

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN KAPASITAS TAMPUNG BAGI RENCANA  
PENGEMBANGAN AREAL LAYANAN IRIGASI DARI BENDUNG PERJAYA – SUMATERA  
SELATAN DENGAN METODE NUMERIK DAN “SEQUENT PEAK”**

**(CALCULATING REQUIRED CAPACITY FOR THE PROPOSED OF DEVELOPMENT  
IRRIGATED AREAS AT PERJAYA WEIR, SOUTH SUMATERA BY USING  
NUMERIC AND SEQUENT PEAK METHODS)**

Oleh :

**Agung Bagiawan\*)**✉

\*)Peneliti Pusat Litbang Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum, Jl. Ir. H. Juanda, 193, Bandung

✉Komunikasi penulis, email : Bagiawan@gmail.com

Naskah ini diterima pada 17 April 2013; revisi pada 23 April 2013;

disetujui untuk dipublikasikan pada 29 April 2013

**ABSTRACT**

*The development of an irrigated area is strongly influenced by water availability, water demand and availability of infrastructure. Water balance is the key to whether the water system in the irrigation area development plan can be realized according to currently existing condition because of an availability of water surplus, without needing improvement of existing dam efficiency and effectiveness. If there is a deficit of water, it still may require an amount of water through the construction of a reservoir upstream. In support of the development plan, a simulation between the extent of proposed irrigated area and water available is required, so that weir capacity for any alternative to the irrigation area development can be identified to meet the needs of development. Some simple methods and calculations can be used to simulate the required capacity of a weir upstream.*

*Key word : irrigation, water, infrastructure, water balance, capacity*

**ABSTRAK**

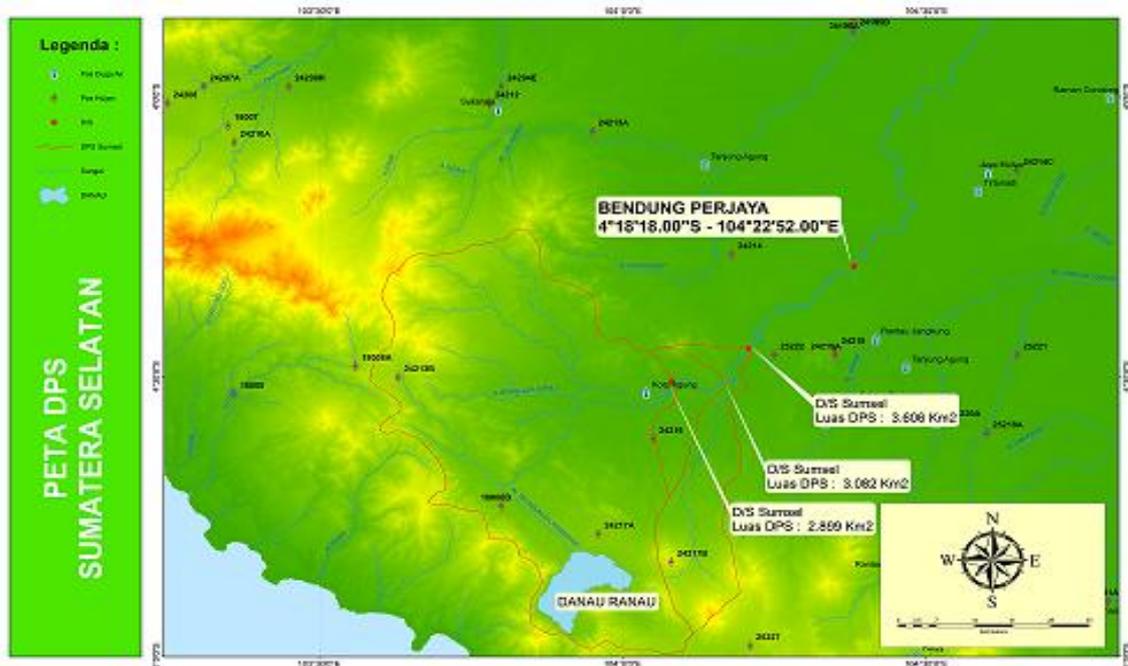
Pengembangan suatu areal irigasi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air, besarnya kebutuhan air serta ketersediaan sarana infrastruktur. Keseimbangan tata air merupakan kunci apakah dalam rencana pengembangan areal irigasi tersebut dapat direalisasikan dengan kondisi yang ada saat ini karena masih terdapat *surplus air*, tanpa diperlukannya peningkatan efisiensi dan efektifitas dari bendung yang ada atau terjadi *defisit air* sehingga masih diperlukan suatu besaran volume air melalui pembuatan waduk di hulunya. Dalam mendukung rencana pengembangan tersebut diperlukan suatu simulasi antara besarnya rencana pengembangan areal irigasi dan air yang tersedia, sehingga untuk setiap alternatif pengembangan areal irigasi dapat diketahui besarnya volume / kapasitas tampungan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pengembangan tersebut. Beberapa metode dan perhitungan yang sederhana dapat digunakan untuk dapat mensimulasikan besaran kapasitas tampung suatu waduk di hulu yang diperlukan.

**Kata Kunci : irigasi, air, infrastruktur, keseimbangan, kapasitas**

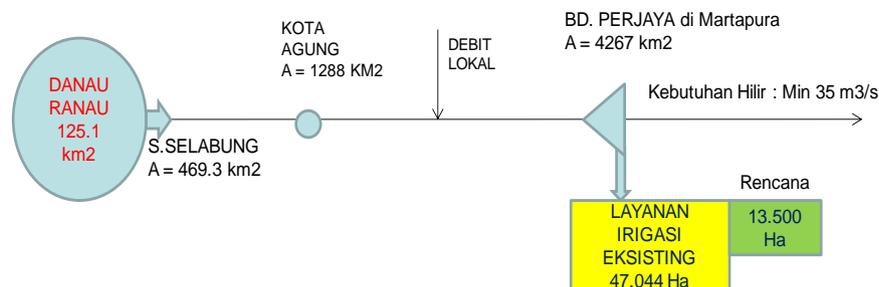
## I PENDAHULUAN

Dalam rangka mempertahankan swasembada pangan, pemerintah merencanakan untuk meningkatkan areal irigasi dengan memanfaatkan sumber daya air yang tersedia. Untuk mengetahui sejauh mana areal yang direncanakan dapat terpenuhi, perlu dilakukan simulasi antara ketersediaan air dan kebutuhan air rencana optimalisasi rencana pola tanam yang akan diberlakukan pada jaringan irigasi Komering di Bendung Perjaya. Sumber air berasal dari Danau Ranau dan beberapa anak sungai yang masuk ke S. Komering (Lihat Peta Gambar 1).

Pada saat ini Bendung Perjaya yang berlokasi di S. Komering telah dimanfaatkan mensuplai kebutuhan irigasi untuk areal seluas  $\pm 47.000$  Ha. Pada tulisan ini, akan diuraikan metoda yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya kapasitas tampung yang dibutuhkan untuk alternatif rencana pengembangan irigasi areal Lempuing sebesar  $\pm 13.500$  Ha dihilir dari Bendung Perjaya. Sistem jaringan tata air dan sumber air ke lokasi Bendung Perjaya, dapat dilihat seperti pada pembagian dalam Gambar 2.



