

**ANALISIS IMBANGAN  
KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR  
PERTANIAN DAN DOMESTIK DI DAS PEMALI**

Oleh

**Ilmiawan Surya Bayuaji**

**2501 2014 0004**

**ARTIKEL ILMIAH**

**untuk memenuhi salah satu syarat ujian  
guna memperoleh gelar Magister Ilmu Lingkungan  
Program Studi Magister Ilmu Lingkungan  
Konsentrasi Perencanaan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Hidup**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN  
PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PADJADJARAN  
BANDUNG  
2015**

## **ANALISIS IMBANGAN KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR PERTANIAN DAN DOMESTIK DI DAS PEMALI**

Ilmiawan Surya Bayuaji<sup>1</sup>, Chay Asdak<sup>2</sup>, Rachmat Harriyanto<sup>3</sup>

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis imbalan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Pemali untuk sektor pertanian dan domestik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis kuantitatif. Ketersediaan air yang dihitung adalah air permukaan berupa debit sungai dan air tanah berupa mata air. Kebutuhan air sektor pertanian dihitung menggunakan standar perencanaan irigasi, sedangkan kebutuhan air sektor domestik dihitung menggunakan standar kebutuhan air per kapita. Analisis imbalan air dilakukan pada kondisi eksisting dan kondisi waktu yang diproyeksikan di masa yang akan datang yaitu selama 20 tahun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi surplus air untuk sektor pertanian terjadi pada Bulan Januari sampai Mei dan periode setengah bulan kedua Desember, sedangkan keadaan defisit air terjadi Bulan Juni sampai periode setengah bulan ke-1 Desember dengan volume ketersediaan dan kebutuhan air dalam satu tahun masing-masing sebesar 1.470.180.911,64 m<sup>3</sup> dan 923.930.820,29 m<sup>3</sup>, sehingga terdapat surplus air sebesar 546.250.091,35 m<sup>3</sup> dengan rasio perbandingan antara keduanya sebesar 1,59 hal tersebut menunjukkan bahwa status daya dukung airnya dalam kondisi aman bersyarat. Kondisi surplus tersebut akan bertahan sampai 8 Tahun ke depan sejak tahun 2014 baik ketika terjadi alih fungsi lahan maupun tidak terjadi alih fungsi lahan dan akan mengalami kondisi kritis air setelah tahun ke-8.

Imbalan ketersediaan dan kebutuhan air domestik menunjukkan kondisi surplus air dari Januari sampai periode setengah bulan ke-1 Juli dan dari periode Oktober sampai Desember, sedangkan defisit terjadi pada periode ke-2 Juli sampai akhir September. Volume air dalam satu tahun untuk ketersediaan dan kebutuhan sebesar 217.254.366,21 m<sup>3</sup> dan 68.869.149 m<sup>3</sup> sehingga terdapat surplus air sebesar 148.385.217,21 m<sup>3</sup> dengan rasio perbandingan antara keduanya sebesar 3,15 hal tersebut menunjukkan status daya dukung air dalam kondisi aman. Kondisi surplus air tersebut akan bertahan sampai dengan 19 tahun ke depan sejak tahun 2014 dan akan mengalami kondisi kritis air setelah tahun ke-19.

Kata kunci : Ketersediaan, Kebutuhan, Imbalan Air.

---

<sup>1</sup> Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Konsentrasi Perencanaan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Hidup

<sup>2</sup> Ketua Tim Pembimbing Tesis, Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Padjadjaran, Bandung

<sup>3</sup> Anggota Tim Pembimbing Tesis, Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Padjadjaran, Bandung

# **WATER BALANCE ANALYSIS OF AVAILABILITY AND NEEDS WATER FOR AGRICULTURE AND DOMESTIC IN PEMALI WATERSHED**

Ilmiawan Surya Bayuaji<sup>1</sup>, Chay Asdak<sup>2</sup>, Rachmat Harriyanto<sup>3</sup>

## **ABSTRACT**

*This study aimed to analyze the balance between water supply and water needs in Pemali watershed for agriculture and domestic sectors. The method used in this research was quantitative analysis method. Water availability that was calculated in this study were surface water (in the form of river discharge) and ground water (in the form of springs). Water needs of agricultural sector is calculated using the standard irrigation planning, while the water needs of the domestic sector is calculated using the standard water requirement per capita. Water balance analysis carried out on the existing condition and the condition of the projected time in the future that is for 20 years.*

*Water Surplus and water deficit in the Pemali Watershed for irrigated agriculture sector occurred respectively 5.5 months and 6.5 months. Water surplus occurred in the period from January to May and the second half December, while the water deficit occurred in period from June until the 1<sup>st</sup> half of December with a volume of water availability and water needs within one year of each are 1,470,180,911.64 m<sup>3</sup> and 923,930,820.29 m<sup>3</sup>, so there is a water surplus amounted to 546,250,091.35 m<sup>3</sup>. It means there is a ratio between water availability and water needs amounted to 1,59 this ratio indicates that the status of the water carrying capacity is in a conditional sustain. Water surplus condition will last up to 8 years, after 8th years water balance will be deficit.*

*Water balance for domestic use in Pemali Watershed shows a surplus condition throughout the year from January to December which are 217.254.366,21 m<sup>3</sup> for availability and 68,869,149 m<sup>3</sup> for water needs so there is a water surplus 148.385.217,21 m<sup>3</sup>. It means there is a ratio between water availability and water needs amounted 3,15 it indicates the status of water carrying capacity in a safe condition (sustain). Water surplus condition will last up to 19 years, after 19th years water balance will be deficit.*

*Keywords : Availability, Needs, Supplies, Demand, Water Balance*

## **PENDAHULUAN**

Air merupakan material yang membuat kehidupan terjadi di bumi. Sumber daya air merupakan bagian penting dari sumber daya alam yang mempunyai karakteristik unik dibandingkan dengan sumber daya lain. Ketersediaan sumber

daya air merupakan salah satu modal yang diperlukan untuk menunjang swasembada pangan dan pemenuhan kebutuhan domestik, dimana dalam memanfaatkan sumber daya air untuk kepentingan tersebut, disamping harus memperhatikan ketersediaan air permukaan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai sumber air yang diprioritaskan pengambilannya, juga harus memperhatikan distribusi pola curah hujan tahunan setempat.

DAS Pemali menjadi salah satu DAS prioritas yang diharapkan dapat menyokong kedaulatan pangan nasional melalui penyediaan tanaman pangan khususnya padi. Oleh karena itu, untuk mendukung keberhasilan swasembada pangan dan pemenuhan kebutuhan domestik masyarakatnya di tengah-tengah upaya pengembangan wilayah dari masing-masing Kabupaten Brebes dan Kabupaten Tegal, perlu diketahui gambaran tentang neraca air yang menginformasikan potensi ketersediaan air DAS Pemali dan kebutuhan masyarakatnya yang dapat dipenuhi oleh potensi sumber daya air DAS Pemali tersebut melalui analisis imbalan ketersediaan dan kebutuhan air DAS Pemali.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis imbalan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Pemali untuk sektor pertanian dan domestik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis kuantitatif. Metode kuantitatif digunakan untuk menghitung secara sistematis baik ketersediaan air maupun kebutuhan air dengan DAS sebagai unit analisis. Ketersediaan air yang dihitung adalah air permukaan yang terdiri dari debit sungai dan air tanah yang

muncul ke permukaan dengan sendirinya berupa mata air. Debit sungai dihitung berdasarkan curah hujan dan evapotranspirasi yang terjadi di DAS Pemali menggunakan model Mock, yaitu melalui pengalihragaman hujan menjadi debit. Sedangkan debit mata air diperoleh dari data sekunder yang tercatat di Dinas/Instansi terkait. Kebutuhan air sektor pertanian dihitung menggunakan standar perencanaan irigasi dengan memperhitungkan hujan efektif dan berdasarkan luas areal irigasi yang berada di DAS Pemali, sedangkan kebutuhan air sektor domestik dihitung menggunakan standar kebutuhan air per kapita berdasarkan jumlah penduduk yang berada di DAS Pemali. Proyeksi imbalan ketersediaan dan kebutuhan air dilakukan selama 20 tahun ke depan berdasarkan kondisi sekarang dan trend perubahan 3 tahun sebelumnya yang terjadi pada komponen penyusun variabel ketersediaan dan kebutuhan air, dengan asumsi tingkat perubahannya tetap sepanjang tahun. Proyeksi ketersediaan air dihitung berdasarkan trend perubahan debit sungai yang terjadi 3 tahun terakhir. Sedangkan proyeksi kebutuhan air dihitung berdasarkan trend pertumbuhan penduduk dan alih fungsi lahan sawah yang terjadi 3 tahun terakhir.

### **Ketersediaan dan Kebutuhan Air**

Ketersediaan air terdiri dari debit sungai dan mata air. Debit sungai dihitung menggunakan Model Mock, yaitu salah satu contoh model hidrologi sederhana yang umum digunakan untuk menghitung besarnya debit sungai-sungai di Indonesia dengan mentransformasi hujan aliran mengikuti prinsip keseimbangan air (*water balance*) untuk memperkirakan ketersediaan air (debit) suatu sungai (Tunas dan Lesmana, 2011). Sedangkan untuk besarnya debit mata

air diperoleh dari data sekunder yang tersedia di dinas/instansi terkait sumber daya air di Provinsi Jawa tengah.

Kebutuhan air terdiri dari kebutuhan air untuk pertanian dan domestik. Perhitungan kebutuhan air untuk pertanian menggunakan standar perencanaan irigasi, dimana kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kebutuhan untuk penyiapan lahan, kebutuhan air konsumtif untuk tanaman, perkolasi, kebutuhan air untuk penggantian lapisan air, curah hujan efektif, efisiensi air irigasi, dan luas lahan irigasi (Ditjend. Pengairan, 1986). Kebutuhan air domestik pada suatu wilayah dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan kebutuhan air perkapita pada wilayah tersebut. Kriteria dalam penentuan kebutuhan air domestik yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan Departemen Pekerjaan Umum menggunakan parameter jumlah penduduk sebagai penentuan jumlah air yang dibutuhkan perkapita per hari (Triatmodjo, 2008).

