

ANALISA KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR PADA DAS SAMPEAN

Indra Kusuma Sari^a, Lily Montarcih Limantara^b, Dwi Priyantoro^b

^aProgram Magister Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

^bJurusan Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

e-mails : dzelove.lovely@yahoo.co.id, lilymont2001@yahoo.com, dwi_prie@ub.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan wilayah pada suatu daerah akan menyebabkan kebutuhan air terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Pemenuhan kebutuhan pangan dan aktivitas penduduk selalu erat kaitannya dengan kebutuhan akan air. Tuntutan tersebut tidak dapat dihindari, tetapi haruslah diprediksi dan direncanakan pemanfaatan sebaik mungkin. Kecenderungan yang sering terjadi adalah adanya ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Untuk mencapai keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air di masa mendatang, diperlukan upaya pengkajian komponen-komponen kebutuhan air, serta efisiensi penggunaan air.

Kebutuhan air domestik dan Non Domestik sebesar 50,93 lt/dt untuk saat ini, 68,34 lt/dt untuk 2 tahun mendatang, 87,09 lt/dt untuk 5 tahun mendatang, 111,96 lt/dt untuk 10 tahun mendatang dan sebesar 160,06 lt/dt untuk 20 tahun mendatang. Kebutuhan air irigasi total sebesar 37.305,7 lt/dt mengairi sawah seluas 36.180 ha. Kebutuhan air Industri sebesar 4,68 lt/dt untuk saat ini, 4,74 lt/dt untuk 2 tahun mendatang, 4,84 lt/dt untuk 5 tahun mendatang, 5,04 lt/dt untuk 10 tahun mendatang dan sebesar 5,54 lt/dt untuk 20 tahun mendatang. Kebutuhan air Perikanan sebesar 281,72 lt/dt untuk saat ini, 296,13 lt/dt untuk 2 tahun mendatang, 319,92 lt/dt untuk 5 tahun mendatang, 366,52 lt/dt untuk 10 tahun mendatang dan sebesar 495,48 lt/dt untuk 20 tahun mendatang.

Dari hasil perhitungan diatas daerah layanan yang mengalami defisit air pada saat ini : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso, 2 tahun mendatang : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso, 5 tahun mendatang : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso, Tenggarang, Sukosari, 10 tahun mendatang : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso, Tenggarang, Sukosari, Maesan, 20 tahun mendatang : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso, Tenggarang, Sukosari, Maesan, Prajekan, Curahdami

Ketersediaan dan Kebutuhan air pada Das Sampean mengalami defisit pada beberapa daerah layanan yang pada kondisi 2,5,10 hingga 20 mendatang semakin bertambah daerah layanan yang mengalami defisit, Kebutuhan air yang mendominasi penggunaan air permukaan di Das Sampean adalah kebutuhan air irigasi, pada kondisi di daerah studi penggunaan air untuk kebutuhan industri dan perikanan banyak menggunakan air dari saluran irigasi yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas air yang masuk pada petak sawah. Keadaan ini ditunjang dengan belum dimanfaatkan dan minimnya sarana bangunan air dari sumber-sumber air lainnya. Oleh sebab itu direkomendasikan agar dilakukan studi dan survey lebih lanjut dari aspek topografi, geologi, hidrologi untuk mengatasi penyediaan air pada daerah defisit, baik interkoneksi dari daerah surplus ke daerah defisit serta perlu dilakukan studi, survey dan investigasi lebih lanjut untuk mencari sumber air baru (bawah permukaan, permukaan) sebagai pemenuhan kebutuhan domestik dan non domestik

Kata kunci : Ketersediaan, Kebutuhan, Neraca Air.

ABSTRACT

The development of the territory in an area will cause the water demand increased continually, lined with population growth. The food needs of people's activities are always closely related to water requirements. This demand can not be avoided, it must be predicted and go with planned utilization instead. The tendency that often go with it, is that the imbalance between availability and demand of water. To achieve a balance of water demand and water availability in the future, studying and surveying the components of water demand and water use efficiency are needed.

The needs of domestic and non domestic water are 50.93 liters / sec for the time being, 68.34 liters/sec for the next 2 years, 87.09 liters/sec for the next 5 years, 111.96 liters/sec for the next 10 years and 160.06 for the next 20 years. Total irrigation water requirements of 37305.7 liters per second to irrigate rice fields that covering an area of 36,180 ha. Industrial water needs 4.68 liters/sec for the time being, 4.74 liters/quotation for the next two years, 4.84 liters/sec for the next 5 years, 5.04 liters/sec for the next 10 years and 5.54 liters/sec for the next 20 years. Fishery water needs of 281.72 liters/sec for the time being, 296.13 liters/second for 2 years, 319.92 liters /sec for the next 5 years, 366.52 liters/sec for the next 10 years and 495.48 liters/sec for the next 20 years.

From that calculation, the service areas with deficit water are: pakem, botolinggo, tlogosari, Bondowoso, in the next 2 years: pakem, botolinggo, tlogosari, Bondowoso, the next 5 years: pakem, botolinggo, tlogosari, Bondowoso, tenggarang, sukosari, the next 10 years: pakem, botolinggo, tlogosari, Bondowoso, tenggarang, sukosari, maesan, and next 20 years: pakem, botolinggo, tlogosari, Bondowoso, tenggarang, sukosari, maesan, prajekan, curahdami.

Availability and water demand in das sampean, deficit in some areas of services, on the condition of the next 2,5,10 and 20 years the areas will Progressively increasing in deficit, the need for water which dominates the use of surface water in das sampean is the necessity for irrigation water demand, on study areas condition, the use of water for many industrial and fishery, uses water supply from irrigation channels, that result for reduced capacity of water supply for the wet rice fields. This situation is worsen by the lack of facilitation use from other water sources. Therefore be recommended for further study and survey of aspects of topography, geology, hydrology, to overcome the water supply in deficit areas, both interconnection of surplus areas to deficit areas and necessarily to study, survey and further investigations to find new water sources (subsurface, surface) as the fulfillment of the needs of domestic and non domestic water supply.

Key words : *availability, requirements, water balance*

PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah pada suatu daerah akan menyebabkan kebutuhan air terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Pemenuhan kebutuhan pangan dan aktivitas penduduk selalu erat kaitannya dengan kebutuhan akan air. Tuntutan tersebut tidak dapat

dihindari, tetapi haruslah diprediksi dan direncanakan pemanfaatan sebaik mungkin.