Gambar 1 Peta Jaringan Sungai Komering dari Hulu (Danau Ranau) sampai Bendung Perjaya



Gambar 2 Sistem Tata Air di Hulu Bendung Perjaya

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Merencanakan suatu waduk bukanlah suatu hal yang mudah karena melibatkan berbagai macam bidang ilmu pengetahuan lain yang saling mendukung demi kesempurnaan hasil perencanaan yang dicapai. Bidang ilmu pengetahuan itu antara lain geologi, hidrologi, hidrolika, mekanika tanah, bahkan ilmu pengetahuan lain diluar bidang keteknikan seperti halnya lingkungan, ekonomi, stastistik pertanian dan lain sebagainya. (Subarkah, 1980).

Perencanaan kapasitas tampung suatu waduk adalah permasalahan lama dari suatu pengelolaan sumber daya air, yang menjadi pertanyaan adalah berapa besar kapasitas tampung dari suatu waduk yang diperlukan untuk dapat memenuhi kebutuhan air dari pengguna. Ketentuan /batasan kendala yang perlu ditetapkan adalah kebutuhan air tidak boleh melebihi dari rata-rata debit dari sungai (ketersediaan air) untuk suatu perioda waktu yang panjang. Ketentuan lain yang harus dibuat adalah bahwa kapasitas waduk yang sudah ditentukan dari suatu pendekatan/ metoda tidak menjamin kebutuhan hilirnya senantiasa dapat terpenuhi meskipun kebutuhan lebih kecil dari rata-rata debit, hal ini karena ketersediaan air merupakan suatu proses dari kondisi alam. Menilik kondisi inflow dimasa mendatang belum dapat diketahui secara pasti, maka kapasitas tampung suatu waduk hanya dapat ditentukan berdasarkan pada data dimasa lalu dan dengan asumsi bahwa data rata-rata debit dimasa mendatang tidak jauh berbeda dengan kondisi rata-rata debit dimasa yang lalu. (Klemens, 1987).

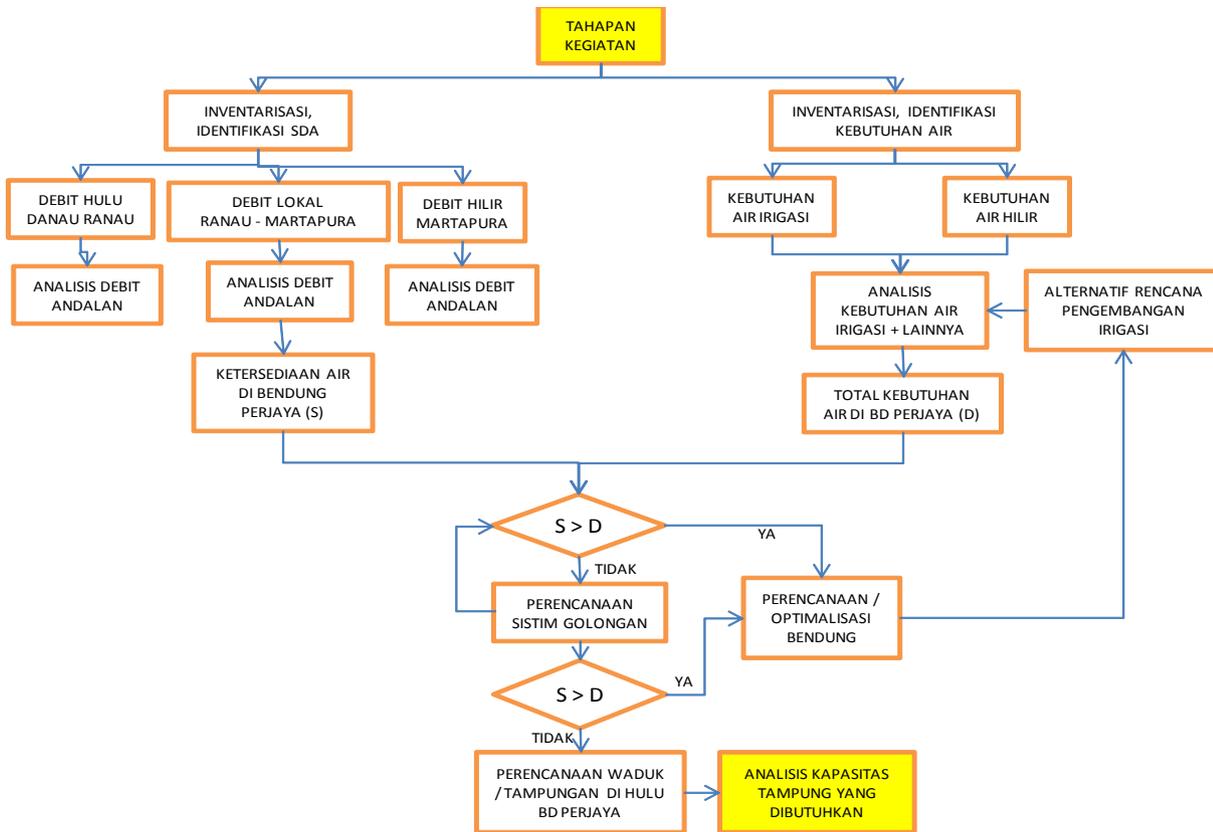
Beberapa metoda seperti Ripple (1883), sequent peak algoritma (Keneth, 2007), pengembangan analisis deficit / numerik, empiris log normal (Vogel and Stedinger,

1999), dan empiris Gamma (Phien, 1993) telah dianalisis untuk menentukan kelayakan dari perhitungan hubungan antara kapasitas tampung waduk/volume yang dibutuhkan dengan kelayakan pemenuhan kebutuhannya (Mc Mahon, 2007).

Metoda Ripple dan Sequent Peak Algoritma sering digunakan untuk menentukan berapa kapasitas tampung suatu waduk yang direncanakan dengan mensimulasikan hubungan antara besarnya ketersediaan air dan kebutuhan air. Perhitungan kapasitas tampung tersebut seringkali dihadapkan kepada kesalahan karena permasalahan tidak akuratnya perhitungan ketersediaan air yang sangat tergantung pada variabilitas dari kondisi iklim dan durasi data yang digunakan. Untuk mengurangi kesalahan karena variabilitas kondisi iklim tersebut besarnya debit yang digunakan sebagai dasar dalam perhitungan ketersediaan air perlu diperpanjang dengan pendekatan stokastik, sehingga variabilitas dari data ketersediaan air dapat diketahui. Untuk mengurangi kesalahan akibat dari durasi data yang digunakan telah dilakukan penelitian oleh beberapa ahli, dimana bila digunakan data dengan durasi harian akan memberikan kapasitas storage yang lebih besar disbanding dengan durasi bulanan (Bertold Treiber and Gert A. Schultz, 1976).

## III. METODOLOGI

Pendekatan yang dilakukan untuk mengetahui apakah debit yang tersedia di rencana lokasi pengembangan dapat memenuhi kebutuhan irigasi dan kebutuhan lainnya serta tahapan yang diperlukan jika diperlukan adanya tampungan atau optimalisasi sarana (Bendung) yang ada saat ini dapat dilihat pada Diagram alir Gambar 2.



