,0%.
- Membuat kurva durasi debit.

Ketersediaan Air dari Mata Air

Ketersediaan air permukaan yang bersumber dari mata air didapatkan dari data yang tersedia dari dinas terkait. Data ini terdiri dari debit air yang dihasilkan tiap mata air dan penggunaan tiap mata air

Ketersediaan Air dari Sumur Bor

Ketersediaan air sumur bor merupakan ketersediaan air dari sumur – sumur bor yang ada di DAS Gandong Kabupaten Magetan. Sumur bor ini difungsikan hanya untuk irigasi.

Ketersediaan Air dari Tampungan Air

Ketersediaan air dari tampungan air merupakan ketersediaan air dari sumur – sumur bor yang ada di DAS Gandong Kabupaten Magetan. Sumur bor ini difungsikan hanya untuk irigasi.

Analisa Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air tergantung dari pemanfaatannya, dalam kajian potensi sumberdaya air ini meliputi :

- Kebutuhan air rumah tangga (Domestik)
- Kebutuhan untuk perikanan
- Kebutuhan untuk peternakan
- Kebutuhan air irigasi
- Kebutuhan air industri
- Kebutuhan air perkotaan (Non Domestik)

- Kebutuhan air untuk tampungan air

Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air penduduk dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang ada di daerah tersebut (Tabel 2). Faktor utama menentukan kebutuhan air penduduk adalah dengan mengetahui jumlah penduduk.

Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Penduduk

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air bersih (liter/hari/orang)
1.	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3000 – 20.000	60 – 90
2.	Kota kecil	20.000 – 100.000	90 – 100
3.	Kota sedang	100.000 – 500.000	100 – 125
4.	Kota besar	500.000 – 1.000.000	125 – 150
5.	Metropolitan	>1.000.000	150 – 200

Sumber: SNI 6728.1:2015

Kebutuhan Air Perikanan

Tiga kategori yang digunakan untuk menghitung besarnya kebutuhan air perikanan atau bisa disebut juga tambak yaitu kategori tambak intensif, setengah intensif dan tambak sederhana (SNI 6728.1, 2015). Standar kebutuhan air tawar rata-rata adalah :

- Tambak sederhana = 0,8 L/det/ha
- Tambak semi intensif = 3,9 L/det/ha
- Tambak intensif = 5,9 L/det/ha

Dengan standart diatas maka kebutuhan air perikanan dapat dihitung dengan persamaan berikut sesuai SNI 6728.1, 2015 :

$$Q_{\text{perikanan}} = L \times I \times A \quad (5)$$

dengan :

- $Q_{\text{perikanan}}$ = Penggunaan air tawar dalam L/det/ha
 L = Luas tambak dalam ha
 I = Intensitas pertambakan per tahun = 2 musim / tahun
 A = Standar kebutuhan air

Kebutuhan Air Peternakan

kebutuhan air rata-rata untuk peternakan tergantung pada populasi/jumlah ternak dan jenis ternak. Berikut standart kebutuhan air untuk setiap jenis ternak :

Tabel 2. Standar Kebutuhan Air Ternak

Jenis ternak	Kebutuhan air (l/ekor/hari)
Sapi/kerbau/kuda	40
Kambing/domba	5
Babi	6
Unggas	0,6

Sumber: SNI 6728.1:2015

Analisa kebutuhan air ternak dilakukan dengan persamaan berikut :

$$Q_{\text{Peternakan}} = [\{q(1) \times P(1)\} + \{q(2) \times P(2)\} + \{q(3) \times P(3)\}] \quad (6)$$

dengan :

- $Q_{\text{Peternakan}}$ = kebutuhan air untuk ternak (l/hari)
 $q(1)$ = kebutuhan air untuk sapi, kerbau, dan kuda (l/ekor/hari)
 $q(2)$ = kebutuhan air untuk kambing dan domba (l/ekor/hari)
 $q(3)$ = kebutuhan air untuk unggas (l/ekor/hari)
 $P(1)$ = jumlah sapi, kerbau, dan kuda (ekor)
 $P(2)$ = jumlah kambing dan domba (ekor)
 $P(3)$ = jumlah unggas (ekor)

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi. Kebutuhan air untuk irigasi bisa di analisa menggunakan metode faktor palawija relatif – luas palawija relatif (FPR - LPR) atau menggunakan metode PU (sesuai kriteria perencanaan irigasi).

Kebutuhan Air Industri

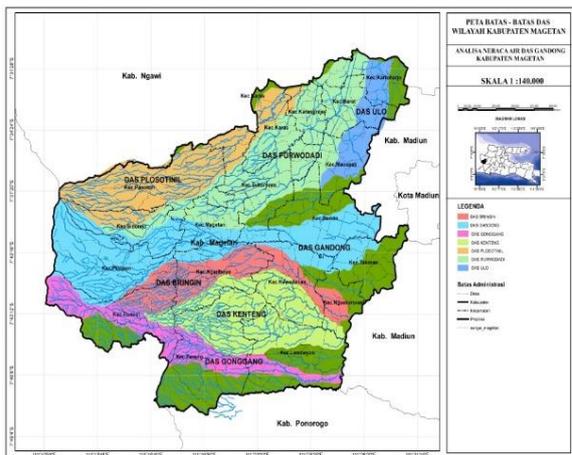
Kebutuhan air industri bisa dianalisa dengan melakukan survei penggunaan air untuk industri di wilayah studi. Namun jika di wilayah studi tidak diperoleh data penggunaan lahan industri, maka kebutuhan air industri dihitung dengan menggunakan persamaan linear. Standar yang digunakan adalah dari Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjen Cipta Karya DPU yaitu kebutuhan air untuk industri di ambil sekitar 10% dari konsumsi air domestik (Bambang Triatmodjo, 2008:323).