Kecenderungan yang sering terjadi adalah adanya ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Untuk mencapai keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air di masa mendatang, diperlukan upaya pengkajian komponen-

komponen kebutuhan air, serta efisiensi penggunaan air.

Komponen-komponen yang paling berpengaruh untuk menghitung neraca air adalah kebutuhan air irigasi dan kebutuhan air untuk RKI (rumah tangga, perkotaan, industri dan perikanan), mengacu pada Rencana Tata Ruang wilayah pada daerah studi bahwa pengembangan kota akan diarahkan pada perkembangan beberapa sektor tersebut. Dengan demikian hendaknya dilakukan suatu perencanaan yang tepat agar kebutuhan air dapat terpenuhi. Khusus kebutuhan air untuk irigasi diperlukan pengkajian dan perencanaan unit kebutuhan airnya secara cermat dan teliti, hal ini penting dilakukan karena kebutuhan air untuk irigasi merupakan komponen yang paling tinggi kebutuhan airnya.

Mengingat kecenderungan ketersediaan air khususnya dari air permukaan (sungai) yang tetap sedangkan kebutuhan yang terus meningkat, agar tidak terjadi kekurangan air maka harus segera dilakukan upaya-upaya efisiensi pemakaian air. Fenomena diatas didukung oleh data yang terdapat pada situs Bappenas, direktorat Pengairan dan irigasi tahun 2007 (www.Bapenas.go.id) menunjukkan pada Kabupaten Bondowoso yang wilayahnya merupakan sebagian besar dari das Sampean akan mengalami satu bulan defisit air selama satu tahun mulai dari tahun 2015 hingga dua puluh tahun mendatang. Diperkuat dengan pernyataan dari Balai Pengelolaan Wilayah Sungai Sampean Baru yang menempatkan kekeringan merupakan isu pokok, dengan indikator Indeks Penggunaan Air (IPA) > 1 masuk dalam kategori buruk. (*Proyek Penatagunaan dan Perencanaan Sumberdaya Air WS.Sampean Baru*. 2002), masalah pengelolaan DAS yang tidak sebagaimana mestinya juga turut memicu ketidakseimbangan siklus hidrologi yang terjadi yang ,mengakibatkan ketidakseimbangan ketersediaan dan kebutuhan air ditunjukkan dengan hasil penelitian oleh Departemen Kehutanan Badan Penelitian Dan Pengembangan

Kehutanan Balai Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, 2002 terjadi penyusutan yang begitu drastis hutan rakyat. Sebagian besar petani menebang tegakan hutannya karena harga kayu yang tidak menguntungkan menurut ukuran petani, hutan rakyat diganti dengan tanaman perkebunan dan semusim. Perbandingan antara tegakan hutan rakyat yang ditebang dengan penanaman adalah 3:1 yang mengakibatkan *recharge area* pada DAS Sampean semakin berkurang. Berdasarkan beberapa hasil analisa dari ketiga sumber tersebut maka perlu dilakukan analisa ketersediaan dan kebutuhan air pada DAS Sampean. Diharapkan analisa ini dapat memberikan masukan dan pedoman dalam mengatasi pengelolaan air dalam kurun waktu 2, 5, 10 hingga 20 tahun mendatang

TINJAUAN PUSTAKA

Ketersediaan air dalam pengertian sumberdaya air pada dasarnya berasal dari air hujan (atmosferik), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Wilayah Sungai (WS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, sebagian akan mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (*recharge*) pada kandungan air tanah yang ada (Anonim, 2006)

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa (Suripin, 2002). Ketersediaan air yang merupakan bagian dari fenomena alam, sering sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurat. Hal ini karena ketersediaan air mengandung unsur variabilitas ruang (*spatial variability*) dan variabilitas waktu (*temporal variability*) yang sangat tinggi. Konsep siklus hidrologi adalah bahwa jumlah air di suatu luasan tertentu di hamparan bumi dipengaruhi oleh masukan (input) dan keluaran (output) yang terjadi. Kebutuhan air di kehidupan kita sangat luas dan selalu diinginkan dalam jumlah yang

cukup pada saat yang tepat. Oleh karena itu, analisis kuantitatif dan kualitatif harus dilakukan secermat mungkin agar dapat dihasilkan informasi yang akurat untuk perencanaan dan pengelolaan sumberdaya air.

Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang mengalir secara berkesinambungan atau dengan terputus-putus dalam alur sungai atau saluran dari sumbernya yang tertentu, dimana semua ini merupakan bagian dari sistem sungai yang menyeluruh. Yang termasuk air permukaan meliputi air sungai (*rivers*), saluran (*stream*), sumber (*springs*), danau dan waduk. Jumlah air permukaan diperkirakan hanya 0,35 Juta km³ atau hanya sekitar 1 % dari air tawar yang ada di bumi (Suripin, 2002). Aliran yang terukur di sungai atau saluran maupun danau merupakan ketersediaan debit air permukaan, begitu halnya dengan air yang mengalir ke dalam tanah, kandungan air yang tersimpan dalam tanah merupakan ketersediaan debit air tanah. Dari ketiga sumber air tersebut di atas, yang mempunyai ketersediaan paling besar untuk dimanfaatkan adalah sumber air permukaan dalam bentuk air di sungai, saluran, danau, waduk dan lainnya. Penggunaan air tanah sangat membantu pemenuhan kebutuhan air baku maupun air irigasi pada daerah yang sulit mendapatkan air permukaan, namun pemanfaatan air tanah membutuhkan biaya operasional pompa yang sangat mahal (M. Anis A dkk, 1980).

Air permukaan yang dibutuhkan untuk kehidupan dan produksi adalah air yang terdapat dalam proses sirkulasi air (siklus hidrologi), jika sirkulasi tidak merata maka akan terjadi bermacam kesulitan diantaranya sirkulasi yang kurang, maka kekurangan air ini harus ditambah dalam suatu usaha pemanfaatan air. (Sosrodarsono, 2006). Untuk analisis ketersediaan air permukaan, yang akan digunakan sebagai acuan adalah andalan dari pencatatan yang ada. Yang paling berperan dalam studi ketersediaan air permukaan adalah data rekaman debit aliran

sungai. Rekaman tersebut harus berkesinambungan dalam periode waktu yang dapat digunakan untuk pelaksanaan proyek penyediaan air. Apabila penyediaan air akan dilakukan dari sungai yang masih alami, maka diperlukan rekaman data dari periode-periode aliran rendah yang kritis yang cukup panjang, sehingga besar pasok air dapat diketahui. (Prakarsa Strategis Pengelolaan Sumber Daya Air Untuk Mengatasi Banjir Dan Kekeringan Di Pulau Jawa, 2006).