### **Analisis dan Proyeksi**

Analisis imbalan ketersediaan dan kebutuhan air (neraca air) dilakukan terhadap hasil pengolahan data melalui dua tahap, yaitu tahap analisis neraca air pada kondisi eksisting yang dilakukan untuk kepentingan yang bersifat sementara, dan analisis neraca air di masa mendatang yang bersifat jangka panjang, yaitu pada kondisi waktu-waktu yang diproyeksikan selama 20 tahun ke depan. Proyeksi dilakukan terhadap komponen penyusun variabel ketersediaan dan kebutuhan air, yaitu debit air permukaan, luas lahan pertanian dan jumlah penduduk. Metode proyeksi yang digunakan adalah metode matematika melalui pendekatan eksponensial dan pendekatan geometri. Pendekatan eksponensial

digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk, sedangkan pendekatan geometri digunakan untuk memproyeksikan luas lahan pertanian dan debit air permukaan. Analisis proyeksi ketersediaan dan kebutuhan air dilakukan untuk mengetahui kondisi masa depan berdasarkan berbagai kemungkinan kondisi lingkungan yang diskenariokan sebagai berikut:

- 1). Kondisi lingkungan mengalami kerusakan sehingga terjadi penurunan debit aliran, luas lahan pertanian tetap dan pertumbuhan penduduk mengikuti trend 3 tahun sebelumnya
- 2). Kondisi lingkungan mengalami kerusakan sehingga terjadi penurunan debit aliran, luas lahan pertanian berkurang akibat alih fungsi lahan dan pertumbuhan penduduk mengikuti trend 3 tahun sebelumnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Gambaran Umum Wilayah Penelitian**

DAS Pemali merupakan bagian dari Satuan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai SWP DAS Bosok Pemali, BPDAS Pemali Jratun Jawa Tengah. Luas wilayahnya lebih kurang 1.339,13 km<sup>2</sup>. Sungai utamanya adalah Sungai Pemali dengan panjang sungai 115,25 km. Letak geografis DAS Pemali berada di bagian utara Jawa Tengah, tepatnya pada koordinat antara 108° 41' 51" - 109° 11' 33" Bujur Timur dan antara 6° 45' 18" - 7° 20' 45" Lintang Selatan. Cakupan wilayah administrasi DAS Pemali meliputi meliputi 2 kabupaten (Brebes dan Tegal), 18 kecamatan dan 229 desa. Bentuk lahan di wilayah DAS Pemali didominasi oleh perbukitan dan pegunungan yaitu sekitar 51,79 %, sisanya berupa dataran, dataran

alluvial, rawa-rawa, dan tubuh air. Berdasarkan asal pembentukannya kondisi geologi di wilayah DAS Pemali meliputi aluvium, miosen fasies sedimen, aluvium fasies gunung api, hasil gunung api kwarter muda, pliosen fasies gunung api, pliosen fasies sedimen, plistosen fasies gunung api, dan waduk/danau dengan prosentase terbesar didominasi oleh aluvium sebesar 25,25 %. Jenis Tanah di wilayah DAS Pemali meliputi tanah latosol, aluvial, regosol, grumusol, litosol dan podsolik, dengan prosentase terbesar berupa tanah latosol sebesar 55,47 %.

Jumlah penduduk DAS Pemali sejumlah 1.257.884 jiwa. Mata pencaharian penduduk didominasi oleh petani dan buruh tani, yaitu sebesar 67 %. Berdasarkan survei lapangan yang ditunjang dengan peta tata guna lahan diketahui bahwa penggunaan lahan pada DAS Pemali terdiri dari pemukiman, hutan, belukar, kebun, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan, tanah berbatu, rawa, rumput dan lain-lain dengan prosentase terbesar berupa sawah terdiri dari sawah irigasi, sawah tadah hujan dan tegalan, yaitu sebesar 49,65 %. Adapun dari 49,65 % tersebut, 23 % merupakan sawah irigasi seluas 31.051,55 Ha.

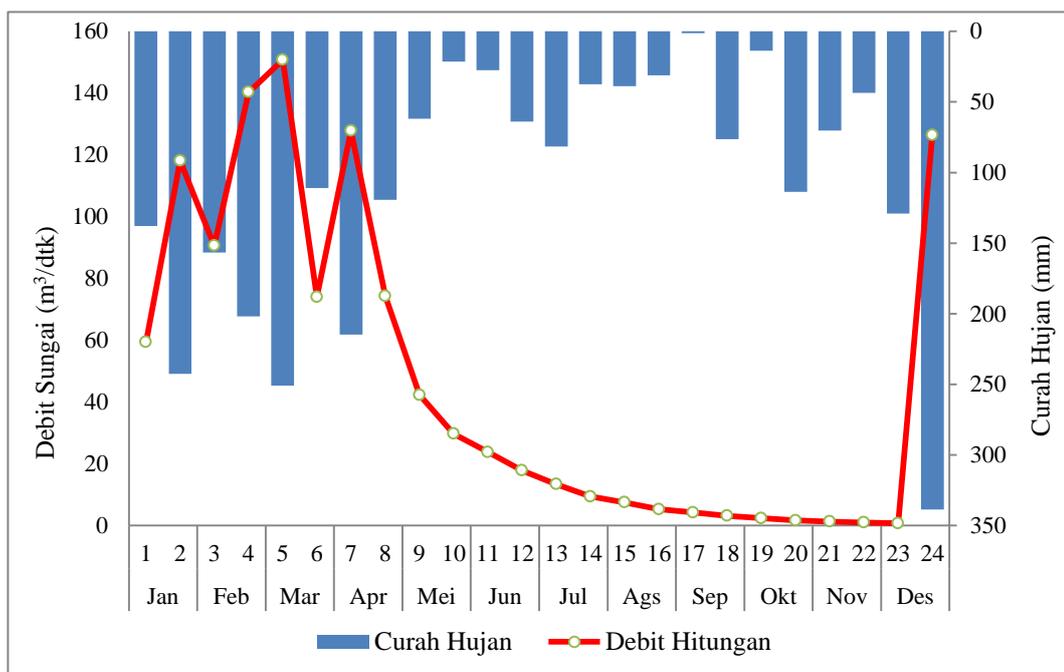
#### **Ketersediaan Air Permukaan (Debit Sungai)**

Hasil perhitungan Model Mock menunjukkan debit yang sangat bervariasi dan berfluktuasi, oleh sebab itu cara paling sederhana untuk menyatakan ketersediaan air adalah dengan menggunakan sebuah angka berupa rata-rata dari data debit yang ada, namun cara ini tidak memberi informasi mengenai variabilitas data debit, oleh karena itu untuk memberi informasi mengenai variabilitas data debit maka digunakan debit andalan sebagai angka yang dapat menunjukkan variabilitas ketersediaan air. Dalam penelitian ini debit andalan

yang digunakan adalah debit andalan 80 % yang dicari menggunakan metode weibull. Selengkapanya pada Tabel-1 dan Gambar-1 di bawah ini menunjukkan ketersediaan air permukaan DAS Pemali berdasarkan debit *continuous flow* andalan 80 %.

Tabel-1. Ketersediaan Air Permukaan DAS Pemali

Bulan	Periode Setengah Bulan Ke-	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Bulan	Periode Setengah Bulan Ke-	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)
Januari	1	59,38	Juli	1	13,38
	2	118,07		2	9,41
Februari	1	90,59	Agustus	1	7,53
	2	140,30		2	5,29
Maret	1	150,75	September	1	4,23
	2	74,04		2	3,18
April	1	127,81	Oktober	1	2,38
	2	74,29		2	1,67
Mei	1	42,30	November	1	1,34
	2	29,74		2	1,00
Juni	1	23,79	Desember	1	0,75
	2	17,84		2	126,39



Gambar-1. Grafik Ketersediaan Air Permukaan DAS Pemali

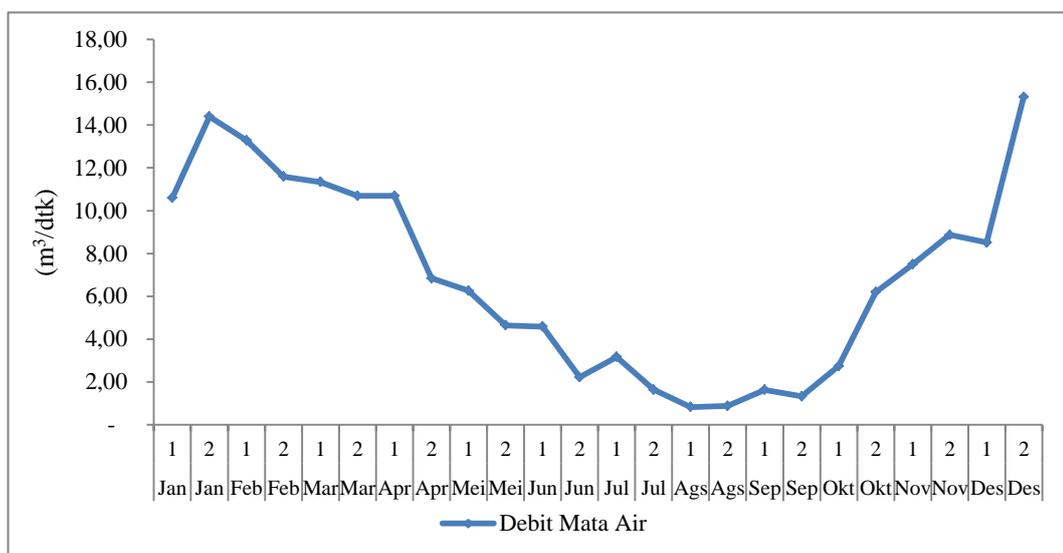
Gambar-1 menunjukkan bahwa debit maksimum DAS Pemali terjadi pada periode setengah bulanan pertama Bulan Maret sedangkan debit minimum terjadi pada periode setengah bulanan pertama Bulan Desember. Besarnya debit maksimum ( $Q_{maks}$ ) adalah sebesar  $150,75 \text{ m}^3/\text{dtk}$ , debit minimum ( $Q_{min}$ ) sebesar  $0,75 \text{ m}^3/\text{dtk}$  dan debit rata-rata ( $Q_{av}$ ) sebesar  $46,89 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

### **Ketersediaan Air Tanah (Debit Mata Air)**

Hasil inventarisasi data sekunder yang diperoleh, terdapat 140 sumber mata air di DAS Pemali dengan jumlah total debitnya sebesar  $6,84 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Data ketersediaan debit mata air tersebut tidak menunjukkan data kontinyus sehingga tidak menggambarkan kondisi yang realistis di lapangan karena akan dianggap konstan sepanjang tahun, oleh karena itu perlu dilakukan analisis terhadap sumber air tanahnya, apakah berasal dari air tanah bebas atau air tanah tertekan berdasarkan lokasi dimana mata air tersebut berada, jika sumber mata air tersebut berasal dari air tanah bebas maka debit mata airnya masih terpengaruh oleh musim dan berfluktuasi berdasarkan curah hujan sesaat di kawasan tersebut, namun sebaliknya jika sumber mata air tersebut berasal dari air tanah tertekan maka debit mata airnya tidak terpengaruh oleh musim dan dapat diasumsikan konstan sepanjang tahun (Soewaeli, 2015).