Kebutuhan Air untuk Tampung Air

Kebutuhan air untuk tampung air merupakan kebutuhan air yang harus di penuhi guna menjaga volume tampung air di suatu lokasi tetap terjaga (minimum operasi). Jika tampung air terjaga maka pemanfaatan tampung air akan tetap bisa berjalan antara lain pariwisata, irigasi, suplai air baku atau untuk pembangkit listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi lokasi studi



Gambar 1. Lokasi DAS Gandong

Studi ini dilaksanakan pada DAS Gandong di Kabupaten Magetan Provinsi Jawa Timur. DAS Gandong secara administratif mencangkup Kabuptaen Magetan. Secara Geografis Kabupaten Magetan terletak pada $7^{\circ}30'30''$ - $7^{\circ}48'0''$ Lintang Selatan dan $111^{\circ}10'58''$ -

$111^{\circ}30'33''$ Bujur Timur. Panjang sungai Gandong adalah 23,625 km dan luas DAS Gandong adalah 137,158 km²:

Analisa Ketersediaan Air

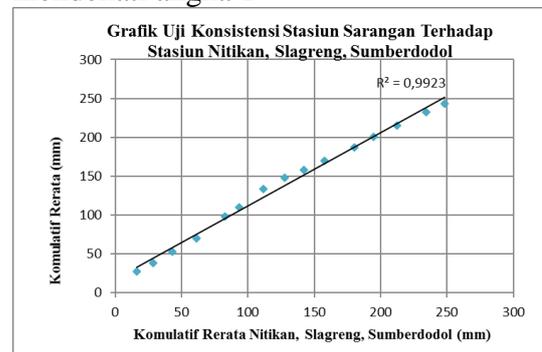
Ketersediaan Air Sungai

Ketersediaan air sungai didapatkan dari debit model menggunakan metode F.J Mock, hal ini dikarenakan tidak adanya data debit dilapangan. Debit model didapatkan dari penurunan data hujan menjadi debit, namun data hujan yang ada harus melalui uji konsistensi dahulu untuk dapat digunakan sebagai analisa nantinya.

Terdapat 9 stasiun hujan yang mewakili curah hujan yang turun di DAS Gandong dengan data curah hujan dan hari hujan mulai tahun 2002 sampai 2016. Berikut hasil dari tahapan analisa ketersediaan air sungai :

1. Uji Konsistensi Data Hujan

Hasil dari uji konsistensi metode kurva massa ganda pada masing – masing stasiun hujan dengan menggunakan 3 stasiun hujan terdekat sebagai pembanding menunjukkan hasil 9 stasiun yang digunakan tidak mempunyai perubahan slope pada garis lurus atau R mendekati angka 1

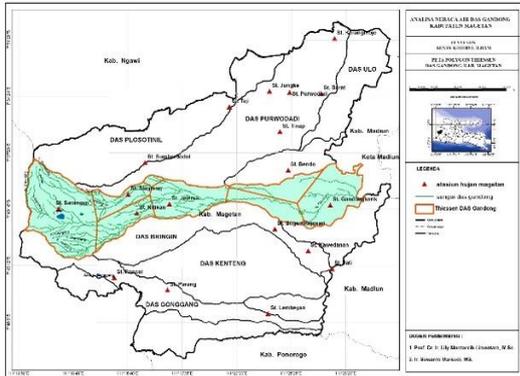


Gambar 2. Grafik Uji Konsistensi Stasiun Hujan Sarangan

2. Curah Hujan Rerata Daerah

Curah hujan rerata daerah di analisa menggunakan metode poligon thiessen pada 9 stasiun hujan yang dianggap mewakili curah hujan yang turun di DAS Gandong Kabupaten Magetan Provinsi

Jawa Timur. Penggambaran poligon thiennes dilakukan dengan software *Arc Map 10.2.2* dapat dilihat pada (gambar 3.), dari penggambaran poligon thiennes maka didapatkan koefisien luasan tiap stasiun hujan Berikut hasil analisa curah hujan rerata daerah pada 9 stasiun hujan :



Gambar 3. Peta Poligon Thiessen

Tabel 3. Koefisien luasan thiennes

Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Koef. Thiessen
(1)	(2)	(3)
Sarangan	45,223	0,33
Nitikan	12,556	0,09
Slagreg	9,874	0,07
Jejeruk	20,720	0,15
bogem rejosari	11,088	0,08
Bendo	11,097	0,08
Gandongkerik	24,708	0,18
Sumberdodol	1,326	0,01
Kawedanan	0,567	0,0004
Jumlah	137,158	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4. Curah Hujan Rerata Daerah DAS Gandong Kabupaten Magetan