Debit Sungai dan Debit Intake

Untuk kebutuhan usaha pemanfaatan air, pengamatan permukaan air sungai dilaksanakan pada tempat-tempat di mana akan dibangun bangunan air seperti bendungan dan bangunan-bangunan pengambilan air dan lain-lain (Sosrodarsono, 2006). Untuk mengetahui ketersediaan air disungai diperlukan data yang cukup panjang dan handal, sehingga informasi keragaman debit terhadap waktu kejadian debit rendah dan tinggi dapat tercakup dan mewakili kejadian-kejadian tersebut. Dengan data yang cukup panjang dapat digunakan analisis statistika untuk mengetahui gambaran umum secara kuantitatif besaran jumlah air .

Untuk aliran sungai yang memiliki data pengukuran, ketersediaan airnya dapat ditentukan peluang terjadinya atau terlampauinya yang dapat dihitung dengan metode statistika. Peluang terjadinya atau terlampauinya suatu besaran debit atau yang dalam literatur dinyatakan dengan debit andalan.

Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu (Montarcih, 2009). Menurut pengamatan dan pengalaman.

Terdapat empat metode untuk analisa debit andalan (Montarcih, 2009) antara lain :

1. Metode debit rata-rata minimum, karakteristik Metode Debit Rata-rata minimum antara lain dalam satu tahun hanya diambil satu data (data debit rata-rata harian dalam satu tahun),

metode ini sesuai untuk daerah aliran sungai dengan fluktuasi debit maksimum dan debit minimum tidak terlalu besar dari tahun ke tahun serta kebutuhan relatif konstan sepanjang tahun.

2. Metode *flow characteristic*, berhubungan dengan basis tahun normal, tahun kering dan tahun basah. Yang dimaksud debit berbasis tahun normal adalah jika debit rata-rata tahunannya kurang lebih sama dengan debit rata-rata keseluruhan tahun. Untuk debit berbasis tahun kering adalah jika debit rata-rata tahunannya lebih kecil dari debit rata-rata keseluruhan tahun. Sedangkan untuk debit berbasis tahun basah adalah jika debit rata-rata tahunannya lebih kecil dari debit rata-rata keseluruhan tahun. Metode ini cocok untuk DAS dengan fluktuasi debit maksimum dan debit minimum relatif besar dari tahun ke tahun, kebutuhan relatif tidak konstan sepanjang tahun, dan data yang tersedia cukup panjang. Keandalan berdasar kondisi debit dibedakan menjadi 4 antara lain :
 - Debit air musim kering, yaitu debit yang dilampaui debit-debit sebanyak 355 hari dalam 1 tahun, keandalan : 97,3 %
 - Debit air rendah, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 275 hari dalam 1 tahun, keandalan : 75,3 %
 - Debit air normal, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 185 hari dalam 1 tahun, keandalan : 50,7 %
 - Debit air cukup, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam 1 tahun, keandalan : 26,0 %
3. Metode Tahun Dasar Perencanaan, analisa debit andalan menggunakan Metode ini biasanya digunakan dalam perencanaan atau pengelolaan irigasi. Umumnya di bidang irigasi dipakai debit dengan keandalan 80 %, sehingga

rumus untuk menentukan tahun dasar perencanaan adalah sebagai berikut :

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1$$

Dengan :

n = kala ulang pengamatan yang diinginkan

R80 = debit yang terjadi < R80 adalah 20%

4. Metode Bulan Dasar Perencanaan, analisa debit andalan menggunakan metode ini hampir sama dengan Metode Flow Characteristic yang dianalisa untuk bulan-bulan tertentu. Metode ini paling sering dipakai karena keandalan debit dihitung bulan Januari sampai dengan Bulan Desember, jadi lebih bisa menggambarkan keadaan pada musim kemarau dan penghujan.

Biasanya bendung hanya digunakan pada tempat yang kecil debitnya, mengingat pembangunan bendung yang besar untuk pengukuran aliran memerlukan biaya yang besar. Jika permukaan air di udik bendung sudah diketahui, maka debit dapat dihitung. Jadi permukaan air diudik bendung harus dicatat (Sosrodarsono, 2006).

Untuk menghitung besarnya debit intake yang datanya bersifat hipotetic menggunakan nilai modus. Angka modus lebih bermanfaat sebagai angka prakiraan besarnya nilai tengah dan sebagai indikasi pusat penyebaran data (Chay.2004).

Mata Air

Menurut undang-undang no 11 tahun 1974 pasal 1 ayat 3, mata air adalah tempat-tempat atau wadah-wadah air, baik yang terdapat diatas, maupun di bawah permukaan tanah. Sedangkan menurut Undang no 7 Tahun 2004 pasal 35 ayat 2 yang dimaksud dengan sumber air permukaan lainnya, antara lain, situ, embung, ranu, waduk, telaga, dan mata air (spring water).

Kebutuhan air Irigasi

Pola tata tanam akan memberikan gambaran tentang jenis dan luas tanaman yang akan diusahakan dalam satu tahun. Pola tata tanam yang direncanakan untuk suatu daerah irigasi merupakan jadual

tanam yang disesuaikan dengan ketersediaan airnya. Berbagai jenis tanaman mempunyai kebutuhan air yang bervariasi, bergantung pada jenis dan tahap pertumbuhan tanaman.

Berbagai jenis tanaman untuk pertumbuhannya memerlukan kebutuhan air yang berbeda. Bila kebutuhan air tersebut dibandingkan dengan kebutuhan air untuk tanaman polowijo, maka nilai/angka-angka tersebut dinamakan koefisien tanaman atau luas polowijo relatif (LPR). (Anonim, 2000).