Dari hasil informasi yang diperoleh dari lapangan, pada saat musim kemarau sering terjadi gesekan/konflik antara masyarakat yang memanfaatkan mata air dengan PDAM akibat berkurangnya debit mata air, padahal pada musim penghujan hal tersebut tidak pernah terjadi, hal ini mengindikasikan bahwa mata air di DAS Pemali bersumber dari air tanah bebas yang masih terpengaruh oleh

musim. Apabila diasumsikan bahwa fluktuatif debit seluruh mata air di DAS Pemali dipengaruhi oleh musim, maka berdasarkan fluktuasi curah hujan yang terjadi di kawasan hulu DAS Pemali dapat dibuat grafik debit mata air secara menerus yang terjadi sepanjang tahun. Selengkapnya grafik ketersediaan air DAS Pemali yang bersumber dari mata air dapat dilihat pada Gambar-2 berikut:



Gambar-2. Grafik Debit Mata Air DAS Pemali

### **Kebutuhan Air Pertanian Irigasi**

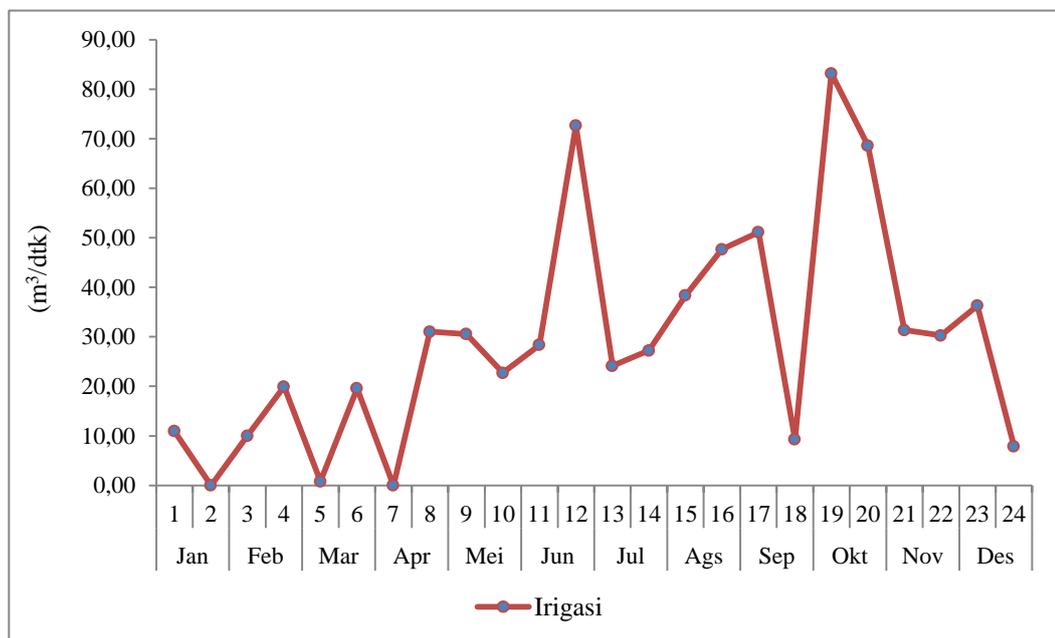
Kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kebutuhan untuk penyiapan lahan, kebutuhan air konsumtif untuk tanaman, perkolasi, kebutuhan air untuk penggantian lapisan air, curah hujan efektif, efisiensi air irigasi, dan luas lahan irigasi. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi pada DAS Pemali menunjukkan nilai yang bervariasi dan berfluktuasi dalam satu tahun, hal itu terlihat sebagaimana pada Tabel-2 berikut:

Tabel-2. Kebutuhan Air Irigasi DAS Pemali

Bulan	Periode Setengah Bulan Ke-	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	Bulan	Periode Setengah Bulan Ke-	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)
Januari	1	10,96	Juli	1	24,15
	2	-		2	27,23
Februari	1	10,02	Agustus	1	38,34
	2	19,94		2	47,66
Maret	1	0,80	September	1	51,13
	2	19,59		2	9,29
April	1	-	Oktober	1	83,18
	2	31,04		2	68,60
Mei	1	30,57	November	1	31,36
	2	22,71		2	30,27
Juni	1	28,35	Desember	1	36,28
	2	72,65		2	7,87

Tabel-2 menunjukkan jumlah kebutuhan air irigasi yang harus dipenuhi oleh air permukaan DAS Pemali, dimana kebutuhan air tertinggi secara berurutan terjadi pada Bulan Oktober dan Juni, yaitu pada periode setengah bulan ke-1 Oktober sebesar 83,18 m<sup>3</sup>/dtk, periode setengah bulan ke-2 Oktober sebesar 68,60 m<sup>3</sup>/dtk dan periode setengah bulan ke-2 Juni sebesar 72,65 m<sup>3</sup>/dtk. Tingginya kebutuhan air pada periode itu disebabkan karena pada bulan-bulan tersebut sedang dilakukan pengolahan lahan yang membutuhkan air cukup banyak, sementara curah hujan yang terjadi rendah sehingga tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air pada saat itu. Berbeda dengan yang terjadi pada Bulan februari, sekalipun periode tersebut sedang dilakukan pengolahan lahan dan membutuhkan air yang cukup banyak, namun kebutuhan air yang harus dipenuhi oleh air permukaan tidak terlalu tinggi karena curah hujan yang terjadi pada saat itu cukup untuk memenuhi jumlah air yang dibutuhkannya. Kebutuhan air irigasi terkecil terjadi

pada periode setengah bulan kedua Januari dan periode setengah bulan pertama April yaitu masing-masing sebesar 0,00 m<sup>3</sup>/dtk atau dengan kata lain pada periode tersebut sawah irigasi tidak membutuhkan air permukaan untuk megairi lahan karena sudah cukup dipenuhi oleh curah hujan yang terjadi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar-3 berikut:



Gambar-3. Grafik Kebutuhan Air Irigasi DAS Pemali Tahun 2014

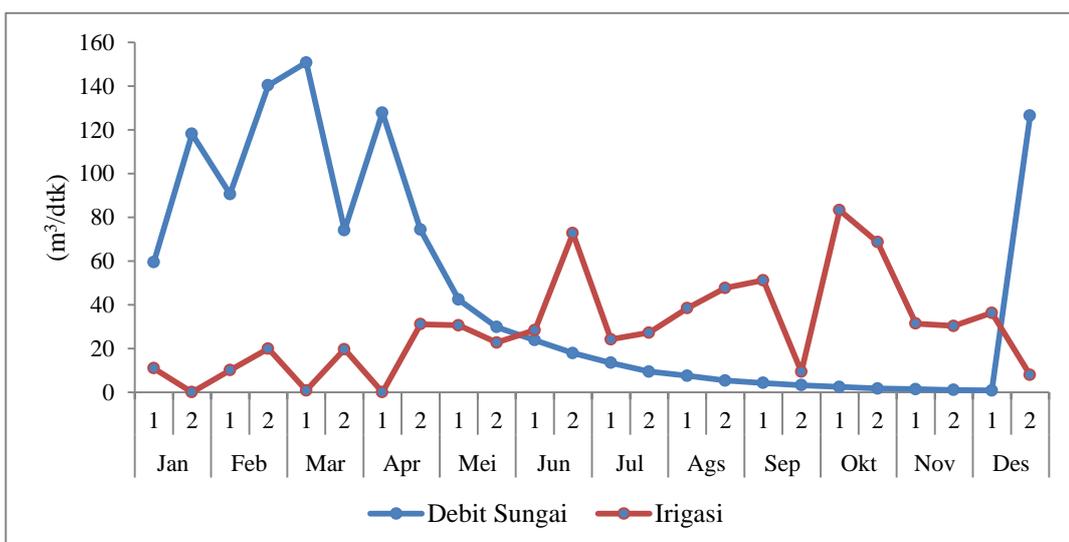
Gambar di atas menunjukkan bahwa pada musim penghujan kebutuhan air yang harus dipenuhi air permukaan untuk pertanian relatif lebih sedikit dibandingkan dengan pada musim kemarau, bahkan jumlahnya ada yang mendekati atau sama dengan nol. Hal ini disebabkan karena pada saat musim penghujan, curah hujan yang ada cukup digunakan untuk memenuhi kebutuhan air sektor pertanian, sementara pada musim kemarau curah hujan yang terjadi sangat kecil sehingga kebutuhan airnya tidak dapat dipenuhi dari curah hujan yang ada.

### Kebutuhan Air Domestik

Jumlah penduduk yang berada pada DAS Pemali berjumlah 1.257.884 jiwa dan standar kebutuhan air perkapita untuk suatu wilayah dengan jumlah penduduk lebih dari 1 juta jiwa adalah 150 L/dtk, sehingga besarnya kebutuhan air domestik DAS Pemali adalah 2,18 m<sup>3</sup>/dtk. Kebutuhan air domestik secara umum tidak bergantung pada musim, oleh sebab itu diasumsikan bersifat konstant sepanjang tahun.

### Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pertanian Irigasi

Imbangan ketersediaan dan kebutuhan air irigasi di DAS Pemali dilakukan dengan membandingkan debit air Sungai Pemali dengan debit air yang harus tersedia untuk memenuhi kebutuhan pertanian beririgasi pada DAS Pemali. Dengan membandingkan keduanya akan diperoleh gambaran apakah ketersediaan air permukaan tersebut cukup atau tidak untuk memenuhi kebutuhan air pertanian. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar-4 dan Tabel-3 di bawah ini:



Gambar-4. Grafik Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pertanian DAS Pemali

Tabel-3. Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pertanian DAS Pemali (m<sup>3</sup>/dtk)

Uraian	Januari		Febuari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Debit Sungai Qs	59,38	118,07	90,59	140,30	150,75	74,04	127,81	74,29	42,30	29,74	23,79	17,84	13,38	9,41	7,53	5,29	4,23	3,18	2,38	1,67	1,34	1,00	0,75	126,39	
Irigasi Dp	10,96	0,00	10,02	19,94	0,80	19,59	0,00	31,04	30,57	22,71	28,35	72,65	24,15	27,23	38,34	47,66	51,13	9,29	83,18	68,60	31,36	30,27	36,28	7,87	
Imbangan	48,42	118,07	80,57	120,36	149,95	54,45	127,81	43,25	11,73	7,03	-4,56	-54,81	-10,77	-17,82	-30,81	-42,37	-46,89	-6,11	-80,80	-66,93	-30,02	-29,27	-35,53	118,53	
Keterangan	surplus	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	surplus										

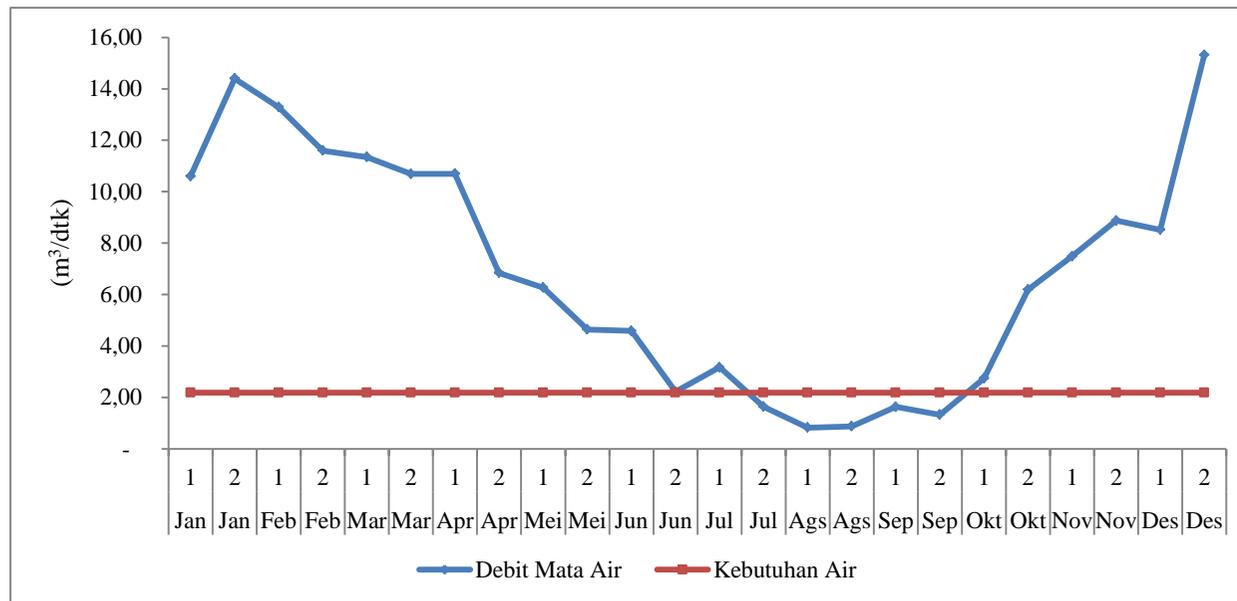
Tabel-3 menunjukkan bahwa keadaan surplus air terjadi pada Bulan Januari sampai Mei dan periode setengah bulan ke-2 Desember, sedangkan keadaan defisit air terjadi pada Bulan Juni sampai periode setengah bulan ke-1 Desember. Hal tersebut terjadi karena pada periode Januari sampai Mei curah hujan masih cukup tinggi dan kebutuhan air untuk pertanian sudah tercukupi oleh curah hujan yang ada, sehingga debit sungai banyak yang tidak terpakai untuk memenuhi kebutuhan pertanian, sedangkan pada periode Juni sampai November curah hujan rendah sementara pada periode tersebut terdapat dua kali masa pengolahan lahan yang membutuhkan banyak air, yaitu pada Bulan Juni dan Oktober. Tabel di atas juga menunjukkan bahwa imbalan ketersediaan dan kebutuhan air untuk pertanian DAS Pemali apabila ditinjau menurut sebaran periode waktunya akan mengalami kondisi surplus dan defisit, namun apabila ditinjau hanya dari volume ketersediaan dan kebutuhan dalam satu tahun, maka imbalan tersebut dalam kondisi surplus. Hal tersebut dapat diketahui dari volume ketersediaan air kumulatif dalam satu tahun. Hasil perhitungan volume kumulatif menunjukkan nilai ketersediaan air sebesar 1.470.180.911,64 m<sup>3</sup> dan kebutuhan air untuk pertanian irigasi sebesar 923.930.820,29 m<sup>3</sup>. Dari kedua angka tersebut, terdapat surplus air sebesar 546.250.091,35 m<sup>3</sup> dengan rasio keduanya 1,59 yang menunjukkan status daya dukung airnya aman bersyarat.

### **Imbalan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Domestik**

Imbalan ketersediaan dan kebutuhan air domestik DAS Pemali dilakukan dengan membandingkan debit mata air dengan debit air yang harus ada untuk memenuhi kebutuhan domestik sebagaimana Tabel 4 dan Gambar-5 berikut:

Tabel 0. Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Domestik DAS Pemali (m<sup>3</sup>/dtk)

Uraian	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Ags		Sep		Okt		Nov		Des		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Mata Air Qm	10,60	14,40	13,29	11,59	11,34	10,69	10,69	6,84	6,26	4,64	4,58	2,22	3,17	1,64	0,82	0,87	1,63	1,32	2,74	6,19	7,49	8,87	8,52	15,31	
Domestik Dd	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	
Imbangan	8,42	12,21	11,10	9,41	9,16	8,50	8,51	4,66	4,08	2,46	2,40	0,04	0,98	-0,55	-1,36	-1,31	-0,56	-0,86	0,56	4,01	5,30	6,69	6,33	13,13	
Keterangan	surplus	defisit	defisit	defisit	defisit	defisit	surplus	surplus	surplus	surplus	surplus	surplus													



Gambar 5. Grafik Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Domestik DAS Pemali

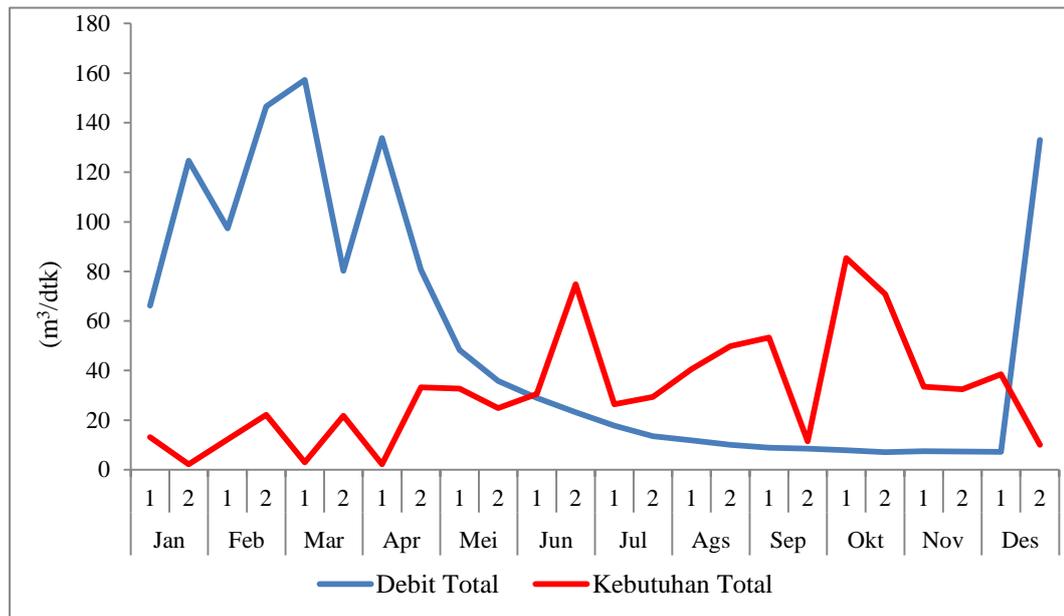
Ketersediaan debit mata air DAS Pemali mengalami fluktuatif mengikuti musim, sedangkan kebutuhan air domestiknya tidak bergantung kepada musim sehingga dianggap konstant sepanjang tahun. Perbandingan kedua debit tersebut menunjukkan hasil bahwa keadaan surplus air terjadi dari Bulan Januari sampai periode setengah bulan ke-1 Juli dan dari periode Oktober sampai Desember sebagaimana Gambar 4-6. Apabila volume debit kumulatif keduanya dalam satu tahun dibandingkan, yaitu  $217.254.366,21 \text{ m}^3$  dan  $68.869.149 \text{ m}^3$  akan terdapat surplus air sebesar  $148.385.217,21 \text{ m}^3$  dengan rasio perbandingan antara keduanya sebesar 3,15 yang berarti menunjukkan bahwa status daya dukung airnya aman.