No.	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jumlah
1	2002	380,9	225,2	180,4	236,2	136,2	130,4	127,4	0,0	75,8	410,8	311,9	87,3	2302,5
2	2003	351,3	237,9	339,5	273,1	24,4	0,1	0,0	0,0	0,0	12,0	179,6	411,2	1829,1
3	2004	334,4	334,3	210,1	173,3	105,2	15,9	0,0	0,0	7,0	67,7	182,5	220,5	1650,8
4	2005	270,8	319,4	274,5	107,4	65,5	9,3	83,1	0,0	0,0	0,0	239,7	317,7	1687,2
5	2006	231,2	235,2	205,8	152,9	0,1	145,1	99,3	4,1	8,4	115,1	138,3	352,4	1647,9
6	2007	331,2	176,4	176,8	253,0	146,8	23,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,8	257,4	1366,1
7	2008	191,7	269,0	311,0	359,6	100,5	87,4	35,2	0,0	0,0	50,1	206,2	500,6	2111,3
8	2009	213,9	258,4	445,1	175,1	69,2	0,6	0,0	0,0	0,0	161,0	319,8	210,0	1853,2
9	2010	370,2	338,5	178,4	234,4	159,5	80,2	6,2	0,0	0,0	19,0	138,8	215,8	1741,0
10	2011	435,5	478,8	544,5	273,3	374,4	90,6	103,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2300,1
11	2012	434,9	476,0	275,0	259,4	322,2	3,3	26,4	0,0	14,1	100,5	376,4	246,7	2534,9
12	2013	340,1	146,7	209,5	217,1	105,0	17,3	0,0	0,0	0,0	48,5	376,4	246,7	1707,2
13	2014	366,5	328,6	293,0	354,8	218,8	199,1	62,0	0,0	0,0	55,7	193,4	532,8	2604,7
14	2015	335,6	236,1	351,1	245,3	152,6	152,5	52,7	0,0	0,0	0,0	271,5	333,2	2130,6
15	2016	219,4	523,2	359,7	490,0	65,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	172,0	315,4	2145,5
Rerata	320,5	305,6	290,3	253,7	136,4	63,7	39,7	0,3	7,0	69,4	204,5	283,2		
Jumlah	29612,1													

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

3. Evapotranspirasi Potensial

Tabel 5. Evapotranspirasi Potensial

Bulan	ET _o mm/day
January	3.27
February	3.30
March	4.06
April	3.58
May	3.47
June	3.48
July	3.78
August	4.58
September	4.99
October	4.74
November	4.06
December	3.33
Average	3.89

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Evapotranspirasi Potensial dianalisa dengan menggunakan data iklim yang ada. Analisa menggunakan *software Cropwat 8.0* yang direkomendasikan oleh FAO.

4. Pembagian Sub – Sub DAS pada DAS Gandong

Pembagian Sub – Sub DAS bertujuan untuk mempermudah perhitungan debit aliran sungai. Pembagian Sub DAS dilakukan dengan dilakukan mengoverlay antara peta kontur, sungai dan lokasi titik bendung dengan bantuan software *Arc Map 10.2.2*. Hasilnya didapatkan luasan daerah

tangkapan air tiap bangunan pengambilan (bendung).

luasannya tiap daerah tangkapan air dapat dilakukan analisa debit aliran sungai metode F.J Mock di tiap daerah tangkapan air. Berikut contoh hasil analisa debit aliran sungai pada salah satu daerah tangkapan air :

5. Debit Aliran Sungai Metode F.J Mock

Hasil perhitungan curah hujan rerata daerah, evapotranspirasi potensial, dan

Tabel 6. Rekapitulasi Debit Aliran Sungai Bulanan F.J. Mock DTA Bendung Gemblung

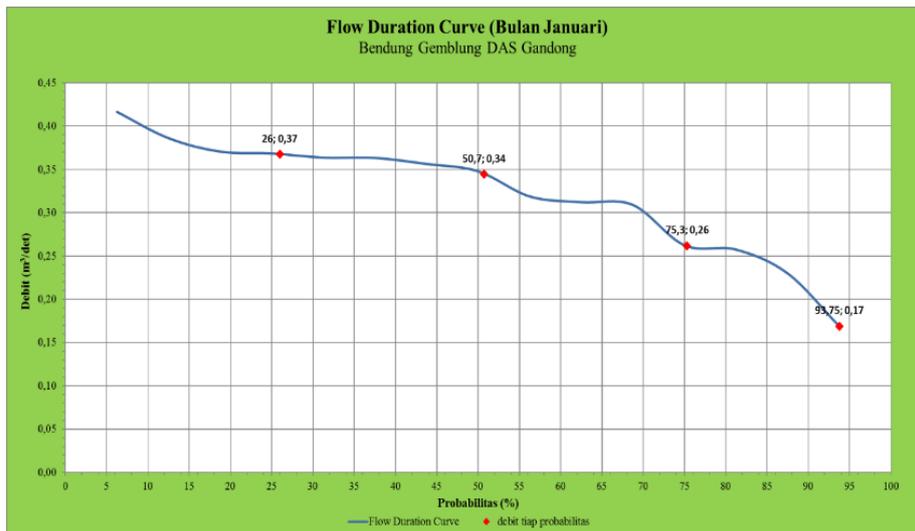
No	Tahun	Debit (m ³ /dt)												Jumlah	Rata - rata
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des		
1	2002	0,39	0,37	0,26	0,31	0,22	0,19	0,15	0,10	0,07	0,30	0,34	0,18	2,87	0,24
2	2003	0,35	0,35	0,38	0,39	0,22	0,16	0,11	0,08	0,05	0,04	0,10	0,32	2,53	0,21
3	2004	0,36	0,46	0,32	0,29	0,19	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,09	0,15	2,22	0,19
4	2005	0,23	0,36	0,31	0,21	0,14	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,14	0,26	1,91	0,16
5	2006	0,26	0,31	0,24	0,21	0,13	0,15	0,09	0,06	0,05	0,03	0,03	0,24	1,79	0,15
6	2007	0,31	0,28	0,21	0,28	0,20	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,16	1,84	0,15
7	2008	0,17	0,28	0,30	0,41	0,23	0,17	0,11	0,08	0,06	0,04	0,12	0,41	2,39	0,20
8	2009	0,31	0,37	0,48	0,35	0,22	0,16	0,11	0,07	0,05	0,08	0,25	0,23	2,68	0,22
9	2010	0,37	0,46	0,29	0,32	0,24	0,16	0,11	0,08	0,06	0,04	0,06	0,14	2,33	0,19
10	2011	0,36	0,58	0,64	0,52	0,55	0,34	0,23	0,16	0,12	0,08	0,06	0,04	3,69	0,31
11	2012	0,32	0,54	0,38	0,39	0,42	0,25	0,17	0,12	0,09	0,06	0,28	0,26	3,28	0,27
12	2013	0,36	0,28	0,24	0,26	0,17	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03	0,25	0,24	2,12	0,18
13	2014	0,37	0,45	0,38	0,46	0,36	0,33	0,20	0,14	0,10	0,07	0,12	0,44	3,42	0,28
14	2015	0,42	0,41	0,43	0,39	0,28	0,25	0,15	0,11	0,08	0,05	0,18	0,30	3,05	0,25
15	2016	0,26	0,59	0,48	0,64	0,35	0,25	0,17	0,12	0,09	0,06	0,11	0,25	3,35	0,28