Tabel 1 Harga K untuk berbagai jenis tanaman

Jenis Tanaman	Faktor Tanaman (pol)
Padi (periode pembibitan)	20
Padi (periode persiapan lahan)	6
Padi (masa pertumbuhan)	4
Tebu (masa muda)	1,5
Tebu (masa dewasa)	0
Polowijo	1
Tanah kosong	0
Padi liar (semua tahap)	1
Tembakau	1

Pada metode ini harga dasar LPR ditentukan 1,0 (polowijo) berdasarkan pada kebutuhan air tanaman polowijo dan faktor-faktor lain ditentukan berdasarkan jenis tanaman dengan persamaan:

$$\text{Nilai LPR} = \text{Luas} \times K$$

dengan:

$$\text{Nilai LPR} = \text{nilai luas polowijo relatif (pol.ha)}$$

$$\text{Luas} = \text{luas lahan yang ditanami (ha)}$$

$$K = \text{faktor tanaman (pol)}$$

Total nilai LPR didapat dari jumlah nilai LPR untuk tiap jenis tanaman dalam tiap tahap.

Kebutuhan Air Rumah Tangga

Kebutuhan air rumah tangga adalah air yang diperlukan untuk rumah tangga, biasanya diperoleh dari sumur dangkal, perpipaan, hidran umum.

Tabel 2 Standar Kebutuhan Air Rumah Tangga Berdasarkan Jenis Kota dan Jumlah Penduduk

Jumlah Penduduk	Jenis Kota	Jumlah Kebutuhan Air (l/org/hari)
> 2.000.000	Metropolitan	>210
1.000.000 – 2.000.000	Metropolitan	150 - 210
500.000 – 1.000.000	Besar	120 – 150
100.000 – 500.000	Besar	100 - 120
20.000 – 100.000	Sedang	90 – 100
3.000 – 20.000	Kecil	60 - 100

Sumber : Anonim, 2000

Kebutuhan air non domestik

1. Kota besar : (30 – 45) % x kebutuhan air domestik
2. Kota sedang: (20 – 30) % x kebutuhan air domestik
3. kota kecil : (10 – 20) % x kebutuhan air domestik

Kebutuhan Air Industri

Untuk menghitung kebutuhan air irigasi digunakan standar kebutuhan air industri. Standar kebutuhan air industri ini berdasarkan proses atau jenis industri yang ada pada wilayah yang akan dikembangkan dan rencana jumlah pekerja pada industri tersebut. Besarnya standar kebutuhan air industri adalah sebagai berikut:

- Untuk pekerja industri
Kebutuhan air untuk pekerja industri merupakan kebutuhan air domestik yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pekerja pabrik. Adapun jumlah kebutuhan air tersebut adalah 60 liter/pekerja/hari.
- Untuk proses industri

Diklasifikasikan pada Tabel 3

Tabel 3. Kebutuhan Air Industri Berdasarkan Beberapa Proses Industri

Jenis Industri	Jenis Proses Industri	Kebutuhan Air (l/hari)	Mutu Air
Industri rumah tangga	Belum ada, rekomendasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan air rumah tangga.		Disesuaikan dengan proses industri
Industri kecil			
Industri sedang	Minuman ringan	1.600 – 11.200	
	Industri es	18.000 – 67.000	
	Kecap	12.000 – 97.000	
Industri besar	Minuman ringan	65.000 – 78 juta	
	Industri pembekuan ikan dan biota perairan lainnya	225.000 – 1,35 juta	
Industri tekstil	Proses pengolahan tekstil	400 – 700 l/kapita/hari	

Sumber: Anonim, 2000

Kebutuhan Air Perikanan

Budidaya ikan air tawar, dalam hal ini adalah kolam, mempunyai pengertian teknis yaitu suatu perairan buatan yang luasnya terbatas, sengaja dibuat manusia dan mudah dikuasai. Mudah dikuasai dapat diartikan mudah diisi, dikeringkan, dan mudah diatur menurut kehendak kita. Secara kuantitatif air yang diberikan harus mampu mengairi seluruh areal perkolaman, sehingga budidaya ikan tidak tersendat-sendat dan kolam bisa dipergunakan sebagaimana mestinya. Debit air yang baik untuk kolam tidak kurang dari 10 – 15 lt/dt/ha.

Neraca Air

Penyusunan neraca air di suatu tempat dan pada suatu tempat dimaksudkan untuk mengetahui jumlah netto dari air yang diperoleh sehingga dapat diupayakan pemanfaatannya sebaik mungkin (I Gede.2009).

Menurut Mather (1978) istilah neraca air mempunyai beberapa arti yang berbeda tergantung dari skala ruang dan waktu :

- Skala makro : neraca air dapat digunakan dalam pengertian yang sama seperti siklus hidrologi, neraca global tahunan dari air di lautan, atmosfer dan bumi pada semua fase;
- Skala meso : neraca air dari suatu wilayah atau suatu drainase basin utama;

- Skala mikro : neraca air yang diselidiki dari lapangan bervegetasi, tegakan hutan atau kejadian individu pohon.

Neraca air merupakan perimbangan antara masukan (input) dan keluaran (output) air di suatu tempat pada suatu saat/periode tertentu. Dalam perhitungan digunakan satuan tinggi air (mm, atau cm). Satuan waktu yang digunakan dapat dipilih satuan harian, mingguan, dekad (10 harian), bulanan ataupun tahunan sesuai dengan keperluan(I Gede.2009).

METODE STUDI

Lokasi studi Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada Daerah Aliran Sungai Sampean yang terletak pada Kabupaten Bondowoso dan Kabupaten Situbondo dengan luas DAS 1.206 km².



Gambar 1. Lokasi Studi

Daerah Aliran Sungai (DAS) Sampean digunakan dasar untuk perencanaan sumberdaya air dalam analisa neraca air memerlukan keterpaduan dari semua aspek. Karena ketersediaan air di sungai tergantung dari kondisi alamiah Daerah Aliran Sungai yang mana merupakan kesatuan wilayah tata air.

Metode yang digunakan dalam kajian ini bersifat *deskriptif yang merupakan analisa fenomena/kejadian pada masa lampau* dan bertujuan untuk mengevaluasi kondisi pada periode tertentu sebagai dasar perencanaan untuk masa mendatang berdasarkan data yang dikumpulkan sesuai dengan tujuannya berdasarkan analisa secara teoritis dan empiris yang kemudian ditarik kesimpulan dari hasil analisa yang telah dilakukan.