#### **Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air DAS Pemali**

Imbangan ketersediaan dan kebutuhan air DAS Pemali merupakan imbangan antara debit air Sungai Pemali dan mata air pada DAS Pemali dengan debit air yang harus ada untuk memenuhi kebutuhan pertanian beririgasi dan domestik pada DAS Pemali yang dilakukan dengan cara membandingkan penjumlahan total antara debit air Sungai Pemali dan mata air pada DAS Pemali dengan penjumlahan total debit air untuk memenuhi kebutuhan pertanian beririgasi dan domestik pada DAS Pemali sebagaimana terlihat pada Tabel 5 dan Gambar 6. Selain itu untuk mengetahui hubungan antara imbangan pertanian dan imbangan domestik maka dilakukan penggabungan antara imbangan air pertanian dan imbangan air domestik dalam satu waktu yang sama. Adapun hasil penggabungan antara imbangan pertanian dan imbangan domestik dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 5. Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Total DAS Pemali

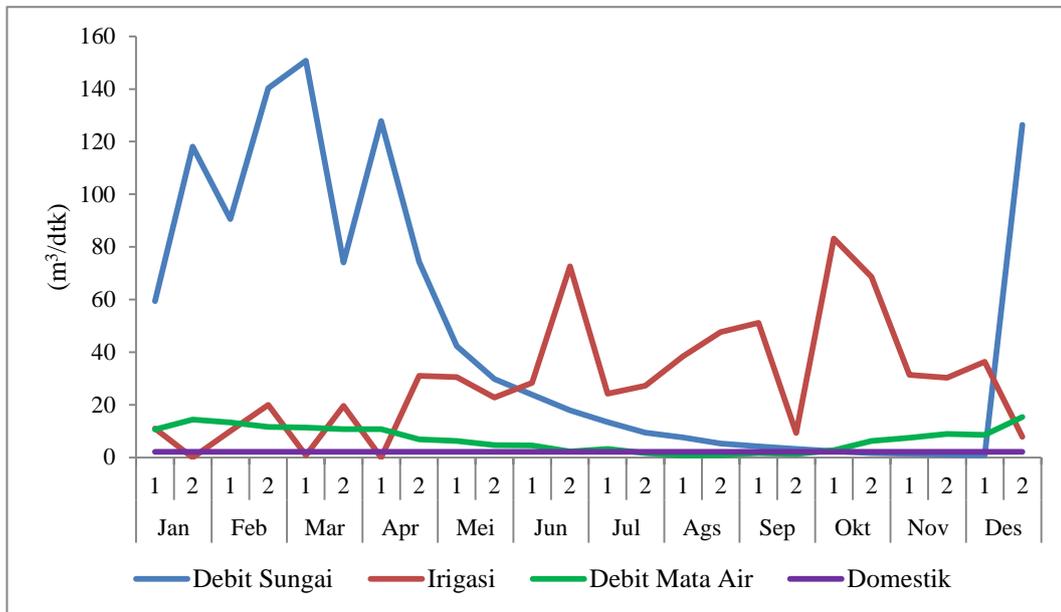
Uraian	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Ags		Sep		Okt		Nov		Des		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Debit Sungai	Qs	59,38	118,07	90,59	140,30	150,75	74,04	127,81	74,29	42,30	29,74	23,79	17,84	13,38	9,41	7,53	5,29	4,23	3,18	2,38	1,67	1,34	1,00	0,75	126,39
Debit Mata Air	Qma	10,60	14,40	13,29	11,59	11,34	10,69	10,69	6,84	6,26	4,64	4,58	2,22	3,17	1,64	0,82	0,87	1,63	1,32	2,74	6,19	7,49	8,87	8,52	15,31
Debit Total	Qt	69,98	132,47	103,88	151,89	162,09	84,73	138,50	81,13	48,56	34,38	28,37	20,06	16,55	11,05	8,35	6,17	5,86	4,50	5,12	7,87	8,83	9,88	9,27	141,71
Irigasi	Dp	10,96	0,00	10,02	19,94	0,80	19,59	0,00	31,04	30,57	22,71	28,35	72,65	24,15	27,23	38,34	47,66	51,13	9,29	83,18	68,60	31,36	30,27	36,28	7,87
Domestik	Dd	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18
Kebutuhan Total	Dt	13,15	2,18	12,21	22,13	2,98	21,77	2,18	33,22	32,75	24,89	30,54	74,83	26,33	29,42	40,53	49,84	53,31	11,47	85,36	70,78	33,54	32,46	38,47	10,05
Imbangan		56,83	130,29	91,67	129,77	159,11	62,96	136,32	47,91	15,81	9,49	-2,16	-54,77	-9,78	-18,37	-32,18	-43,68	-47,45	-6,98	-80,24	-62,92	-24,71	-22,58	-29,20	131,65
Keterangan		surplus	defisit	surplus																					



Gambar 6. Imbalance Ketersediaan dan Kebutuhan Air Total DAS Pemali

Tabel 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa keadaan surplus air DAS Pemali terjadi pada Bulan Januari sampai Mei dan periode setengah bulan ke-2 Desember, sedangkan keadaan defisit air terjadi pada Bulan Juni sampai periode setengah bulan ke-1 Desember. Imbalance air total DAS Pemali menunjukkan kemiripan dengan imbalance air sektor pertanian, hal ini disebabkan karena kebutuhan air untuk sektor pertanian lebih dominan dibandingkan dengan sektor domestik sehingga periode surplus dan defisitnya mengikuti periode surplus dan defisit dari imbalance air sektor pertanian, dimana pada Bulan Januari sampai Mei curah hujan yang terjadi tinggi dan kebutuhan air untuk pertanian sudah tercukupi oleh curah hujan yang ada, sehingga debit sungai banyak yang tidak terpakai untuk memenuhi kebutuhan pertanian, sedangkan pada periode Juni sampai November curah hujan rendah sementara pada periode tersebut terdapat dua kali masa pengolahan lahan yang membutuhkan banyak air yaitu pada Bulan Juni

dan Oktober, sehingga debit sungai banyak yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pertanian.



Gambar 7. Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Gabungan DAS Pemali

Gambar 7 menggambarkan imbangan ketersediaan dan kebutuhan air pada DAS Pemali secara sektoral namun komprehensif, yaitu dengan cara meninjau gabungan antara sektor pertanian dan domestik DAS Pemali dalam satu periode waktu yang sama. Berdasarkan Gambar 7, kondisi surplus air DAS Pemali terjadi pada periode Januari sampai Mei, baik untuk pemenuhan sektor pertanian maupun sektor domestik, begitu pula pada periode setengah bulan kedua Desember. Pada periode setengah bulan ke-1 Juni sampai periode setengah bulan pertama Desember kondisi defisit air terjadi pada sektor pertanian, sedangkan sektor domestik tetap surplus kecuali pada puncak musim kemarau, yaitu antara Juli sampai September.

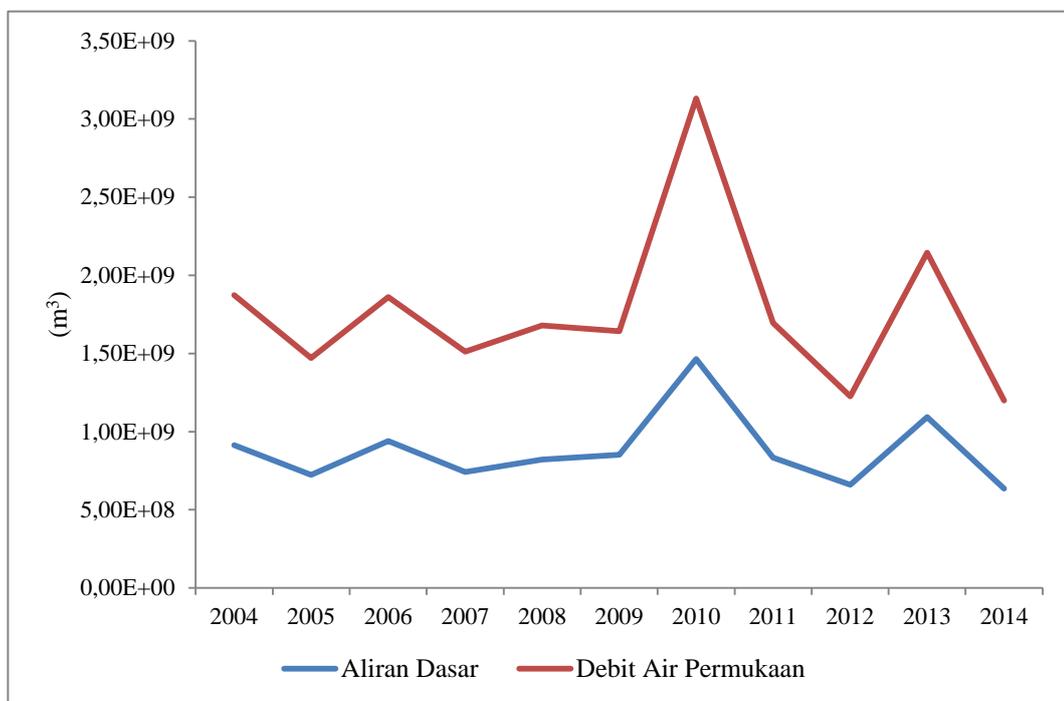
Untuk mengatasi kondisi defisit pada sektor pertanian, Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Pemali Comal biasanya membuka sumber air cadangan berupa waduk atau embung, sedangkan kekurangan air untuk sektor domestik diatasi oleh PDAM melalui penambahan sumber air dari sumur-sumur artesis.

Jika debit kumulatif (volume) dari ketersediaan dan kebutuhan air DAS Pemali dalam satu tahun dibandingkan, yaitu 1.687.435.277,85 m<sup>3</sup> dan 992.799.969,29 m<sup>3</sup>, terdapat surplus air sebesar 694.635.308,56 m<sup>3</sup> dengan rasio perbandingan antara keduanya sebesar 1,70 yang menunjukkan bahwa status daya dukung air DAS Pemali dalam kondisi aman bersyarat (*conditional sustain*).

#### **Proyeksi Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air**

Proyeksi imbangan ketersediaan dan kebutuhan air dilakukan untuk mengetahui kondisi masa depan imbangan air jika dilakukan berbagai skenario lingkungan berdasarkan asumsi yang ditetapkan terhadap variabel lingkungan, luas lahan sawah dan jumlah penduduk. Proyeksi imbangan air ini penting dilakukan untuk mengetahui sejauh mana daya dukung air DAS Pemali dapat mempertahankan kondisinya, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah antisipasi untuk mempertahankan kondisi yang ada. Dalam penelitian ini, komponen penyusun variabel ketersediaan air adalah debit sungai, sedangkan komponen penyusun variabel kebutuhan air adalah luas sawah irigasi dan jumlah penduduk, sehingga proyeksi ketersediaan dan kebutuhan air dilakukan dengan cara memproyeksikan ketiga komponen tersebut berdasarkan skenario yang ditetapkan terhadap kondisi lingkungan, luas sawah irigasi dan jumlah penduduk.