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 7. Perhitungan Debit Andalan *Flow Duration Curve* DTA Bendung Gemblung

No	Prob %	Debit (m ³ /dt)												
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1	6,25	0,42	0,59	0,64	0,64	0,55	0,34	0,23	0,16	0,12	0,30	0,34	0,44	
2	12,5	0,39	0,58	0,48	0,52	0,42	0,33	0,20	0,14	0,10	0,08	0,28	0,41	
3	18,75	0,37	0,54	0,48	0,46	0,36	0,25	0,17	0,12	0,09	0,08	0,25	0,32	
4	25	0,37	0,46	0,43	0,41	0,35	0,25	0,17	0,12	0,09	0,07	0,25	0,30	
5	31,25	0,36	0,46	0,38	0,39	0,28	0,25	0,15	0,11	0,08	0,06	0,18	0,26	
6	37,5	0,36	0,45	0,38	0,39	0,24	0,19	0,15	0,10	0,07	0,06	0,14	0,26	
7	43,75	0,36	0,41	0,38	0,39	0,23	0,17	0,11	0,08	0,06	0,05	0,12	0,25	
8	50	0,35	0,37	0,32	0,35	0,22	0,16	0,11	0,08	0,06	0,04	0,12	0,24	
9	56,25	0,32	0,37	0,31	0,32	0,22	0,16	0,11	0,08	0,05	0,04	0,11	0,24	
10	62,5	0,31	0,36	0,30	0,31	0,22	0,16	0,11	0,07	0,05	0,04	0,10	0,23	
11	68,75	0,31	0,35	0,29	0,29	0,20	0,15	0,09	0,06	0,05	0,03	0,09	0,18	
12	75	0,26	0,31	0,26	0,28	0,19	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,06	0,16	
13	81,25	0,26	0,28	0,24	0,26	0,17	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,06	0,15	
14	87,5	0,23	0,28	0,24	0,21	0,14	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03	0,03	0,14	
15	93,75	0,17	0,28	0,21	0,21	0,13	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	
Rerata		0,32	0,41	0,36	0,36	0,26	0,19	0,13	0,09	0,06	0,06	0,14	0,24	
Maksimum		0,42	0,59	0,64	0,64	0,55	0,34	0,23	0,16	0,12	0,30	0,34	0,44	
Minimum		0,17	0,28	0,21	0,21	0,13	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	
Q 93,75 % (Kering)		0,17	0,28	0,21	0,21	0,13	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	
Q 75,3 % (Normal)		0,26	0,31	0,26	0,28	0,19	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,06	0,16	
Q 50,7 % (Rendah)		0,34	0,37	0,32	0,35	0,22	0,16	0,11	0,08	0,06	0,04	0,12	0,24	
Q 26 % (Cukup)		0,37	0,46	0,42	0,41	0,34	0,25	0,17	0,12	0,08	0,07	0,24	0,29	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017



Gambar 4. Grafik *Flow Duration Curve* Bulan Januari Bendung Gemblung

Dari hasil perhitungan debit andalan metode *flow duration curve* pada 55 titik bangunan pengambilan maka didapatkan debit andalan yang dipakai adalah debit andalan dengan probabilitas 93,75%, 75,3%, 50,7%, dan 26,0%.

Ketersediaan Air dari Mata Air

Data dari Dinas Pengairan Kabupaten Magetan, mata air di DAS Gandong Kabupaten Magetan berjumlah 48 lokasi dengan pemanfaatan yaitu untuk irigasi dan air minum. Setelah dilakukan rekapitulasi dan pengeplotan titik mata air tiap daerah tangkapan air maka didapatkan :

- Mata air untuk irigasi 27 titik dengan total debit 135 l/det atau 0,135 m³/det
- Mata air untuk air minum 21 titik dengan total debit 66 l/det atau 0,066 m³/det

Ketersediaan Air dari Sumur Bor

Data dari Dinas Pengairan Kabupaten Magetan, Sumur bor di DAS Gandong Kabupaten Magetan berjumlah 24 lokasi dengan pemanfaatan yaitu untuk irigasi. Setelah dilakukan rekapitulasi dan pengeplotan titik sumur bor tiap daerah tangkapan air maka didapatkan total debit sumur bor sebesar 834,23 l/det atau 0,834 m³/det dan hanya terdapat pada daerah tangkapan air gandongkerik.

Ketersediaan Air dari PDAM

PDAM Kabupaten Magetan memiliki 8 unit cabang pelayanan. Tahun 2016 tercatat presentase kehilangan air dalam sambungan distribusi sebesar 38,2%, penggunaan rata – rata rumah tangga (RT) 15,19 m³/bulan, sosial khusus (SOSKHU) 25,11 m³/bulan, sosial umum (SOSUM) 27,62 m³/bulan. Ketersediaan PDAM dianalisa dengan total kebutuhan air yang harus di sediakan PDAM ditambah dengan total kehilangan air yang terjadi pada tiap sumber air. Total debit dari PDAM sebesar 0,033 m³/det (tabel 9.)