Tahapan Kajian

Tahapan – tahapan kajian disajikan pada Gambar 3, secara rinci dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data-data yang telah dilakukan.
2. Menghitung kebutuhan air total yaitu ; rumah tangga, non domestik, industri, irigasi dan perikanan untuk masing – masing periode waktu kajian.
3. Menghitung debit ketersediaan air pada DAS Sampean dengan menghitung ketersediaan debit pada bangunan air yang ada :
 - a. Kapasitas mata air pada bangunan penangkap air yang disediakan oleh PDAM sebagai penyuplai kebutuhan air domestik dan non domestik.
 - b. Debit andalan berdasarkan data pengukuran debit Sungai dan debit intake pada setiap bendung dengan periode 10 th.
4. Melakukan analisa kebutuhan air total di DAS Sampean untuk proyeksi 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 20 tahun kedepan
5. Melakukan analisa neraca air (water balance) pada masing-masing daerah layanan dari ketersediaan dan kebutuhan air hasil perhitungan langkah sebelumnya
6. Dilakukan analisa neraca air dari perhitungan nomor 5 di atas, dapat diketahui kondisi daerah yang mengalami defisit dan surplus untuk kondisi saat ini, 2, 5, 10 dan 20 tahun mendatang

Dari hasil perhitungan *water balance* pada langkah nomor 5 di atas, maka ditentukan upaya – upaya pencegahan dan penanganan serta rekomendasi berdasarkan hasil analisa pada langkah nomor 6, agar ketersediaan air di DAS Sampean dapat dimanfaatkan secara efisien dalam penggunaannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso dan Situbondo tahun 2003 sampai dengan tahun 2007, laju

pertumbuhan penduduk rata-rata pada Das Sampean adalah 3,18 % per tahun.

Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Tabel 4 Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik pada saat ini, 2, 5, 10, 20 tahun mendatang

No	Daerah Layanan	Kebutuhan Air Tahun (lt/dt)				
		2007	2009	2012	2017	2027
1	Maesan	6.60	9.06	12.21	15.53	19.30
2	Tamanan	4.13	11.06	17.16	26.18	49.16
3	Tlogosari	8.00	10.12	12.64	15.85	19.55
4	Sukosari	6.53	7.72	8.47	10.77	16.66
5	Pakem	6.11	7.83	9.75	12.09	15.61
6	Curahdami	19.53	22.55	26.87	31.54	39.78
Total (lt/dt)		50.90	68.34	87.09	111.96	160.06

Sumber : Hasil Perhitungan

Jumlah penduduk total yang menduduki DAS Sampean sampai saat ini adalah 886.794 jiwa dan akan meningkat menjadi 929.154 jiwa 2 tahun mendatang, 1.010.540 jiwa 5 tahun mendatang, 1.210.176 jiwa 10 tahun mendatang dan 2.042.745 jiwa pada 20 tahun mendatang. Pada saat ini jumlah penduduk pada DAS Sampean jika dipandang dari parameter jumlah penduduk termasuk kategori kota besar akan tetapi kebutuhan dan penggunaan akan air tidak dapat dipandang sama besarnya karena bagaimanapun melihat kondisi kondisi perekonomian Kabupaten Bondowoso yang 90 % wilayahnya masuk sebagai bagian dari DAS Sampean mengalami perkembangan perekonomian yang relatif kecil pertahunnya yaitu 0,02 % (RTRW Kabupaten Bondosowo. 2007) maka dimungkinkan adanya penggunaan air yang tidak melebihi kebutuhan pokok sehari-sehari.

Kebutuhan Air Industri

Kebutuhan air industri adalah kebutuhan air untuk proses industri dan kebutuhan pekerja industri.

Tabel 5. Kebutuhan Air Industri Pada DAS Sampean 2,5,15 sampai 20 Tahun mendatang

No	Water District (Daerah Layanan)	Kebutuhan Air				
		saat ini	2 th	5 th	10 th	20 th
		(Lt/dt)				
1	Maesan	0.450	0.487	0.547	0.663	0.977
2	Prajean	0.232	0.232	0.232	0.232	0.232
3	Jambesari	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467
4	Pakem	0.521	0.521	0.521	0.521	0.521
5	Tenggarang	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
6	Botolinggo	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
7	Klabang	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
8	tamanan	0.551	0.551	0.551	0.551	0.551
9	Grujugan	1.338	1.338	1.338	1.338	1.338
10	Curahdami	0.303	0.303	0.303	0.303	0.303
11	Pujer	0.218	0.218	0.218	0.218	0.218
12	Tapen	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103
13	Bondowoso	0.675	0.419	0.459	0.534	0.723

Jumlah industri di DAS Sampean mencapai 57 unit industri kecil antara lain industri makanan dan minuman, sandang kulit, kimia, kuningan, meubel rokok, konveksi, batu hias dan batik yang pada saat ini berjumlah 57 unit dengan total pekerja sejumlah 7.789 jiwa . Berdasarkan perhitungan di atas terlihat daerah layanan Grujugan membutuhkan kebutuhan air industri paling besar dikarenakan terdapat beberapa pusat industri pada kecamatan grujugan diantaranya industri kimia, industri meubel, industri rokok, dan batu hias dengan total 8 unit industri dengan tenaga kerja total sejumlah 1906 jiwa yang paling banyak membutuhkan air disamping ke 13 daerah layanan lainnya.

Kebutuhan Air Perikanan

Debit air yang baik untuk kolam 10 lt/dt/ha.