Kondisi lingkungan DAS Pemali diasumsikan mengalami degradasi, sehingga berdampak pada penurunan debit sungai dari tahun ke tahun, adapun dasar yang digunakan untuk menentukan terjadinya degradasi lingkungan adalah dilihat dari potensi aliran permukaan DAS Pemali yang lebih tinggi dibandingkan dengan aliran dasarnya sebagaimana terlihat pada Gambar 8, selain itu berdasarkan hasil perhitungan debit selama 10 tahun terakhir menunjukkan adanya trend penurunan debit dengan tingkat penurunan sebesar 3,5% per tahun.



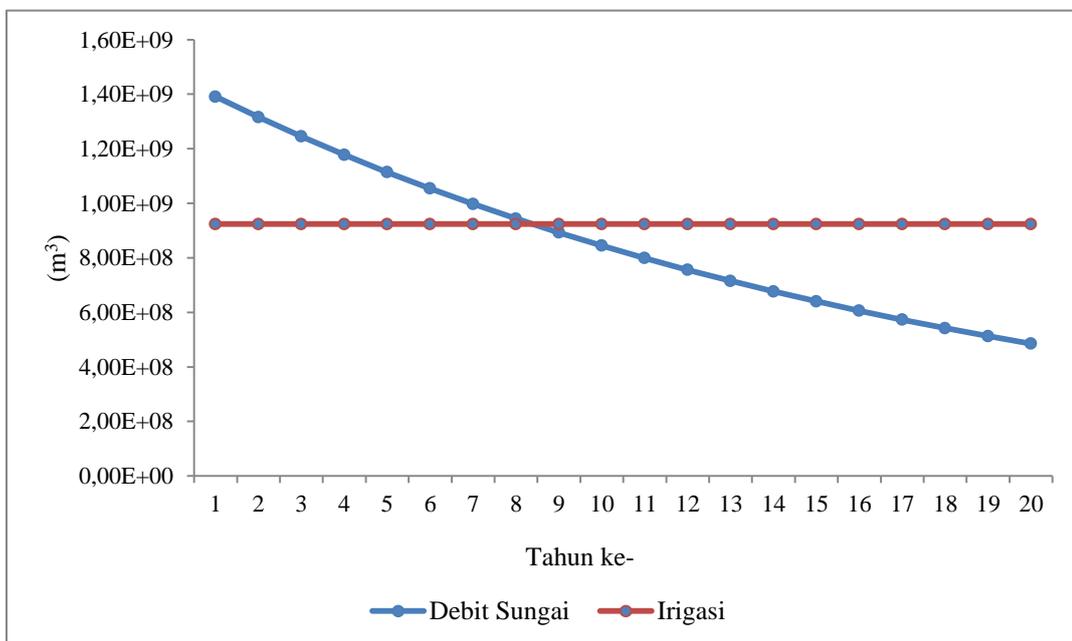
Gambar 8. Grafik Perbandingan Aliran Permukaan dan Aliran Dasar DAS Pemali Hasil perhitungan menggunakan data 10 tahun

Luas lahan sawah pada DAS Pemali diskenariokan mengalami dua kemungkinan yaitu terjadi alih fungsi lahan dan tidak terjadi alih fungsi lahan, hal tersebut disebabkan karena dalam kurun waktu 4 tahun terakhir tingkat penurunan luas lahan sawah pada DAS Pemali sangat kecil, yaitu sekitar 0.0001% per tahun

sehingga ada kemungkinan masih dapat dikendalikan bahkan dipertahankan, sedangkan jumlah penduduk diskenariokan untuk mengikuti trend 3 tahun sebelumnya, dimana dari hasil perhitungan menunjukkan jumlah penduduk yang selalu mengalami kenaikan. Dari data yang tersedia tingkat pertumbuhan penduduk DAS Pemali mengalami kenaikan sebesar 0,5% per tahun.

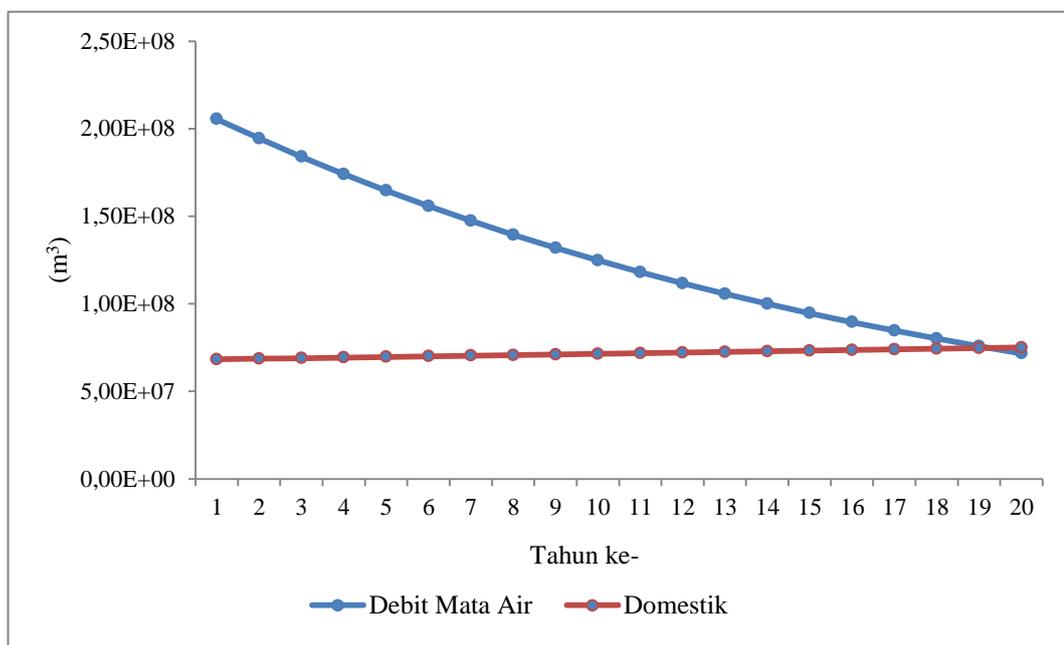
### Skenario Pertama

Skenario pertama didasarkan pada asumsi bahwa lingkungan DAS Pemali mengalami degradasi, luas lahan sawah tetap dan jumlah penduduk mengikuti trend. Hasil analisis proyeksi imbalan ketersediaan dan kebutuhan air ( $m^3$ ) untuk sektor pertanian, domestik dan gabungan keduanya dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11 berikut:



Gambar 9. Proyeksi Imbalan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pertanian DAS Pemali Skenario Pertama

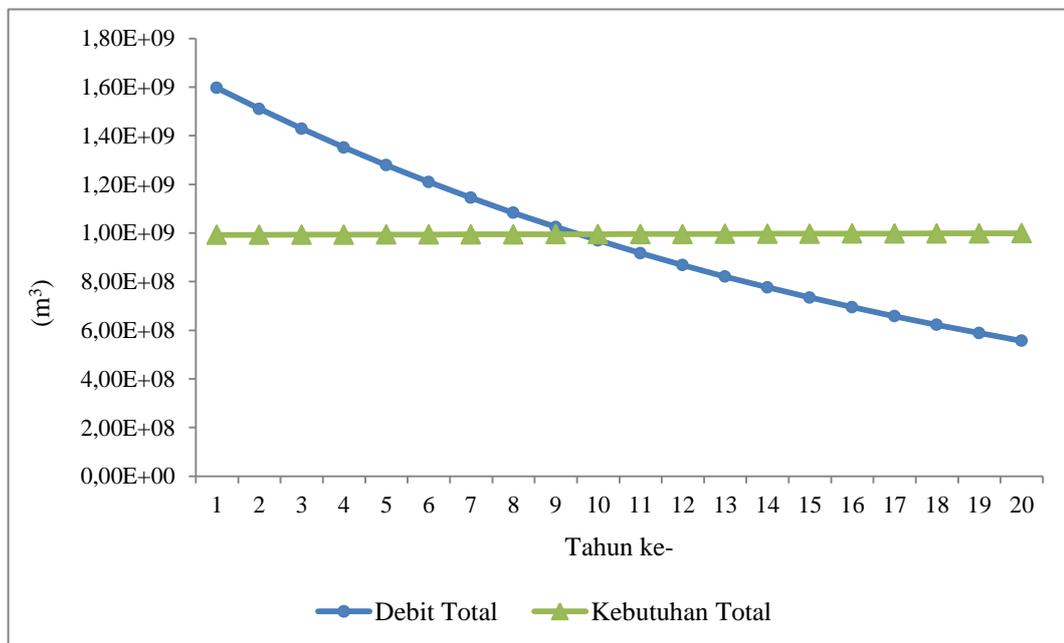
Gambar 9 menunjukkan bahwa imbalan ketersediaan dan kebutuhan air untuk sektor pertanian DAS Pemali masih dalam kondisi surplus air sampai dengan 8 tahun ke depan, namun rasio antara ketersediaan dan kebutuhan air berangsur-angsur mengalami penurunan sampai mencapai titik kritis setelah tahun ke-8, setelah tahun ke-8 kondisi imbalan air mengalami defisit.



Gambar 10. Proyeksi Imbalan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Domestik DAS Pemali Skenario Pertama

Gambar 10 menunjukkan bahwa imbalan ketersediaan dan kebutuhan air untuk sektor domestik masih dalam kondisi surplus air sampai dengan 19 tahun ke depan dimana rasio antara ketersediaan dan kebutuhan air berangsur-angsur mengalami penurunan sampai mencapai titik kritis setelah tahun ke-19, setelah tahun ke-19 kondisi imbalan air mengalami defisit.