Tabel 8. Ketersediaan Air PDAM

Unit Pelayanan	RT	SOSKHU	SOSUM	Total
	(Juta m ³ /tahun)			
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Cabang 1	2,46	0,011	0,070	2,54
Cabang 2	0,89	0,008	0,029	0,92
Cabang 3	1,61	0,000	0,059	1,67
Cabang 4	1,76	0,001	0,051	1,81
Cabang 5	2,02	0,020	0,060	2,10
Cabang 6	0,84	0,002	0,029	0,87
Cabang 7	0,47	0,002	0,019	0,49
Cabang 8	1,54	0,002	0,065	1,60
Total				12,05
Total (m ³ /det)				0,033

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Total Ketersediaan Air DAS Gandong

Total ketersediaan air permukaan yang berasal dari debit sungai, mata air, dan sumur bor dibagi tiap daerah tangkapan air dan tiap probabilitas debit. Total ketersediaan air permukaan :

- Musim Kering ($Q_{93,75\%}$) = 35,144 m³/det
- Musim Rendah ($Q_{75,3\%}$) = 48,050 m³/det
- Musim Normal ($Q_{50,6\%}$) = 59,833 m³/det
- Musim Basah ($Q_{26,0\%}$) = 78,163 m³/det

Total ketersediaan air bawah permukaan yang berasal dari mata air dan PDAM sebesar 163,650 m³/det.

Analisa Kebutuhan Air Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik dihitung dengan mempertimbangkan jumlah penduduk tahun 2016 dan presentase luas wilayah kecamatan yang masuk di DAS Gandong. Standart kebutuhan air domestik adalah 110 l/det/orang (tabel 1.) karena melihat kabupaten magetan tergolong di kota sedang dengan jumlah penduduk 621.274 jiwa. Presentase luas kecamatan yang masuk DAS Gandong dianalisa dengan *Arc Map 10.2.2*. Kebutuhan air domestik DAS Gandong didapatkan sebesar 59,585 m³/det.

Tabel 9. Perhitungan Kebutuhan Air Domestik DAS Gandong Kabupaten Magetan

No.	Kecamatan	Kebutuhan Air m ³ /det	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
1	Bendo	0,028	0,87	0,78	0,87	0,84	0,87	0,84	0,87	0,87	0,84	0,87	0,84	0,87
2	Kawedanan	0,010	0,31	0,28	0,31	0,30	0,31	0,30	0,31	0,31	0,30	0,31	0,30	0,31
3	Magetan	0,025	0,78	0,71	0,78	0,76	0,78	0,76	0,78	0,78	0,76	0,78	0,76	0,78
4	Ngariboyo	0,008	0,26	0,23	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26
5	Nguntoronadi	0,000	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6	Panekan	0,000	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7	Plaosan	0,055	1,71	1,54	1,71	1,66	1,71	1,66	1,71	1,71	1,66	1,71	1,66	1,71
8	Poncol	0,002	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
9	Sidorejo	0,015	0,46	0,42	0,46	0,45	0,46	0,45	0,46	0,46	0,45	0,46	0,45	0,46
10	Sukumoro	0,004	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
11	Takeran	0,014	0,42	0,37	0,42	0,40	0,42	0,40	0,42	0,42	0,40	0,42	0,40	0,42
Jumlah			5,05	4,56	5,05	4,88	5,05	4,88	5,05	5,05	4,88	5,05	4,88	5,05
Jumlah			59,485											

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi di DAS Gandong didapatkan dari data RTTG 2015/2016 Dinas Pengairan Kabupaten Magetan. Analisa Kebutuhan air berdasarkan RTTG menggunakan metode FPR-LPR dengan asumsi air tersedia cukup untuk lahan irigasi. Hasil rekapitulasi kebutuhan air irigasi didapatkan kebutuhan air irigasi sebesar 183,58 m³/det dengan luas lahan irigasi 7.681 Ha terbagi dalam 55 daerah irigasi (D.I)

Kebutuhan Air Peternakan

Kebutuhan air peternakan DAS Gandong dihitung berdasarkan wilayah kecamatan, jumlah dan jenis ternak. karena tiap jenis ternak mempunyai standart kebutuhan air yang berbeda (tabel 10.). Jumlah ternak di DAS Gandong sebanyak 300.652 terdiri dari beberapa jenis ternak seperti kuda, domba, kambing, sapi, sapi perah, dan unggas. Hasil perhitungan kebutuhan air peternakan DAS Gandong didapatkan sebesar 9,890 m³/det.

Tabel 10. Perhitungan Kebutuhan Air Peternakan

Kecamatan	Kebutuhan Air	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
	(L/hari)	m ³ /det											
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Bendo	189390,81	0,068	0,061	0,068	0,066	0,068	0,066	0,068	0,068	0,066	0,068	0,066	0,068
Kawedanan	145189,57	0,052	0,047	0,052	0,050	0,052	0,050	0,052	0,052	0,050	0,052	0,050	0,052
Magetan	82316,11	0,030	0,027	0,030	0,029	0,030	0,029	0,030	0,030	0,029	0,030	0,029	0,030
Ngariboyo	110392,93	0,040	0,036	0,040	0,038	0,040	0,038	0,040	0,040	0,038	0,040	0,038	0,040
Nguntoronadi	3931,75	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Panekan	8269,82	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Plaosan	1101544,85	0,395	0,357	0,395	0,382	0,395	0,382	0,395	0,395	0,382	0,395	0,382	0,395
Poncol	45749,52	0,016	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Sidorejo	260067,59	0,093	0,084	0,093	0,090	0,093	0,090	0,093	0,093	0,090	0,093	0,090	0,093
Sukomoro	58758,78	0,021	0,019	0,021	0,020	0,021	0,020	0,021	0,021	0,020	0,021	0,020	0,021
Takeran	335366,90	0,120	0,109	0,120	0,116	0,120	0,116	0,120	0,120	0,116	0,120	0,116	0,120
JUMLAH		0,840	0,759	0,840	0,813	0,840	0,813	0,840	0,840	0,813	0,840	0,813	0,840
JUMLAH		9,890											