Tabel 6 Kebutuhan Air Perikanan Pada DAS Sampean 2, 5, 10 sampai dengan 20 Tahun mendatang

No	Water District (Daerah Layanan)	Kebutuhan Air				
		saat ini	2 th	5 th	10 th	20 th
		(Lt/dt)				
1	Maesan	12.500	12.714	13.042	13.608	14.814
2	Cermee	9.858	10.170	10.656	11.518	13.457
3	Prajean	10.080	11.794	14.926	22.101	48.460
4	Jambesari	7.390	7.390	7.390	7.390	7.390
5	Pakem	15.798	16.406	17.373	19.138	23.360
6	tenggarang	32.617	35.434	40.123	49.357	74.687
7	Binakal	7.700	8.475	9.787	12.440	20.097
8	Wonosari	19.743	20.418	21.474	23.357	27.633
9	Botolinggo	6.225	6.275	6.352	6.481	6.747
10	Klabang	17.423	17.859	18.534	19.716	22.311
11	Tamanan	25.600	26.218	27.173	28.843	32.498
12	Grujugan	28.625	30.644	33.943	40.248	56.590
13	Curahdami	9.000	9.879	11.362	14.343	22.857
14	Tlogosari	37.505	37.916	38.541	39.605	41.823
15	Sukosari	40.260	42.908	47.222	55.437	76.597
16	Bondowoso	1.400	1.624	2.028	2.937	6.163

Jumlah total lahan perikanan sampai tahun terakhir adalah 31,52 ha, berdasarkan perhitungan diatas didapatkan kebutuhan air perikanan terbesar terdapat pada daerah

layanan Sukosari memiliki luas lahan perikanan terbesar di DAS Sampean.

Kebutuhan Air Irigasi

Pola tanam yang diterapkan pada masing-masing daerah irigasi di DAS Sampean didasarkan pada pola tanam yang diterapkan pada daerah studi.

Kebutuhan air yang besar terdapat pada musim tanam 1 sampai dengan karena pola tanam pada daerah studi adalah padi-padi palawija-padi palawija. Berdasarkan hasil perhitungan didapat kebutuhan air tertinggi pada daerah layanan Situbondo dengan kebutuhan rata-rata per tahun sebesar 7455.98 lt/dt mengairi sawah seluas 8613 ha dan kebutuhan air terendah pada daerah layanan Grujugan dengan kebutuhan rata-rata pertahun sebesar 88.01 lt/dt mengairi sawah seluas 179 ha.

Ketersediaan Air

Mata air merupakan air permukaan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan non domestik masyarakat sekitarnya. Seperti telah dinyatakan pada pembahasan sebelumnya bahwa 90 % wilayah DAS Sampean secara administratif berada pada Kabupaten Bondowoso (23 Kecamatan) dan 10 % (3 kecamatan) pada Kabupaten Situbondo. Pemenuhan Kebutuhan Domestik dan Non Domestik pada 6 daerah layanan dilayani oleh Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Bondowoso dengan menggunakan mata air yang ditangkap melalui bangunan penangkap air (bronkaptering), sementara 10 daerah layanan yang lain pemenuhan kebutuhan airnya berasal dari layanan PDAM menggunakan sumur Bor dan 10 daerah layanan yang lain menggunakan sumur Bor sendiri tidak menggunakan layanan dari PDAM.

Pada studi ini analisa dilakukan pada ketersediaan air permukaan, oleh sebab itu dilakukan perhitungan debit andalan (tabel 7) dengan keandalan yang ada pada mata air yang ditangkap oleh bangunan penangkap air (bronkaptering) dengan kapasitas dimnafaatkan bangunan penangkap. Perhitungan Debit dengan debit andalan menggunakan metode *basic month*.

Besarnya angka probabilitas yang akan diambil adalah 90 % dengan pertimbangan bahwa keandalan 90 % ini merupakan keandalan operasi, dikarenakan studi ini

tidak membahas perencanaan bangunan melainkan membahas antara kebutuhan dan ketersediaan air.

Tabel 7. Debit Sumber Ketersediaan Untuk Kebutuhan Domestik Dan Domestik

NO	DAERAH LAYANAN	DEBIT SUMBER												Rerata
		JANUARI	PEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOPEMBER	DESEMBER	
		lt/dt												lt/dt
1	Maesan	7.92	15.20	15.20	14.00	14.00	6.75	6.75	6.73	9.00	9.00	9.00	9.00	10.21
2	Tamanan	2.48	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77	3.11
3	Tlogosari	15.00	15.00	15.00	16.40	16.40	16.40	16.40	16.40	4.80	16.40	16.40	16.40	15.08
4	Sukosari	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.20	10.48	17.32	17.00	11.25
5	Pakem	1.30	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.76
6	Curahdami	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.70	2.30	2.50	2.50	2.50	2.79

Sumber : Hasil Perhitungan

Sungai sebagai salah satu bentuk air permukaan merupakan pemenuh kebutuhan Sektor Irigasi, Industri dan Perikanan pada DAS Sampen. Bangunan air pemenuh kebutuhan air irigasi adalah bendung dengan intake untuk pengambilan air dari sungai.

Besarnya debit sungai didapatkan dari menjumlahkan antara data pengukuran debit intake dan debit limpasan . Besarnya debit intake didapatkan dari data pengukuran pada masing – masing bangunan.

Ketersediaan air irigasi didapatkan dengan menghitung debit yang sering muncul pada bangunan pengambilan (intake), sedangkan untuk mengetahui total ketersediaan air untuk irigasi, industri dan perikanan yang terlayani dari sungai dilakukan perhitungan debit andalan menggunakan metode *basic month*.

Melihat ketersediaan air yang dibutuhkan untuk berbagai kebutuhan yang harus terpenuhi sepanjang tahun maka perlu diketahui keandalan berdasarkan empat kondisi debit sepanjang tahun diantaranya debit air musim kering (keandalan 97,3 %), debit air rendah (keandalan 75,3 %), debit air normal (keandalan 50,7 %), debit air cukup (keandalan 26 %). Berdasarkan hasil perhitungan debit air cukup, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam 1 tahun dengan keandalan 26,0 % mencapai 594.222,98lt/dt. Sedangkan debit air musim kering yaitu debit yang dilampaui debit-debit sebanyak 355 hari dalam 1 tahun, dengan keandalan 97,3 % mencapai 85.6 lt/dt.