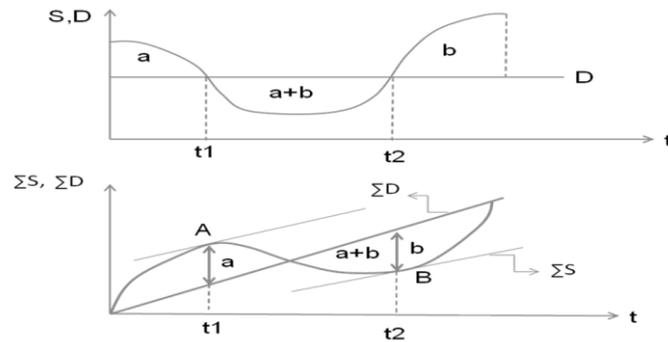
Gambar 2 Tahapan Kegiatan Yang Dilakukan

Pendekatan dan metoda yang dapat digunakan dalam memperkirakan kapasitas tampung suatu waduk dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metoda. Dengan diketahuinya ketersediaan air (inflow) dan kebutuhan air (outflow), maka volume kapasitas tampung yang dibutuhkan pada kondisi dimana kebutuhan melebihi ketersediaan dapat diketahui dengan metoda:

- ♦ **Grafis (Ripple Metode)** dengan memplot kumulatif besarnya inflow dan outflow. Selisih terbesar, antara kedua kurva tersebut merupakan kapasitas yang dibutuhkan.
  - Memplot Kumulatif dari inflow yang masuk ke waduk

- Kemiringan dari kurva masa memberikan nilai dari inflow (S) pada suatu waktu.
- Kemiringan dari kurva kebutuhan memberikan besaran laju kebutuhan (D).
- Perbedaan antara garis tangen (a+b) ke garis kebutuhan ( $\sum D$ ) pada titik puncak (A) dan titik terendah (B) dari kurva masa ( $\sum S$ ) memberikan laju yang harus dikeluarkan dari waduk selama periode kritis (Lihat Gambar 3).

Maksimum kumulatif antara tangen adalah merupakan tampungan/storage aktif yang diperlukan.



Gambar 3 Diagram Kurva Masa (Rippl, 1883)

- ♦ **Analitis (Numeric Method)** dengan menganalisis ketersediaan air (inflow) pada lokasi pengembangan dan menganalisis besarnya kebutuhan air (outflow). Besarnya kapasitas tampung yang dibutuhkan ditentukan dari selisih antara volume outflow dikurangi inflow dimana maksimum volumenya merupakan kapasitas yang dibutuhkan.

Persamaan kapasitas tampung ditentukan dengan persamaan :  $\text{Max } S_{t+1} = S_t + O_t - I_t$

Keterangan :

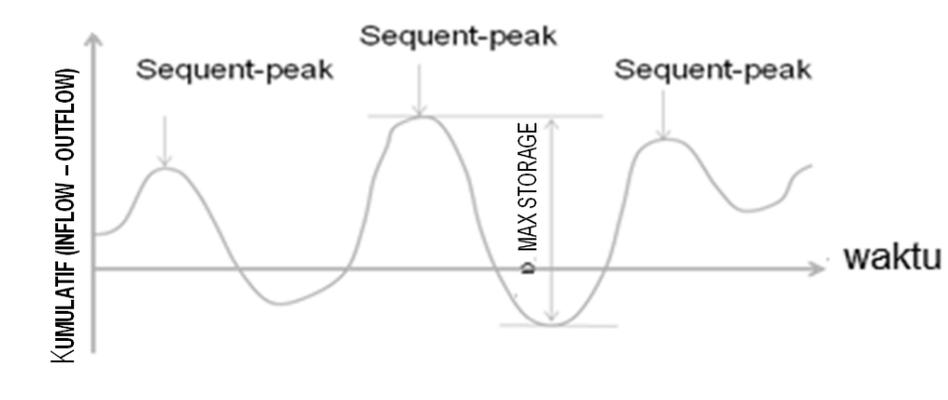
- $S_{t+1}$  : storage pada saat t+1 ( $\text{m}^3$ )
- $S_t$  : storage pada saat t ( $\text{m}^3$ )
- $O_t$  : total kebutuhan air ( $\text{m}^3$ )
- $I_t$  : total ketersediaan air ( $\text{m}^3$ )

Perhitungan kapasitas tampung ini dilakukan dalam 2 siklus ketersediaan air dan kebutuhan air, bilamana dari hasil

perhitungan tersebut terlihat besarnya nilai  $S_{t+1}$  negative, maka dibuat  $S_{t+1} = 0$  dan perhitungan dilanjutkan untuk waktu berikutnya hingga 2 siklus. Besarnya nilai  $S_{t+1}$  max dari perhitungan tersebut merupakan kapasitas tampung yang diperlukan.

- ♦ **Analitis (sequence depth method)**, dengan menghitung selisih antara inflow dan outflow, dan menghitung besarnya kumulatif dari selisih tersebut. Dengan memilih nilai maksimum dan minimum flow dari besarnya kumulatif (inflow-outflow) dan menentukan selisihnya dapat ditentukan besarnya kapasitas tampung yang diperlukan.

Sequent peak algoritma adalah modifikasi dari analisis kurva masa dan digunakan untuk seri data yang panjang.



Gambar 4 Analisis Sequent Peak Algoritma (Keneth, 207)

- Pemilihan puncak awal dan puncak selanjutnya.
- Perhitungan kapasitas tampung yang dibutuhkan yang merupakan perbedaan antara volume puncak ( $S_{max}$ ) dan volume terendah ( $S_{min}$ )
- Ulangi proses perhitungan untuk semua kondisi puncak yang berurutan
- Menentukan nilai terbesar dari kapasitas tampung. *Determine the largest value of storages as "STORAGE CAPACITY"*

Solusi dari Sequent peak algoritma (SPA) sangat mudah diselesaikan dengan computer. Persamaan yang digunakan :

$$S_t = O_t - I_t + S_{t-1} \quad \text{jika positif}$$

$$S_t = 0 \quad \text{jika negatif}$$

Keterangan:

$S_t$  : Kebutuhan kapasitas tampung pada akhir perioda t.

$S_{t-1}$  : Kebutuhan kapasitas tampung pada akhir perioda t-1.

$O_t$  : Outflow selama perioda waktu t. release during period t

$I_t$  : inflow selama perioda waktu t

$dS$  : Perubahan kapasitas tampung untuk perioda waktu dt

- Diasumsikan bahwa reservoir/tampungan mencukupi bila reservoir dapat mensuplai semua kebutuhan dengan kemungkinan adanya evapotranspirasi dan evaporasi.
- Tentukan  $S_{max}$  dan  $S_{min}$  dari hasil perhitungan  $S_t$   
 $S_{max}$  : volume tampungan maksimum dan  
 $S_{min}$  : volume tampungan minimum pada suatu siklus perhitungan.