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Kebutuhan Air Perikanan

Kebutuhan air perikanan DAS Gandong mempertimbangkan jenis kolam/tambak yang dipakai masyarakat sebagai wadah pembudidayaan perikanan. Masyarakat DAS Gandong khususnya menggunakan kolam/tambak tradisional dengan standart kebutuhan air

sesuai SNI adalah 0,8 l/det/ha. Data luas lahan perikanan DAS Gandong tahun 2016 didapatkan dari dinas perikanan Kabupaten Magetan. Hasil perhitungan kebutuhan air perikanan didapatkan sebesar 0,0324 m³/det dengan luas area perikanan pada 11 kecamatan seluas 40,485 ha (tabel 5.)

Tabel 11. Perhitungan Kebutuhan Air Perikanan

No.	Kecamatan	Luas total area tambak di DAS gandong	Standart Kebutuhan Air	Kebutuhan Air Perikanan
		ha	L/det/ha	m ³ /det
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Kec.Bendo	0,749	0,8	0,0006
2	Kec.Kawedanan	0,957		0,0008
3	Kec.Magetan	1,477		0,0012
4	Kec.Ngariboyo	1,542		0,0012
5	Kec.Nguntoronadi	0,167		0,0001
6	Kec.Panekan	0,012		0,0000
7	Kec.Plaosan	32,711		0,0262
8	Kec.Poncol	0,543		0,0004
9	Kec.Sidorejo	0,186		0,0001
10	Kec.Sukomoro	0,621		0,0005
11	Kec.Takeran	1,520		0,0012
JUMLAH		40,485		0,0324

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Kebutuhan Air Industri

Kebutuhan air industri DAS Gandong di perhitungkan pada aspek tenaga kerja atau karyawan industri. Hal ini dikarenakan untuk proses produksi tiap-tiap industri telah memiliki sumber air yang cukup dan tidak mengambil dari sungai, mata air, atau PDAM Kabupaten Magetan. Jumlah tenaga kerja DAS Gandong Kabupaten Magetan adalah 28.507 orang yang tersebar di 11 kecamatan, standart kebutuhan air

karyawan industri sebesar 10% dari total kebutuhan air domestik yaitu 2×10^6 m³/det. Hasil perhitungan kebutuhan air industri adalah sebesar 0,748 m³/det.

Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik tiap wilayah Kecamatan yang meliputi pariwisata dan fasilitas – fasilitas umum dihitung sebesar 30% dari total kebutuhan air domestik tiap wilayah Kecamatan. Hal ini dikarenakan tidak

adanya data lengkap terkait fasilitas-fasilitas umum di DAS Gandong Kabupaten Magetan.

Kebutuhan Air untuk Pariwisata

Kebutuhan air untuk pariwisata terletak di telaga sarangan. Tujuan pemenuhan kebutuhan ini adalah untuk menjaga agar operasional pariwisata tetap bisa berjalan dengan minimum tampungan telaga sarangan yaitu sebesar 1,36 juta m³/tahun. Hasil analisa kebutuhan air untuk pariwisata didapatkan sebesar 0,0413 m³/det air yang harus disuplai ke telaga sarangan untuk menjaga agar tampungan air bisa digunakan sebagai operasional wisata.

Total Kebutuhan Air

Total kebutuhan air permukaan DAS Gandong sebesar 183,58 m³/det terdiri dari kebutuhan air irigasi pada 55 daerah irigasi (D.I). Total kebutuhan air bawah permukaan DAS Gandong sebesar

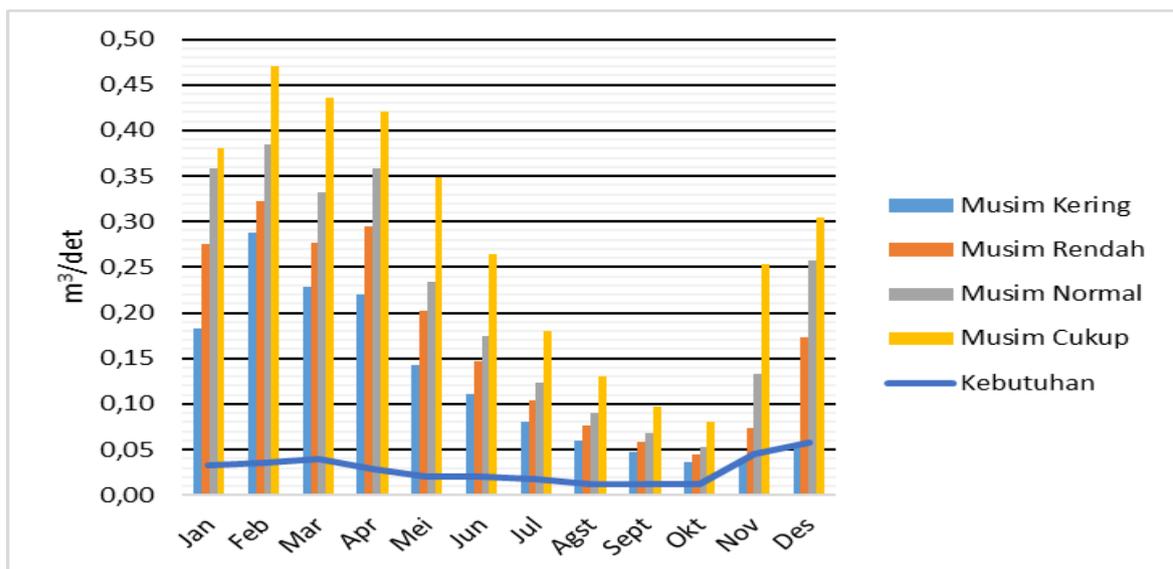
118,990 m³/det terdiri dari domestik, industri, non domestik, perikanan dan peternakan.