Tabel 8 Debit Andalan Sungai dan Modus Debit Intake

No	Daerah Layanan	Bendung	Q rerata	Qandalan 97,3 %	Qandalan 80 %	Qandalan 75,3 %	Qandalan 50,7 %	Qandalan 26 %	Q Intake
1	Maesan	Dam Sugar	817.34	603.12	618.07	702.34	821.04	922.33	778.36
2	Cermee	Dam Burutan	1205.13	896.04	959.07	985.95	1148.32	1383.00	972.96
3	Praekan	Dam Bluncong	2089.98	1177.73	1311.37	1370.50	1728.58	2807.11	830.51
4	Jambesari	Dam Ciangap	4201.43	2905.14	3550.16	3767.50	4597.10	5705.90	3524.15
5	Pakem	Dam Gubri	997.96	794.49	835.93	892.56	970.58	1091.13	632.08
6	Tenggarang	Dam Garu	938.52	772.14	841.28	880.34	1236.56	1520.71	1153.00
7	Binakal	Dam Kabuaran	1138.80	865.73	947.34	968.39	1107.37	1252.50	1017.01
8	Wonosari	Dam Batu	2865.41	2587.77	2721.01	2789.08	3392.50	4236.75	3119.86
9	Botolinggo	Dam Asem	1228.56	399.20	472.97	501.24	816.62	1973.12	244.25
10	Klabang	Dam Pager Gunung	2143.89	1699.12	1827.64	1857.29	2072.50	2279.67	1712.19
11	Tamanan	Dam Celeng	606.04	578.89	598.92	608.87	661.65	893.38	649.33
12	Grujukan	Dam Pring Jaquna	279.38	201.81	218.93	224.99	247.65	297.98	238.86
13	Curahdami	Dam Gunung Pring	1453.24	924.15	1096.94	1160.83	1358.81	1661.65	1123.85
14	Tlogosari	Dam Pakisan	1724.92	776.48	1201.51	1526.49	2424.97	2996.38	2301.72
15	Sukosari	Dam Pinang Pait	3877.35	3663.05	3951.97	4100.87	4486.16	5423.08	4461.65
16	Bondowoso	Dam Selokambang	3164.21	2328.63	2540.18	2632.28	2972.39	3399.04	1438.40
17	Tapen	Sampen Baru	116111.73	11201.37	16484.51	18217.19	68094.55	194418.54	7815.19
18	Situbondo	Sampen Lama	19278.63	8286.00	12007.40	12718.85	16900.77	22836.30	12494.08

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pada 7 (Tujuh) daerah layanan debit sungai dengan keandalan 80% lebih besar dari debit intake, ini menunjukkan limpasan yang terjadi cukup besar sehingga dapat ditinjau kembali pola operasi pintu pengambilan dengan kesesuaian debit yang digunakan untuk pemenuhan kebutuhan air di daerah layanan tersebut. Pada ke 12 (dua belas) daerah layanan lainnya dengan keandalan debit sungai 80 % debit sungai lebih kecil dari debit intake, kondisi ini menunjukkan pada sebagian bendung tidak ada air yang melimpas ke hilir, karena semua masuk ke pintu pengambilan mengindikasikan pengambilan air berlebihan di hulu.

Air di bumi ini mempunyai siklus yang disebut dengan daur hidrologi (Chay Asdak. 2001), dapat diterjemahkan bahwa sebenarnya jumlah air di bumi ini adalah tetap. Timbulnya daerah rawan banjir di daerah hulu seperti pada daerah layanan prajekan terjadi karena perubahan fisiografis lahan hutan yang berubah fungsi

mengakibatkan perubahan perilaku kebutuhan air pada DAS Sampean pada hidrologi. tabel 21 – 25 berikut :

Neraca Air

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disajikan besarnya total ketersediaan dan

Tabel 9. Neraca Air pada DAS Sampean untuk saat ini, 2, 5, 10 dan 20 tahun mendatang

No	Water District (Daerah Layanan)	Ketersediaan Air (lt/dt)	Kebutuhan Air (lt/dt)					Neraca Air (lt/dt)				
			saat ini	2 thn	5 thn	10 thn	20 thn	saat ini	2 thn	5 thn	10 thn	20 thn
1	Maesan	628.28	778.97	781.68	781.68	789.22	794.51	-150.68	-153.40	-153.40	-160.94	-166.23
2	Cermee	959.07	875.50	875.81	875.81	877.16	879.10	83.57	83.26	83.26	81.91	79.97
3	Prajekan	1311.37	795.22	796.94	796.94	807.25	833.60	516.15	514.43	514.43	504.13	477.77
4	Jambesari	3550.16	2,957.80	2,957.80	2,957.80	2,957.80	2,957.80	592.36	592.36	592.36	592.36	592.36
5	Pakem	837.69	1,758.90	1,806.03	1,806.03	1,810.29	1,813.81	-921.22	-968.34	-968.34	-972.60	-976.13
6	Tenggarang	841.28	1,245.81	1,248.62	1,248.62	1,262.55	1,287.88	-404.52	-407.34	-407.34	-421.26	-446.59
7	Binakal	947.34	215.30	216.08	216.08	220.04	227.70	732.04	731.26	731.26	727.30	719.64
8	Wonosari	2721.01	1,423.65	1,424.33	1,424.33	1,427.27	1,431.54	1297.36	1296.68	1296.68	1293.74	1289.47
9	Botolinggo	472.97	717.57	759.02	759.02	759.22	759.49	-244.61	-286.05	-286.05	-286.25	-286.52
10	Klabang	1827.64	908.10	908.54	908.54	910.40	912.99	919.54	919.10	919.10	917.24	914.65
11	Tamanan	602.03	514.62	522.17	522.17	539.91	566.55	87.41	79.86	79.86	62.11	35.47
12	Grujugan	218.93	117.97	119.99	119.99	129.60	145.94	100.95	98.94	98.94	89.33	72.99
13	Curahdami	1099.73	1,106.99	1,110.88	1,110.88	1,124.33	1,141.09	-7.26	-11.15	-11.15	-24.60	-41.36
14	Tlogosari	1216.59	2,470.84	2,473.38	2,473.38	2,480.80	2,486.71	-1254.25	-1256.78	-1256.78	-1264.20	-1270.12
15	Sukosari	3963.22	5,410.06	5,413.90	5,413.90	5,429.48	5,456.53	-1446.84	-1450.68	-1450.68	-1466.26	-1493.31
16	Bondowoso	2540.18	3,887.39	3,887.63	3,887.63	3,889.06	3,892.48	-1347.21	-1347.46	-1347.46	-1348.89	-1352.30
17	Tapen	16484.51	4,986.11	4,986.11	4,986.11	4,986.11	4,986.11	11498.39	11498.39	11498.39	11498.39	11498.39
18	Situbondo	12007.40	7,455.98	7,455.98	7,455.98	7,455.98	7,455.98	4551.42	4551.42	4551.42	4551.42	4551.42