Jika proyeksi imbalan air pertanian dan domestik digabungkan maka DAS Pemali akan mengalami kondisi kritis air di tahun ke-9, sehingga apabila kondisi lingkungan dibiarkan tetap seperti kondisi saat ini maka setelah tahun ke-9 DAS Pemali akan berada pada kondisi defisit air. Selengkapnya untuk melihat proyeksi imbalan ketersediaan dan kebutuhan air total DAS Pemali skenario pertama dapat dilihat pada Gambar 11.

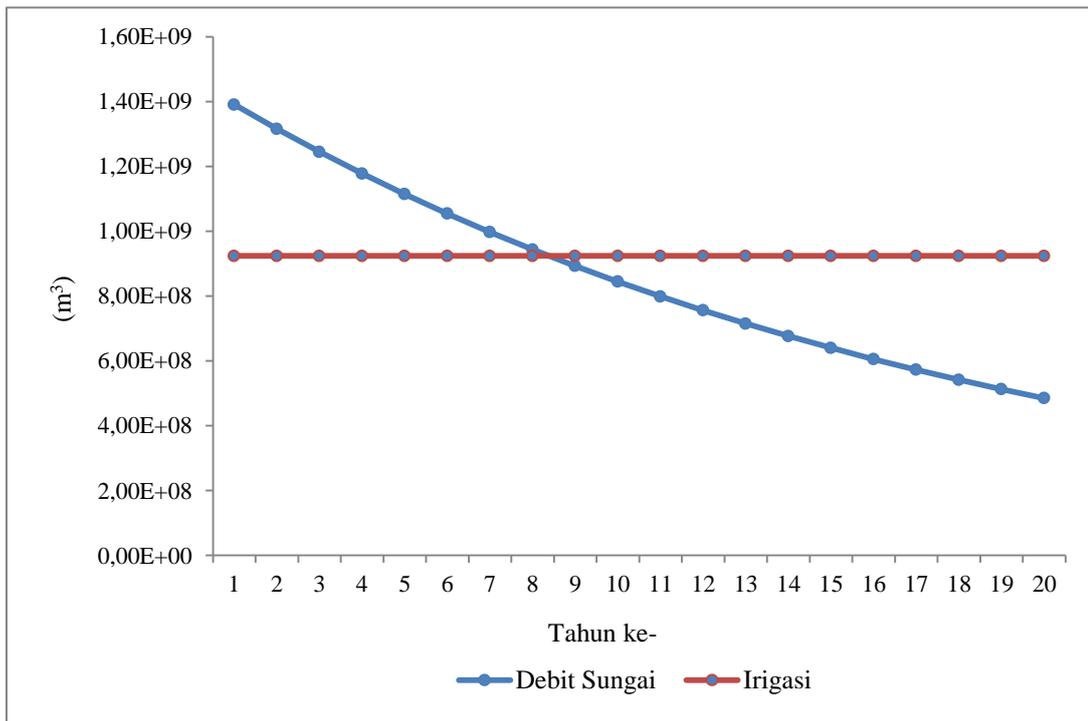


Gambar 11. Proyeksi Imbalan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Gabungan DAS Pemali Skenario Pertama

### Skenario Kedua

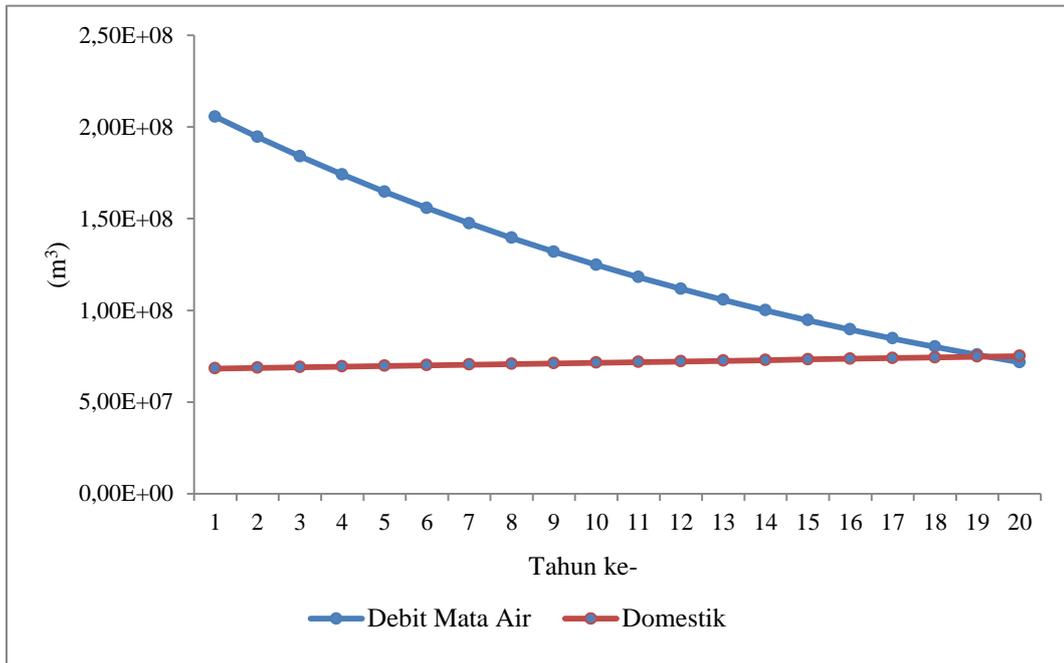
Skenario kedua didasarkan pada asumsi bahwa lingkungan DAS Pemali mengalami degradasi, luas lahan sawah beralih fungsi dan jumlah penduduk mengikuti trend. Analisis proyeksi menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan skenario pertama, hal ini disebabkan karena perubahan luas lahan

pertanian akibat alih fungsi sangat kecil, sehingga dalam kurun waktu proyeksi 20 tahun tidak terlihat perbedaannya. Selengkapnya untuk melihat proyeksi imbalan ketersediaan dan kebutuhan air ( $m^3$ ) skenario kedua dapat dilihat pada Gambar 12, Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 12. Proyeksi Imbalan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pertanian DAS Pemali Skenario Kedua

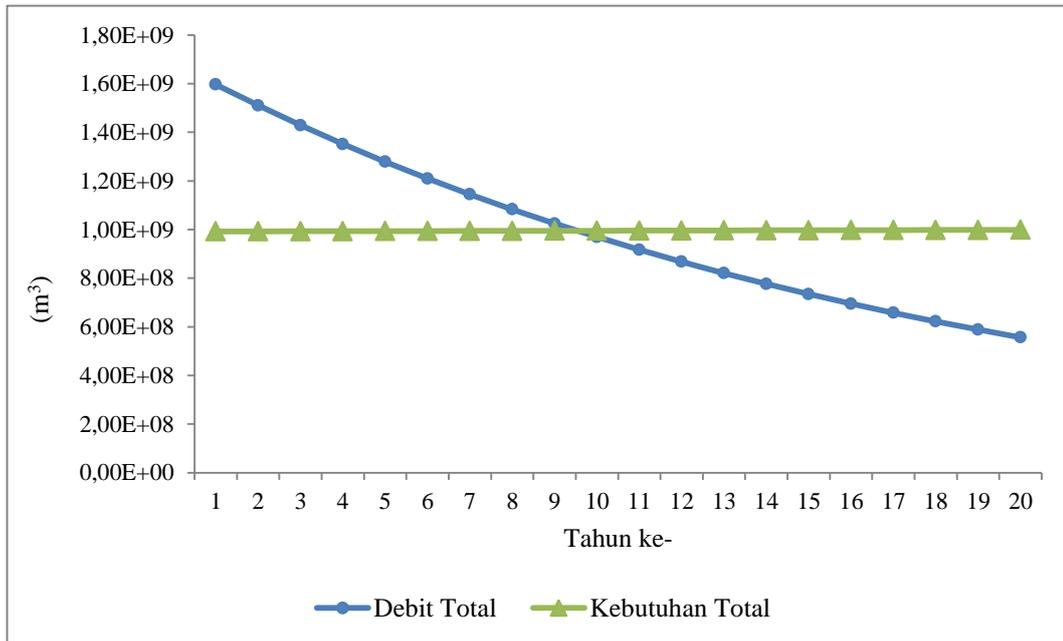
Gambar 12 menunjukkan bahwa imbalan ketersediaan dan kebutuhan air untuk sektor pertanian DAS Pemali masih dalam kondisi surplus air sampai dengan 8 tahun ke depan, namun rasio antara ketersediaan dan kebutuhan air berangsur-angsur mengalami penurunan sampai mencapai titik kritis setelah tahun ke-8, setelah tahun ke-8 kondisi imbalan air mengalami defisit.



Gambar 13. Proyeksi Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Domestik DAS Pemali Skenario Kedua

Gambar 13 menunjukkan bahwa imbangan ketersediaan dan kebutuhan air untuk sektor domestik masih dalam kondisi surplus air sampai dengan 19 tahun ke depan dimana rasio antara ketersediaan dan kebutuhan air berangsur-angsur mengalami penurunan sampai mencapai titik kritis setelah tahun ke-19, setelah tahun ke-19 kondisi imbangan air mengalami defisit.

Jika proyeksi imbangan air pertanian dan domestik digabungkan, maka DAS Pemali akan mengalami kondisi kritis air di tahun ke-9, sehingga apabila kondisi lingkungan dibiarkan tetap seperti kondisi saat ini maka pada tahun ke-10 DAS Pemali akan berada pada kondisi defisit air. Selengkapnya untuk melihat proyeksi imbangan ketersediaan dan kebutuhan air skenario pertama dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 141. Proyeksi Imbangan Ketersediaan dan Kebutuhan Air Total DAS Pemali Skenario Kedua

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1). Imbangan ketersediaan dan kebutuhn air untuk keperluan pertanian irigasi DAS Pemali jika ditinjau secara *continous flow* menurut periode musimnya mengalami fluktuatif, ada kalanya surplus dan ada kalanya defisit. Kondisi surplus air terjadi pada Bulan Januari sampai Bulan Mei dan periode setengah bulan kedua Desember, sedangkan keadaan defisit air terjadi pada Bulan Juni sampai periode setengah bulan pertama Desember.