Neraca Air DAS Gandong

Neraca air DAS Gandong Kabupaten Magetan terdiri dari neraca air permukaan dengan program *Microsoft Excel* dan *Water Evaluation and Planning*, neraca air bawah permukaan dan neraca air lahan metode *Thorntwaithe Matter*.

Neraca Air Permukaan

Neraca Air Permukaan *Microsoft Excel* Neraca air dengan *Microsoft Excel* ini sesuai persamaan dasar neraca air. Neraca air permukaan menghitung selisih antara ketersediaan air permukaan yaitu debit sungai dan kebutuhan air permukaan yaitu irigasi tiap bangunan pengambilan atau tiap daerah irigasi (D.I) 55 lokasi.



Gambar 5. Neraca Air Permukaan Bendung Gemblung dengan *Microsoft Excel*

Neraca Air Permukaan *Water Evaluation and Planning (WEAP)*

Neraca air permukaan dengan program *Water Evaluation and Planning* dianalisa dengan memasukkan input – input data dan asumsi - asumsi yang dibutuhkan oleh program. Berikut input yang dibutuhkan untuk program WEAP :

- Data *Shapefile* lokasi bendung, telaga, sungai dan topografi (kontur) untuk dilakukan digitasi
- Data kebutuhan air irigasi tiap bangunan pengambilan
- Asumsi air kembali atau *return flow* sebesar 10%

- Data ketersediaan air sungai (permukaan) tercover oleh ketersediaan air tiap daerah irigasi (gambar 6.)
- Output dari program ini adalah presentase kebutuhan yang mampu



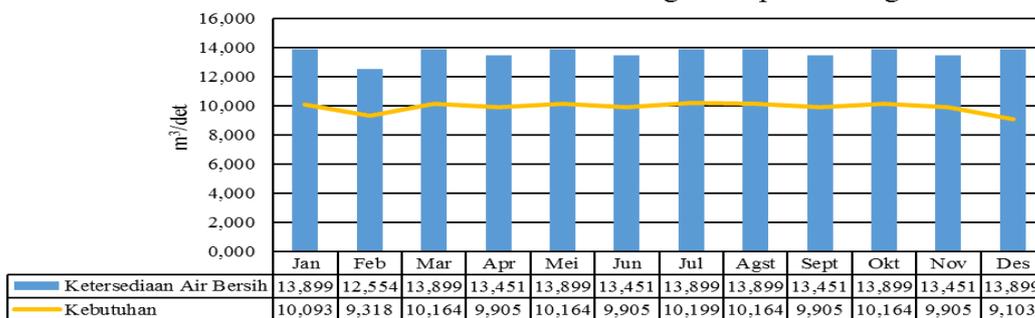
Gambar 6. Neraca Air Permukaan Bendung Gemblung dengan *Water Evaluation and Planning*

Neraca Air Bawah Permukaan

Neraca air bawah permukaan dihitung dengan persamaan dasar neraca air. Menghitung selisih antara ketersediaan air bawah permukaan yaitu mata air dan PDAM dengan kebutuhan air bawah permukaan yaitu domestik, perikanan, peternakan, non domestik dan

industry. Hasil dari neraca air bawah permukaan ini menunjukkan bahwa DAS Gandong masih dalam kondisi surplus air untuk pemenuhan kebutuhan air bawah permukaan bulan januari hingga desember tahun 2016.

Neraca Air Bawah Permukaan Eksisting DAS Gandong Kabupaten Magetan



Gambar 7. Grafik Neraca air bawah permukaan

Neraca Lahan *Thorntwithe Matter*

Neraca air lahan akan memperlihatkan kondisi lahan surplus atau defisit lengas tanah/kelembaban tanah. Neraca air lahan dianalisa sesuai

pengaruh tiap stasiun hujan terhadap DAS Gandong atau bisa dilihat dari peta polygon Perhitungan neraca air lahan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 12. Neraca Air Lahan Metode *Thorntwaite Mather* Stasiun Hujan Sarangan DAS Gandong

Uraian	Satuan	Keterangan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
T	°C	(1)	19,92	20,21	20,49	20,36	20,96	20,67	20,41	20,50	21,35	23,06	22,21	21,06
i		(2)	8,11	8,29	8,46	8,38	8,76	8,58	8,41	8,47	9,00	10,12	9,56	8,82
Σ i		(3)												
a		(4)						104,96						
Epx	mm/bulan	(5)	111,95	116,92	121,82	119,58	130,60	125,23	120,47	122,04	138,06	174,50	155,70	132,50
f		(6)	1,07	0,96	1,04	1,00	1,02	0,98	1,00	1,03	1,00	1,05	1,04	1,07
Ep	mm/bulan	(7)	119,78	112,25	126,69	119,58	133,21	122,73	120,47	125,71	138,06	183,22	161,92	141,77
P	mm/bulan	(8)	263,00	530,00	345,00	434,00	107,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	237,00	333,00
P-Ep	mm/bulan	(9)	143,22	417,75	218,31	314,42	-26,21	-122,73	-120,47	-125,71	-138,06	-183,22	75,08	191,23
APWL	mm/bulan	(10)	0,00	0,00	0,00	0,00	26,21	148,94	269,41	395,11	533,18	716,40	0,00	0,00
WHC/Sto	mm	(11)						209,29						
ST	mm	(12)	209,29	209,29	209,29	209,29	184,66	102,73	57,78	31,69	16,39	6,83	209,29	209,29
DST	mm	(13)	0,00	0,00	0,00	0,00	-24,63	-81,92	-44,96	-26,09	-15,30	-9,56	202,46	0,00
Ea	mm/bulan	(14)	119,78	112,25	126,69	119,58	131,63	81,92	44,96	26,09	15,30	9,56	161,92	141,77
S	mm/bulan	(15)	143,22	417,75	218,31	314,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	191,23
D	mm/bulan	(16)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,58	40,81	75,51	99,62	122,76	173,66	0,00	0,00
la	%	(17)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	33,2	62,7	79,25	88,91	94,78	0,00	0,00
Keterangan		(18)	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Defisit	Surplus						