#### ♦ Analisis Stokastik

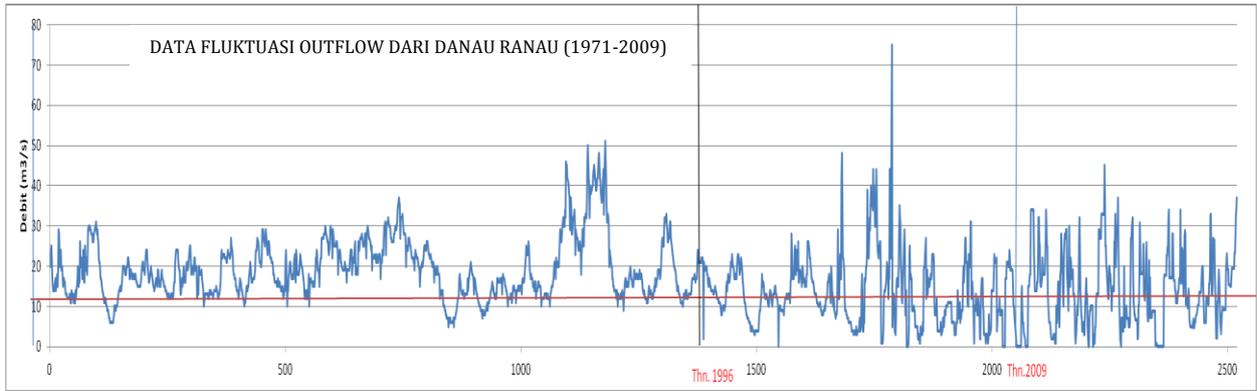
Pada kondisi dimana data debit tidak tersedia dalam perioda yang panjang,

maka dapat menggunakan suatu model stokastik untuk memperpanjang besarnya debit inflow yang diperkirakan akan tersedia pada lokasi pengembangan, dan data hasil perpanjangan data tersebut digunakan untuk mendapatkan kapasitas tampung. Dalam kondisi dimana data debit tersedia dalam kurun waktu yang cukup panjang > 20 tahun maka tidak perlu dilakukan lagi perpanjangan data dengan metode stokastik.

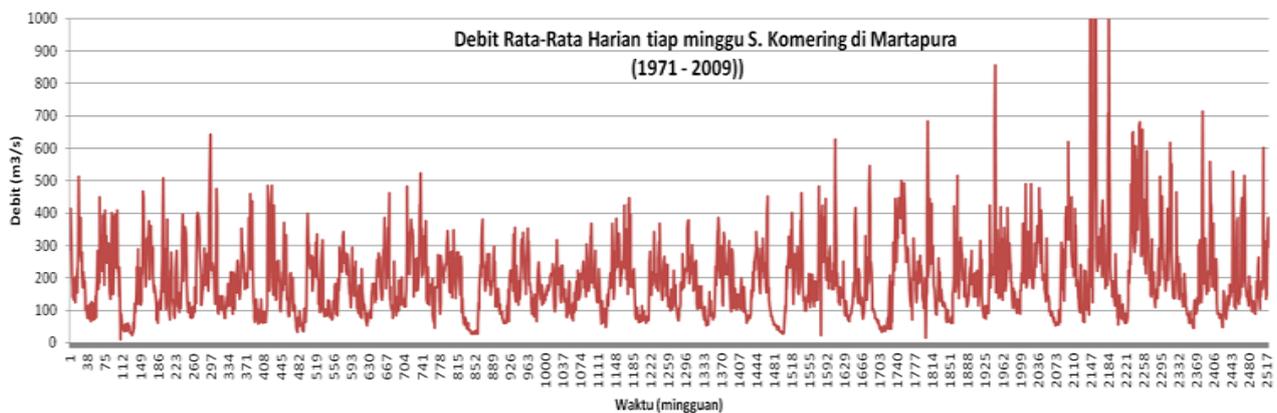
Dalam mendukung analisis kapasitas tampung diperlukan perhitungan untuk mengetahui ketersediaan sumber air, potensinya serta besarnya total kebutuhan air yang diperlukan, baik untuk kebutuhan irigasi maupun kebutuhan lainnya. Dengan diketahuinya besaran tersebut dapat dilakukan perhitungan sederhana besarnya kapasitas tampung yang dibutuhkan dengan metoda grafis dan analitis. Simulasi dengan metoda analitis akan dicoba diaplikasikan untuk mengetahui apakah dibutuhkan suatu tampungan untuk dapat memenuhi kebutuhan air dalam rangka rencana pengembangan areal hingga sebesar 13.500 Ha dari kondisi eksisting sebesar kurang lebih 47.000 Ha.

#### 1. Ketersediaan Data

Data yang tersedia di hulu DAS Bendung Perjaya meliputi data fluktuasi besarnya outflow dari Danau Ranau yang merupakan sumber air dari hulu. Pengamatan juga terdapat di S. Komerang di Martapura untuk perioda 1971 sampai 2009 (Sumber Data dari Kantor di Bendung Parjaya). Gambaran dari fluktuasi data debit pada kedua lokasi dapat terlihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Fluktuasi Besarnya Outflow dari Danau Ranau



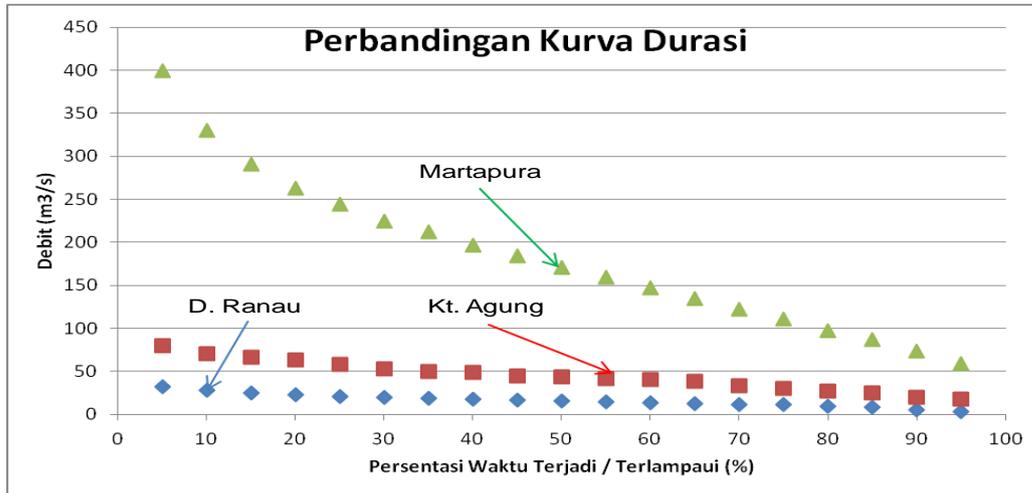
Gambar 6 Fluktuasi Besarnya Debit Rata-Rata Harian di S. Koming – Martapura

## IV PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air dilakukan untuk periode waktu dua mingguan dengan menggunakan data yang tersedia dari tahun 1971 sampai 2009 pada semua lokasi dengan menggunakan data debit pengamatan harian yang teramati dilapangan. Dengan membuat kurva durasi dua mingguan untuk masing-masing bulan dari data yang tersedia pada lokasi di Danau Ranau, Kota Agung antara

Danau Ranau dan Bendung Perjaya serta data pengamatan debit di Martapura (sedikit dihilir dari Bendung Perjaya) untuk tiap bulannya (Januari – Desember). Hasil kurva durasi tersebut terlihat pada Gambar 7. Dari kurva ini dapat ditentukan besarnya ketersediaan air / debit andalan pada beberapa lokasi sebagai masukkan dalam pemanfaatan sumber daya air yang tersedia pada kawasan tersebut.