- 2). Terdapat surplus air sebesar 546.250.091,35 m<sup>3</sup> dengan rasio perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air sebesar 1,59 hal tersebut menunjukkan bahwa status daya dukung airnya dalam kondisi aman bersyarat (*conditional sustain*). Kondisi surplus air akan bertahan sampai 8 Tahun ke depan sejak tahun 2014 baik terjadi alih fungsi lahan maupun tidak terjadi alih fungsi lahan pertanian dan akan mengalami kondisi kritis air setelah tahun ke-8.
- 3). Imbangan ketersediaan dan kebutuhan air untuk keperluan domestik DAS Pemali mengalami surplus air dari Bulan Januari sampai periode setengah bulan ke-1 Juli dan dari periode Oktober sampai Desember, sedangkan defisit terjadi pada periode ke-2 Juli sampai akhir September.
- 4). Terdapat surplus air sebesar 148.385.217,21 m<sup>3</sup> dengan rasio perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan air sebesar 3,15 hal tersebut menunjukkan bahwa status daya dukung airnya dalam kondisi aman (*sustain*). Kondisi surplus air akan bertahan sampai dengan 19 tahun ke depan sejak tahun 2014 dan akan mengalami kondisi kritis air setelah tahun ke-19.
- 5). Hasil analisis imbangan proyeksi ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Pemali menunjukkan bahwa trend kenaikan kebutuhan air yang terjadi tidak secepat trend penurunan ketersediaan air.

### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan simpulan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- 1). Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang optimasi pemanfaatan air untuk kepentingan pertanian beririgasi di DAS Pemali dengan mempertimbangkan ketersediaan air.
- 2). Perlu dilakukan langkah-langkah penyelamatan lingkungan melalui kegiatan yang bersifat konservasi tanah dan air serta perlindungan terhadap sumber-sumber air untuk meningkatkan nilai aliran dasar DAS Pemali.
- 3). Perlu disusun kebijakan daerah terkait dengan konservasi dan penanganan lahan kritis.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional atas kesempatannya dalam bentuk beasiswa, Chay Asdak, M.Sc., Ph.D. dan Dr. Ir. Rachmat Harriyanto, MS. selaku tim pembimbing, segenap jajaran PSMIL beserta seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C., 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Arsyad, S. dan E. Rustiadi, 2008. Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan. Crestpent Press dan Yayasan Obor Indonesia, Bogor.
- Azizah, C., 2013. Metoda Analisis Kebutuhan Air dalam Mengembangkan Sumber Daya Air. Lentera, Vol. 13, No. 1, Maret 2013 : 1 - 8.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2002. Tata Cara Penghitungan Evapotranspirasi Tanaman Acuan dengan Metode Penman-Monteith. Standar Nasional Indonesia RSNI T-01-2004. BSN, Jakarta.
- Balitbang Departemen Kimpraswil. 2002. Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual. NSPM Kimpraswil, Edisi Pertama Desember 2002, Bagian : 2 Irigasi (Standar Perencanaan Irigasi). Kimpraswil, Jakarta.
- BPDAS (Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai) Pemali Jratun. 2009. Informasi DAS. Online : [http://www.bpdas-pemalijratun.net/index.php?option=com\\_content&view=frontpage&Itemid=1](http://www.bpdas-pemalijratun.net/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1). (Diakses 17 Juni 2015).
- Bappenas. 2011. Ironi Air di Indonesia. Sustaining Partnership. Bappenas, Jakarta. Edisi Desember 2011 : 4 – 6.
- Bappenas. 2012. Analisa Perubahan Penggunaan Lahan di Ekosistem DAS dalam Menunjang Ketahanan Air dan Ketahanan Pangan, Studi Kasus DAS Brantas. Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumber Daya Air Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Bappenas, Jakarta.
- Bappenas. 2014. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015 - 2019. Buku I : Agenda Pembangunan Nasional. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Bappenas, Jakarta.
- Bappeda Brebes. 2009. Kabupaten Brebes Dalam Angka 2008. Bappeda, Brebes.
- Bappeda Brebes. 2010. Kabupaten Brebes Dalam Angka 2009. Bappeda, Brebes.

- Bappeda Brebes. 2011. Kabupaten Brebes Dalam Angka 2010. Bappeda, Brebes.
- Bappeda Brebes. 2012. Kabupaten Brebes Dalam Angka 2011. Bappeda, Brebes.
- Bappeda Brebes. 2013. Kabupaten Brebes Dalam Angka 2012. Bappeda, Brebes.
- Bappeda Brebes. 2014. Kabupaten Brebes Dalam Angka 2013. Bappeda, Brebes.
- Bappeda Tegal. 2010. Kabupaten Tegal Dalam Angka 2009. Bappeda, Tegal.
- Bappeda Tegal. 2011. Kabupaten Tegal Dalam Angka 2010. Bappeda, Tegal.
- Bappeda Tegal. 2012. Kabupaten Tegal Dalam Angka 2011. Bappeda, Tegal.
- Bappeda Tegal. 2013. Kabupaten Tegal Dalam Angka 2012. Bappeda, Tegal.
- Bappeda Tegal. 2014. Selayang Pandang Kabupaten Tegal 2013. Bappeda, Tegal.
- Bestananda. 2014. Pemanfaatan Air untuk Domestik (Part 1). Online : <http://bestananda.blogspot.com/2014/01/pemanfaatan-air-untuk-domestik-part-1.html>. (Diakses 1 Juni 2015).
- BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika). 2014. Data Klimatologi. BMKG, Tegal.
- BPSDA (Balai Pengelolaan Sumber Daya Air) Pemali Comal. 2014. Data Hidrologi dan Pemetaan. BPSDA Pemali Comal, Tegal.
- Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum. 1986. Standar Perencanaan Irigasi (KP-01). CV Galang Persada, Jakarta.
- Delinom, R.M. dan D. Marganingrum, 2007. Sumber Daya Air dan Lingkungan, Potensi, Degradasi dan Masa Depan. LIPI Press, Jakarta.
- Dinas Pengairan Energi dan Sumber Daya Mineral (DPESDM) Kab. Brebes, 2014. Pola dan Rencana Musim Tanam. DPESDM, Brebes.
- Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Kab. Tegal. 2014. Pola dan Rencana Musim Tanam. DPU, Tegal.
- Firmansyah, M.A., 2010. Teori dan Praktek Analisis Neraca Air untuk Menunjang Tugas Penyuluh Pertanian di Kalimantan Tengah. Makalah. Pelatihan Agribisnis Pertanian untuk Analisis Iklim di Palangkaraya tanggal 1-7

- Desember 2010. Balai Besar Pelatihan Binuang, Kalimantan Selatan, Banjarmasin.
- Harto, S., 2000. Hidrologi, Teori, Masalah dan Penyelesaian. Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Kodoatie, R.J. dan R. Sjarief, 2005. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Andi, Yogyakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2009. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah. Kemen LH., Jakarta.
- Kartiwa, B., 2010. Identifikasi dan Analisis Neraca Ketersediaan-Kebutuhan Air Pertanian Mendukung Peningkatan IP dan Pengembangan Padi IP 400 di Sumatera Barat, Lampung, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Laporan Hasil Penelitian Program Insentif Riset Terapan. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Kementerian Pertanian, Cimanggu, Bogor.
- Kesuma, R.P., A.H. Wahyudi dan Suyanto, 2013. Aplikasi Metode Mock, NRECA, Tank Model dan RainRun di Bendung Trani, Wonotoro, Sudangan dan Walikan. e-Jurnal Matriks Teknisk Sipil, Vol. 1, No. 4, Desember 2013: 472 – 479. Online : <http://matriks.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/MaTekSi/article/view/114>. (Diakses 25 April 2015).
- Prastowo, 2010. Daya Dukung Lingkungan Aspek Sumber Daya Air. Working Paper. Pusat Pengkajian Perencanaan dan Pengembangan Wilayah. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Radhi, S., Iskandar, A.Y., 1987, Perhitungan Simulasi Debit Sungai Cara Mock Untuk Menaksir Debit Andalan, HATHI Bandung, h 7-15. Dalam E. Setiawan, 2010. Penggunaan Solver sebagai Alat Bantu Kalibrasi Parameter Model Hujan Aliran. Spektrum Sipil, ISSN 1858-4896, Vol. 1, No. 1, April 2010 : 72-79.
- Soewarno, 1995. Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Hidrologi. Nova, Bandung. Jilid 1.
- Santosa, B., Suharyanto dan D. Legono, 2011. Mengukur Variasi Debit menggunakan Prinsip-Prinsip Entropy dalam Rezim Stabilitas Aliran.

- Seminar Nasional – 1 BMPTTSSI – KoNTekS 5, 14 Oktober 2011 : 105 – 112. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sari, I.K., L.M. Limantara dan D. Priyantoro, 2011. Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada DAS Sampean. *Jurnal Pengairan*, Vol. 2, No. 1, 2011 : 29 – 41.
- Setiawan, E., 2010. Penggunaan Solver sebagai Alat Bantu Kalibrasi Parameter Model Hujan Aliran. *Spektrum Sipil*, ISSN 1858-4896, Vol. 1, No. 1, April 2010 : 72-79.
- Soewaeli, A.S., 2015. Personal Reference. (Diwawancara 12 Agustus 2015).
- Triatmodjo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Tunas, I.G., dan S.B. Lesmana, 2011. Analisis Penyimpangan Perkiraan Debit Menggunakan Model Mock dan NRECA. *Infrastruktur*, Vol.1, No.1, Juni 2011 : 54 – 62.
- Yulistiyanto, B. dan B.A. Kironoto, 2008. Analisa Pendayagunaan Sumberdaya Air Pada WS Paguyaman dengan Ribasim. *Media Teknik* ISSN 0216-3012, No 2 Tahun XXX Edisi Mei 2008.
- Zhao C., Ding Y., Ye B., Yao S., Zhao Q., Wang Z., and Wang Y., 2011. An Analyses of Long-Term Precipitation Variability Based on Entropy over Xinjiang. Dalam Budi Santosa, Suharyanto dan D. Legono, 2011. Mengukur Variasi Debit menggunakan Prinsip-Prinsip Entropy dalam Rezim Stabilitas Aliran. Seminar Nasional – 1 BMPTTSSI – KoNTekS 5, 14 Oktober 2011 : 105 – 112. Universitas Sumatera Utara, Medan.