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Potensi ketersediaan air permukaan yang berasal dari debit, mata air, dan sumur bor dengan jumlah 35,144 m³/det pada musim kering (Q 93,75%), 48,050 m³/det pada musim rendah (Q 75,3%), 59,833 m³/det pada musim normal (Q 50,7%), dan 78,163 m³/det pada musim cukup (Q 26,0%). Ketersediaan air bawah permukaan yang berasal dari suplai PDAM dan mata air yang dimanfaatkan sebagai air bawah permukaan dengan jumlah ketersediaan sebesar 163,650 m³/det.
- Total kebutuhan air permukaan dan kebutuhan air bawah permukaan. Kebutuhan air permukaan terdiri dari kebutuhan air irigasi dan kebutuhan air bawah permukaan berasal dari kebutuhan air domestik, industri, non domestik, perikanan, peternakan. Berikut rincian kebutuhan air DAS Gandong Kabupaten Magetan :
 - Kebutuhan air permukaan DAS Gandong Kabupaten Magetan sebesar 183,58 m³/det dengan 55 daerah irigasi (D.I) yang total luasnya 7.945 ha dan tersebar dalam 9 sub DAS.
 - kebutuhan air bawah permukaan eksisting DAS Gandong Kabupaten Magetan sebesar

- 118,990 m³/det dengan kebutuhan 11 kecamatan yang masuk di dalam wilayah DAS Gandong Kabupaten Magetan.
- Berikut rincian hasil dari analisa neraca air DAS Gandong Kabupaten Magetan :
 - Neraca air permukaan kondisi defisit tertinggi disegala musim adalah D.I Jejeruk dengan besar defisit air tertinggi sebesar 13,68 m³/det atau hanya 1,23% kebutuhan yang mampu terpenuhi pada bulan desember musim kering dan surplus tertinggi disegala musim adalah D.I Gemblung dengan besar surplus air tertinggi sebesar 0,43 m³/det atau 100% kebutuhan mampu terpenuhi pada bulan february musim cukup.
 - Neraca air permukaan yang dianalisa menggunakan program *Water Evaluation and Planning* (WEAP), area tercover/terlayani (coverage area) terendah adalah D.I Mudal dengan presentase area tercover 0 % bulan juni sampai desember dan daerah irigasi dengan kondisi area tercover/terlayani (coverage area) tertinggi adalah D.I Becokan,

Dung biru, Kresekan, Maden, Menco, Mendi, Modang, Mojosemi, Ngadiloyo, dan ngunut. Dengan presentase area tercover 100% pada setiap bulan. Neraca air bawah permukaan kondisi eksisting DAS Gandong Kabupaten Magetan surplus air untuk bulan januari hingga desember.

- Neraca air lahan metode *Thornthwaite Mather*, sebagian besar wilayah DAS Gandong Kabupaten Magetan masih defisit lengas tanah terutama pada bulan mei sampai desember.

Saran

Setelah dilakukan penelitian ini ditemukan beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya. Berikut beberapa saran yang dapat digunakan untuk penyempurnaan penelitian berikutnya :Indonesia, maka penulis memberikan saran sabagai berikut:

- Pemodelan debit dari data hujan pada penelitian ini dinilai kurang sesuai. Selain pemodelan debit empiris sebaiknya perlu dilakukan pengukuran debit dilapangan guna memperoleh hasil pemodelan debit yang sesuai dengan lapangan. Untuk menanggulangi alat pengukur tinggi muka air otomatis (AWLR) yang ada di DAS Gandong yang tidak berfungsi dapat dilakukan pengukuran debit dengan alat lainnya tentunya dengan berpedoman dengan SNI sebagai pedoman pelaksanaan pengukuran.
- Dalam perhitungan kebutuhan air non domestik sebaiknya dilakukan inventarisasi terlebih dahulu terhadap fasilitas – fasilitas non domestik seperti : tempat ibadah, kantor,

sekolah, rumah sakit dll. Sehingga kebutuhan air non domestik dapat menggambarkan kebutuhan air riil dilapangan.

- Pemanfaatan mata air dan sumur bor sebagai sumber air tanah harus diimbangi dengan pemeliharaan lingkungan seperti reboisasi dan pengawasan alih fungsi lahan yang ketat terutama daerah imbuan air tanah yang menjadi tempat masuknya air tanah sehingga ketersediaan air tanah selalu konsisten sepanjang musim.

DAFTAR PUSTAKA

- Br., Sri Harto. (2000). *Hidrologi, Teori-Masalah-Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Badan Standarisasi Nasional . (2015). SNI 6728.1:2015 *Penyusunan neraca spasial sumber daya alam – Bagian 1: Sumber daya air*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional . (2015). SNI 6738.1:2015 *Perhitungan Debit Andalan Sungai dengan Kurva Durasi Debit*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur. (2012). *Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi tahun 2012*. Surabaya.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 01*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- L., Lily Montarcih. (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV. Lubuk Agung.
- Triatmojo, B. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.