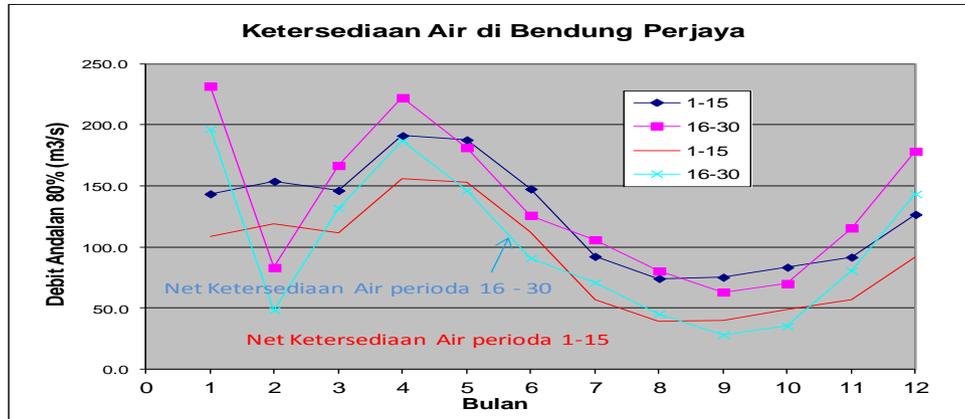
Gambar 7 Kurva Durasi untuk S. Selabung dan S. Komering

Dengan mengambil nilai 80% persentasi waktu terjadi dan terlampaui dari kurva durasi di Martapura akan diperoleh besarnya ketersediaan air / debit andalan di lokasi Bendung Perjaya. Data pengamatan di Martapura ini digunakan sebagai dasar dalam analisis mengingat lokasinya dekat dengan Bendung Perjaya dan datanya cukup panjang. Sebagaimana ketentuan yang telah

ditentukan sebelumnya bahwa debit air yang ada di lokasi bendung Perjaya tersebut harus dialokasikan secara kontinu untuk kebutuhan hilir sebesar 35 m<sup>3</sup>/s, sehingga debit andalan yang dapat dialokasikan untuk pemenuhan dan pengembangan irigasi perlu dikurangi dengan besaran debit yang harus dialokasikan ke hilir tersebut (Lihat Tabel 1 dan Gambar 8).

Tabel 1 Debit Andalan Untuk Pemenuhan dan Pengembangan Irigasi Komering

Bendung Perjaya - Sumatera Selatan dr data (1998 - 2010)						
		Debit Andalan (m3/sec)	Debit Andalan (m3/sec)	Kebutuhan Hilir (m3/sec)	Debit Andalan (m3/sec)	Debit Andalan (m3/sec)
Bulan	Probability	Perioda 1-15	Perioda 16-30		Perioda 1-15	Perioda 16-30
Jan	80%	143.46	231.57	35	108.46	196.57
Feb	80%	153.77	83.15	35	118.77	48.15
Mar	80%	146.22	166.70	35	111.22	131.70
Apr	80%	191.12	222.30	35	156.12	187.30
May	80%	187.72	181.33	35	152.72	146.33
Jun	80%	147.51	125.94	35	112.51	90.94
Jul	80%	92.20	105.89	35	57.20	70.89
Aug	80%	74.13	80.27	35	39.13	45.27
Sep	80%	75.19	63.00	35	40.19	28.00
Oct	80%	83.36	70.06	35	48.36	35.06
Nov	80%	91.64	115.49	35	56.64	80.49
Dec	80%	126.63	178.39	35	91.63	143.39



Gambar 8 Ketersediaan Air di Bendung Perjaya

#### 4.2. Analisis Kebutuhan Air

Untuk mengoptimalkan air yang tersedia dan besarnya kebutuhan air hilir dan irigasi, maka pemanfaatan air irigasi dilakukan dengan pengaturan melalui sistim Golongan. Perencanaan pola tanam padi-padi-palawija, dengan awal musim tanam di buat dalam 3 golongan. Berdasarkan pada karakteristik

iklim dan jenis tanah yang ada diwilayah irigasi layanan irigasi Komerling dan besarnya kehilangan air pada saluran tersier dan sekunder maka pada setiap tahunnya dapat direncanakan besarnya kebutuhan air irigasi untuk layanan yang direncanakan seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kebutuhan Irigasi Komerling Periode 2011/2012

		Kebutuhan Air Irigasi Komerling Periode Tanam 2011/2012																															
		PADI												PALAWIJA																			
		PADI												PALAWIJA																			
		PADI												PALAWIJA																			
		SEP.11		OKT.11		NOV. 11		DES.11		JAN.12		FEB.12		MARET. 12		APRIL.12		MEI.12		JUNI .12		JULI.12		AGUST.12		SEPT.12							
Tanggal Pemberian Air	Air	1-15	16-31	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-29	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-30						
KEBUTUHAN AIR	GOL. I	-	11,959	11,959	9,740	9,740	9,740	9,740	9,740	9,740	9,740	9,740	-	10,935	10,935	8,716	8,716	8,716	8,716	8,716	8,716	8,716	8,716	8,716	8,716	-	2,208	2,208	2,102	2,102	2,102	-	-
DISAWAH ( l/det)	GOL. II	-	13,918	13,918	9,304	9,304	9,304	9,304	9,304	9,304	9,304	9,304	-	14,100	14,100	9,486	9,486	9,486	9,486	9,486	9,486	9,486	9,486	9,486	9,486	-	5,226	5,226	5,226	5,226	5,226	-	-
	GOL. III	-	-	20,042	20,042	16,635	16,635	16,635	16,635	16,635	16,635	16,635	16,635	-	20,027	20,027	16,621	16,621	16,621	16,621	16,621	16,621	16,621	16,621	16,621	-	5,284	5,284	4,016	4,016	4,016	-	-
	JUMLAH		11,959	25,877	43,700	39,086	35,679	35,679	35,679	35,679	35,679	35,679	25,939	27,570	25,035	42,843	38,229	34,823	34,823	34,823	34,823	26,107	18,829	7,434	12,612	12,612	11,344	11,344	-	-	-	-	
Kebutuhan air dipintu tersier																																	
Faktor tersier 1.26			15,069	32,606	55,062	49,248	44,956	44,956	44,956	44,956	44,956	44,956	32,683	34,739	31,545	53,983	48,169	43,877	43,877	43,877	43,877	32,894	23,724	9,367	15,891	15,891	14,293	14,293	-	-	-	-	
Kebutuhan air dipintu skunder																																	
Faktor skunder 1.07			16,124	34,888	58,916	52,695	48,103	48,103	48,103	48,103	48,103	48,103	34,971	37,170	33,753	57,761	51,541	46,948	46,948	46,948	46,948	35,197	25,385	10,022	17,004	17,004	15,294	15,294	-	-	-	-	