Sumber : Hasil Perhitungan

PENUTUP

Kesimpulan

1. Ketersediaan air pada DAS Sampean untuk pemenuhan sektor domestik dan non domestik berasal dari mata air yang dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum pada enam bangunan penangkap dengan kapasitas total sebesar 44 lt/dt .Berdasarkan data selama 10 tahun terakhir debit relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan pergeseran 25,2 % untuk debit mata air dan debit sungai yang diamati pada 21 daerah layanan dan diwakili 21 bendung pada sungai 20 sungai orde 1 dan 20 sungai orde 2 mengalami debit air cukup dengan keandalan 26,0 % mencapai 594.222,98 lt/dt, sedangkan debit air musim kering dengan keandalan 97,3 % mencapai 85.6 lt/dt.
2. Kebutuhan air yang digunakan pada DAS Sampean sebagai berikut :
 - a. Kebutuhan air domestik dan Non Domestik sebesar 50,93 lt/dt untuk saat ini, 68,34 lt/dt untuk 2 tahun mendatang, 87,09 lt/dt untuk 5 tahun mendatang, 111,96 lt/dt untuk 10 tahun mendatang dan sebesar 160,06 lt/dt untuk 20 tahun mendatang.
 - b. Kebutuhan air irigasi total sebesar 37.836.04 lt/dt mengairi sawah seluas 29.344 ha.
 - c. Kebutuhan air Industri sebesar 4,96 lt/dt untuk saat ini, 4,74 lt/dt untuk 2 tahun mendatang, 4,84 lt/dt untuk 5 tahun mendatang, 5,04 lt/dt untuk 10 tahun mendatang dan sebesar 5,54 lt/dt untuk 20 tahun mendatang.
 - d. Kebutuhan air Perikanan sebesar 303,72 lt/dt untuk saat ini, 319,46 lt/dt untuk 2 tahun mendatang, 345,42 lt/dt untuk 5 tahun mendatang, 396,07 lt/dt untuk 10 tahun mendatang dan sebesar 535,17 lt/dt untuk 20 tahun mendatang.
3. Daerah layanan yang mengalami defisit air pada :
 - Saat ini : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso
 - 2 tahun mendatang : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso
 - 5 tahun mendatang : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso, Tenggarang, Sukosari

- 10 tahun mendatang : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso, Tenggarang, Sukosari, Maesan
- 20 tahun mendatang : Pakem, Botolinggo, Tlogosari, Bondowoso, Tenggarang, Sukosari, Maesan, Prajekan, Curahdami

Saran

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang perlu dilakukan untuk menjaga keseimbangan air pada DAS Sampean :

- Perlu dilakukan studi dan survey lebih lanjut dari aspek topografi, geologi, hidrologi untuk mengatasi penyediaan air pada daerah defisit, baik interkoneksi dari daerah surplus ke daerah defisit.
- Perlu dilakukan studi, survey dan investigasi lebih lanjut untuk mencari sumber air baru (bawah permukaan, permukaan) sebagai pemenuhan kebutuhan domestik dan non domestik
- Defisit air di beberapa daerah layanan air pada DAS Sampean, untuk mengatasi defisit air ini dirasa perlu bagi pemerintah daerah setempat untuk melakukan penataan dan pendayagunaan kembali sumber daya air pada DAS Sampean dengan menentukan kebijakan penggunaan air sesuai dengan tingkat kebutuhan, melakukan studi potensi air tanah guna memenuhi kebutuhan air baku dan menambah debit limpasan dengan membuat tampungan air (waduk).
- Air merupakan kebutuhan yang vital bagi makhluk hidup, oleh karena disarankan untuk melakukan penghematan dan pelestarian sumber daya air, mengingat sebagian besar wilayah DAS Sampean berada pada 1 daerah administratif, dan sebagian kecil pada 1 daerah administratif hal ini memudahkan dalam pengambilan kebijakan dalam melestarikan DAS Sampean secara holistic, dengan tindakan konkrit diantaranya :

1. Menggunakan kembali waduk lapangan yang selama ini sudah tidak difungsikan
2. Menjaga kelestarian lahan hijau pada *recharge area*
3. Pembuatan sumur resapan dan penampung air hujan pada setiap pemukiman.
4. Pembuatan instalasi pengelolaan air hujan sehingga dapat mengurangi penggunaan air baku.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, M Al Layla, dkk. 1980. *Water Supplay Engineering Design*, Anna Arbor Science, University of Mosul.
- Anonim, 2000. *Pedoman Perencanaan Sumberdaya Air Wilayah Sungai (Buku 1 s/d 10)*, Direktorat Jenderal Sumberdaya Air, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta
- Anonim, 2002. *Proyek Penatagunaan dan Perencanaan Sumberdaya Air WS.Sampean Baru*. Dinas Pengairan Propinsi Jawa Timur.
- Anonim, 2006. *Prakarsa Strategis Pengelolaan Sumber Daya Air Untuk Mengatasi Banjir dan Kekeringan di Pulau Jawa*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Anonim, 2008. *Undang-undang Pengelolaan Sumber Daya Air*. Fokusmedia, Bandung
- Asdak, Chay.2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Limantara, L. M. 2009. *Hidrologi Teknik Sumber Daya Air*. Citra, Malang
- Lonsley, Ray K.1989. *Teknik Sumber Daya Air*. Erlangga, Jakarta
- Purbawa, I Gede A, I Nyoman G W, 2009. *Analisis Spasial Normal Ketersediaan Air Tanah Bulanan di Provinsi Bali*. Buletin Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Volume 5 no. 2 Juni 2009

Rachmat, Arif, Eko S, Praptisih D, Safei, Budi B. 2007. *Studi Neraca Air Mock untuk Menghitung imbuhan air tanah yang berasal dari air hujan pada Daerah Karst-Gombang Selatan*. Jurnal Alami Volume 12 No. 1 Tahun 2007

Suripin,Ir. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi, Jogjakarta.

Sosrodarsono, Suyono.1976. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.5 – 62.

Tronthwaite, C. W and J. R. Mather. 1957. *Instruction and table for Computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance*. Publication in Climate Vol. X, No. 3 New York

[http/www. Bappenas.go.id](http://www.Bappenas.go.id)

[http/www. Wikipedia.org](http://www. Wikipedia.org)