Areal irigasi Komerling yang perlu dilayani dari Bendung Perjaya dan kriteria dalam analisis kebutuhan air dengan satuan pemberian air didiskusikan dan setiap tahunnya diantara para pemangku

kepentingan dan ditetapkan berdasarkan pada Keputusan Bupati Komerling. Untuk Kebutuhan air dan daerah yang dilayani dari Bendung Perjaya untuk tahun 2011/2012 dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Dasar Perhitungan Kebutuhan Air

GOL / WILAYAH	LUAS SAWAH	MT	PADI	PALAWIJA	LAIN-LAIN
KEMANTREN	IRIGASI (Ha)		(Ha)	(Ha)	(Ha)
1	2	3	4	5	6
I. BLT.I & BAHUGA	12,531	I	10,391	-	518
		II	10,391	-	6
		III	353	4,548	263
II. BLT.II & BLT III	15,754	I	15,380	-	38
		II	15,380	-	129
		III	-	2,739	2,202
III. KOMERING , MACAK I & II	18,759	I	18,150	58	61
		II	18,150	77	51
		III	4,730	859	253

SATUAN PEMBERIAN AIR ( L/DET/HA )		
Kebutuhan Air	Gol. I	Gol II
GARAP	0.9	1.25
TUMBUH	0.6	1.15
PALAWIJA	0.3	0.3
IKAN	2	2

Keterangan :		
SISTIM	GOLONGAN VERTIKAL & HORIZONTAL	
1	GOL I	SS. Belitang ( BB.1 - BB.8)
2	GOL.II	SS. Belitang ( BB.9 - BB.35)
		SS. Macak
3	GOL.III	Sal. Induk

Berdasarkan pada lokasi dan luas areal layanan, serta satuan pemberian air, dapat dihitung besarnya kebutuhan air untuk lokasi areal irigasi yang perlu dilayani dan besarnya kebutuhan air untuk berbagai alternatif areal

rencana pengembangan irigasi. Gambaran besarnya kebutuhan air untuk kondisi sekarang (eksisting) dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 9.

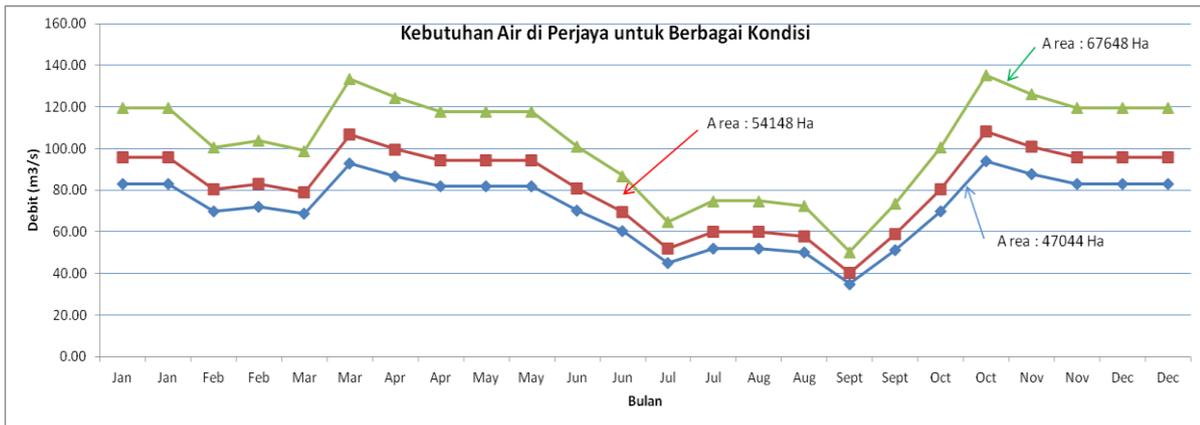
**Tabel 4** Kebutuhan Air (untuk Areal 47.044 Ha)

Kebutuhan Air	Jan	Jan	Feb	Feb	Mar	Mar	Apr	Apr	May	May	Jun	Jun
Area 47044 Ha	1-15	16-31	1-15	16-28	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30
Irigasi (l/sec)	48102.56	48102.56	34970.96	37170.41	33752.73	57761.47	51540.88	46948.10	46948.10	46948.10	35197.05	25384.99
Irigasi (m3/sec)- 47044 Ha	48.10	48.10	34.97	37.17	33.75	57.76	51.54	46.95	46.95	46.95	35.20	25.38
Kebutuhan Hilir	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Total Kebutuhan (47044 Ha)	83.103	83.103	69.971	72.170	68.753	92.761	86.541	81.948	81.948	81.948	70.197	60.385

Kebutuhan Air	Jul	Jul	Aug	Aug	Sept	Sept	Okt	Okt	Nop	Nop	Des	Des
Area 47044 Ha	1-15	16-31	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31
Irigasi (l/sec)	10022.25	17003.70	17003.70	15293.64	0.00	16123.66	34887.91	58915.94	52695.34	48102.56	48102.56	48102.56
Irigasi (m3/sec)- 47044 Ha	10.02	17.00	17.00	15.29	0.00	16.12	34.89	58.92	52.70	48.10	48.10	48.10
Kebutuhan Hilir	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Total Kebutuhan (47044 Ha)	45.022	52.004	52.004	50.294	35.000	51.124	69.888	93.916	87.695	83.103	83.103	83.103

Dengan prosedur yang sama dapat dihitung besarnya kebutuhan air untuk rencana pengembangan areal seluas 54.148 Ha dan

67.648 Ha. Hasil besarnya kebutuhan air untuk berbagai alternatif pengembangan irigasi dapat dilihat pada Gambar 9.

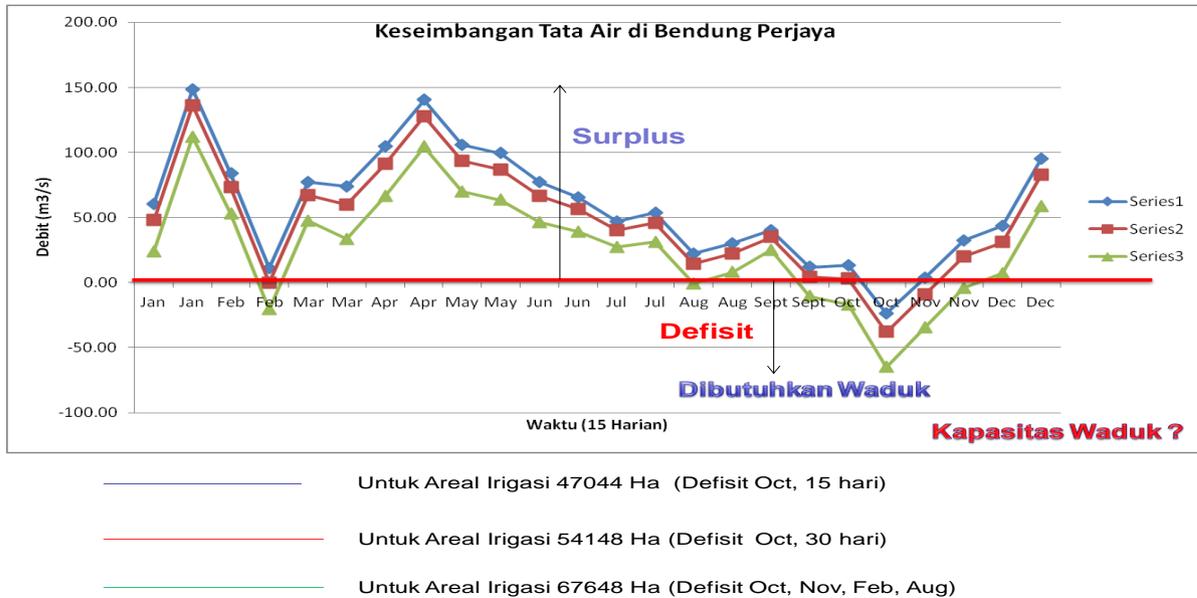


**Gambar 9** Besarnya Kebutuhan Air untuk Berbagai Alternatif Pengembangan

### 4.3. Analisis Keseimbangan Tata Air

Keseimbangan tata air pada lokasi rencana pengembangan irigasi di Bendung Perjaya untuk berbagai alternatif areal irigasi dapat dilihat pada Gambar 10. Pada Gambar ini terlihat bahwa untuk areal sebesar 47044 Ha dan dengan menggunakan sistim penggolongan terlihat besarnya kebutuhan air dan ketersediaan air hampir memadai,

hanya terjadi defisit pada bulan oktober. Defisit ini masih dapat ditanggulangi dengan optimalisasi pengeluaran air dari bendung dan efisiensi dari operasi yang dilakukan. Untuk rencana pengembangan hingga 54.148 Ha dan 67.648 Ha, terjadi defisit pada ketersediaan airnya sehingga dibutuhkan suatu tampungan di hulu dari Bendung Perjaya.



Gambar 10 Keseimbangan tata Air di S. Komerling – di Bendung Perjaya

### 4.4. Analisis Kapasitas Tampungan yang dibutuhkan

Kapasitas tampung yang dibutuhkan untuk pemenuhan kebutuhan air pada rencana pengembangan areal irigasi dapat dilakukan dengan analisis sederhana yang telah diuraikan pada metodologi. Tabel 5 dan Tabel 6, adalah contoh perhitungan sederhana untuk perhitungan kapasitas tampung yang dibutuhkan. Dari kedua pendekatan

diperoleh hasil besaran kapasitas tampung yang sama. Dengan menggunakan tahapan dan prosedur yang sama, dapat dilakukan analisis untuk berbagai kapasitas tampung yang dibutuhkan untuk rencana pengembangan areal irigasi. Tabel 5 menunjukkan bahwa Kapasitas Tampung yang dibutuhkan untuk pengembangan areal irigasi seluas 67648 Ha adalah 175.23 juta m<sup>3</sup>.

Tabel 5 Contoh Perhitungan Kapasitas Tampung dngan Metoda "Sequence Depth"

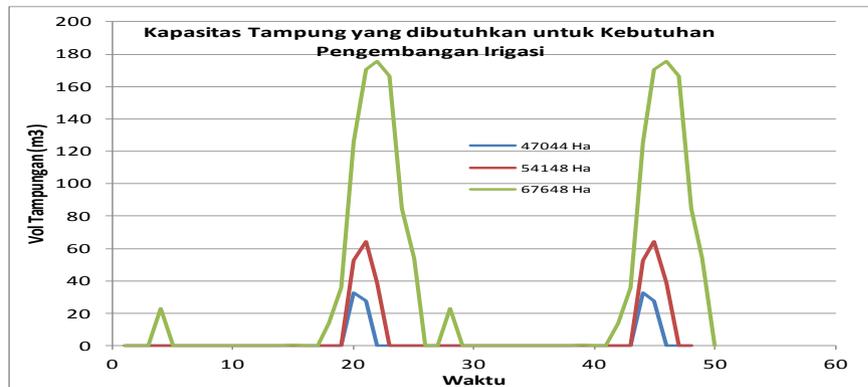
ANALISIS KAPASITAS VOLUME TAMPUNGAN YANG DIPERLUKAN							Besarnya Kapasitas Tampung yang Dibutuhkan x (juta) m3
Bulan	Storage 1	LUAS = 67648 HA		Jumlah Hari	I - O x (juta) m3	Kumulatif x (juta) m3	
		Inflow Bd. Perjaya (m3/s)	Outflow Irigasi+D/S (m3/s)				
Jan	0	143.46	119.50	15	31.05	31.05	
Jan	31.05	231.57	119.50	16	154.92	185.97	
Feb	185.97	153.77	100.62	15	68.89	254.86	
Feb	254.86	83.15	103.78	13	-23.17	231.69	
Mar	231.69	146.22	98.86	15	61.38	293.07	
Mar	293.07	166.70	133.39	16	46.06	339.12	
Apr	339.12	191.12	124.44	15	86.42	425.54	
Apr	425.54	222.30	117.84	15	135.39	560.92	
May	560.92	187.72	117.84	15	90.57	651.49	
May	651.49	181.33	117.84	16	87.77	739.26	
Jun	739.26	147.51	100.94	15	60.36	799.62	
Jun	799.62	125.94	86.83	15	50.68	850.30	
Jul	850.30	92.20	64.74	15	35.59	885.89	
Jul	885.89	105.89	74.78	16	43.00	928.89	
Aug	928.89	74.13	74.78	15	-0.84	928.05	
Aug	928.05	80.27	72.32	16	10.99	939.04	
Sep	939.04	75.19	50.33	15	32.22	971.26	Smax
Sep	971.26	63.00	73.51	15	-13.62	957.64	
Oct	957.64	83.36	100.50	15	-22.21	935.43	
Oct	935.43	70.06	135.05	16	-89.84	845.59	Smax - Smin= 175.53
Nov	845.59	91.64	126.10	15	-44.67	800.92	
Nov	800.92	115.49	119.50	15	-5.19	795.73	Smin
DeC	795.73	126.63	119.50	15	9.24	804.97	
Dec	804.97	178.39	119.50	16	81.41	886.38	
Jan	886.38	143.46	119.50	15	31.05	917.43	
Jan	917.43	231.57	119.50	16	154.92	1072.36	
Feb	1072.36	153.77	100.62	15	68.89	1141.25	
Feb	1141.25	83.15	103.78	13	-23.17	1118.07	
Mar	1118.07	146.22	98.86	15	61.38	1179.45	
Mar	1179.45	166.70	133.39	16	46.06	1225.51	
Apr	1225.51	191.12	124.44	15	86.42	1311.92	
Apr	1311.92	222.30	117.84	15	135.39	1447.31	
May	1447.31	187.72	117.84	15	90.57	1537.88	
May	1537.88	181.33	117.84	16	87.77	1625.64	
Jun	1625.64	147.51	100.94	15	60.36	1686.00	
Jun	1686.00	125.94	86.83	15	50.68	1736.68	
Jul	1736.68	92.20	64.74	15	35.59	1772.27	
Jul	1772.27	105.89	74.78	16	43.00	1815.27	
Aug	1815.27	74.13	74.78	15	-0.84	1814.43	
Aug	1814.43	80.27	72.32	16	10.99	1825.43	
Sep	1825.43	75.19	50.33	15	32.22	1857.64	Smax
Sep	1857.64	63.00	73.51	15	-13.62	1844.02	
Oct	1844.02	83.36	100.50	15	-22.21	1821.82	
Oct	1821.82	70.06	135.05	16	-89.84	1731.97	Smax - Smin= 175.53
Nov	1731.97	91.64	126.10	15	-44.67	1687.30	
Nov	1687.30	115.49	119.50	15	-5.19	1682.11	Smin
DeC	1682.11	126.63	119.50	15	9.24	1691.36	
Dec	1691.36	178.39	119.50	16	81.41	1772.77	
Jan	1772.77	143.46	119.50	15	31.05	1803.82	
Jan	1803.82	231.57	119.50	16	154.92	1958.74	
Feb	1958.74	153.77	100.62	15	68.89	2027.63	
Feb	2027.63	83.15	103.78	13	-23.17	2004.46	
Mar	2004.46	146.22	98.86	15	61.38	2065.84	
Mar	2065.84	166.70	133.39	16	46.06	2111.89	
Apr	2111.89	191.12	124.44	15	86.42	2198.31	
Apr	2198.31	222.30	117.84	15	135.39	2333.69	
May	2333.69	187.72	117.84	15	90.57	2424.26	
May	2424.26	181.33	117.84	16	87.77	2512.03	
Jun	2512.03	147.51	100.94	15	60.36	2572.38	
Jun	2572.38	125.94	86.83	15	50.68	2623.07	
Jul	2623.07	92.20	64.74	15	35.59	2658.66	
Jul	2658.66	105.89	74.78	16	43.00	2701.66	
Aug	2701.66	74.13	74.78	15	-0.84	2700.82	
Aug	2700.82	80.27	72.32	16	10.99	2711.81	
Sep	2711.81	75.19	50.33	15	32.22	2744.03	Smax
Sep	2744.03	63.00	73.51	15	-13.62	2730.41	
Oct	2730.41	83.36	100.50	15	-22.21	2708.20	
Oct	2708.20	70.06	135.05	16	-89.84	2618.36	Smax - Smin= 175.53
Nov	2618.36	91.64	126.10	15	-44.67	2573.69	
Nov	2573.69	115.49	119.50	15	-5.19	2568.50	Smin
DeC	2568.50	126.63	119.50	15	9.24	2577.74	
Dec	2577.74	178.39	119.50	16	81.41	2659.15	

**Tabel 6** Contoh Perhitungan Kapasitas Tampung dngan Metoda Numerik

ANALISIS KAPASITAS VOLUME TAMPUNGAN YANG DIPERLUKAN							
LUAS = 67648 HA							
Bulan	Jumlah	S <sub>t</sub>	Inflow (I <sub>t</sub> )		Outflow (O <sub>t</sub> )		S <sub>t+1</sub> = S <sub>t</sub> - I <sub>t</sub> + O <sub>t</sub>
			Bd. Perjaya	Inflow (I <sub>t</sub> )	Irigasi+D/S	Irigasi+D/S	
	Hari	x10 <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> )	(m3/s)	x10 <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> )	(m3/s)	x10 <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> )	x10 <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> )
Jan	15	0	143.46	185.92	119.50	154.87	0.00
Jan	16	0.00	231.57	320.12	119.50	165.20	0.00
Feb	15	0.00	153.77	199.29	100.62	130.40	0.00
Feb	13	0.00	83.15	93.39	103.78	116.56	23.17
Mar	15	23.17	146.22	189.51	98.86	128.13	0.00
Mar	16	0.00	166.70	230.45	133.39	184.40	0.00
Apr	15	0.00	191.12	247.69	124.44	161.28	0.00
Apr	15	0.00	222.30	288.11	117.84	152.72	0.00
May	15	0.00	187.72	243.29	117.84	152.72	0.00
May	16	0.00	181.33	250.67	117.84	162.90	0.00
Jun	15	0.00	147.51	191.18	100.94	130.82	0.00
Jun	15	0.00	125.94	163.22	86.83	112.53	0.00
Jul	15	0.00	92.20	119.49	64.74	83.90	0.00
Jul	16	0.00	105.89	146.38	74.78	103.38	0.00
Aug	15	0.00	74.13	96.08	74.78	96.91	0.84
Aug	16	0.84	80.27	110.97	72.32	99.98	0.00
Sep	15	0.00	75.19	97.44	50.33	65.23	0.00
Sep	15	0.00	63.00	81.65	73.51	95.27	13.62
Oct	15	13.62	83.36	108.04	100.50	130.24	35.83
Oct	16	35.83	70.06	96.85	135.05	186.69	125.67
Nov	15	125.67	91.64	118.76	126.10	163.43	170.34
Nov	15	170.34	115.49	149.68	119.50	154.87	175.53
DeC	15	175.53	126.63	164.12	119.50	154.87	166.29
Dec	16	166.29	178.39	246.61	119.50	165.20	84.87
Jan	15	84.87	143.46	185.92	119.50	154.87	53.82
Jan	16	53.82	231.57	320.12	119.50	165.20	0.00
Feb	15	0.00	153.77	199.29	100.62	130.40	0.00
Feb	13	0.00	83.15	93.39	103.78	116.56	23.17
Mar	15	23.17	146.22	189.51	98.86	128.13	0.00
Mar	16	0.00	166.70	230.45	133.39	184.40	0.00
Apr	15	0.00	191.12	247.69	124.44	161.28	0.00
Apr	15	0.00	222.30	288.11	117.84	152.72	0.00
May	15	0.00	187.72	243.29	117.84	152.72	0.00
May	16	0.00	181.33	250.67	117.84	162.90	0.00
Jun	15	0.00	147.51	191.18	100.94	130.82	0.00
Jun	15	0.00	125.94	163.22	86.83	112.53	0.00
Jul	15	0.00	92.20	119.49	64.74	83.90	0.00
Jul	16	0.00	105.89	146.38	74.78	103.38	0.00
Aug	15	0.00	74.13	96.08	74.78	96.91	0.84
Aug	16	0.84	80.27	110.97	72.32	99.98	0.00
Sep	15	0.00	75.19	97.44	50.33	65.23	0.00
Sep	15	0.00	63.00	81.65	73.51	95.27	13.62
Oct	15	13.62	83.36	108.04	100.50	130.24	35.83
Oct	16	35.83	70.06	96.85	135.05	186.69	125.67
Nov	15	125.67	91.64	118.76	126.10	163.43	170.34
Nov	15	170.34	115.49	149.68	119.50	154.87	175.53
DeC	15	175.53	126.63	164.12	119.50	154.87	166.29
Dec	16	166.29	178.39	246.61	119.50	165.20	84.87

Dengan Prosedur yang sama, diperoleh gambaran tentang kebutuhan tampungan untuk berbagai alternatif rencana pengembangan areal irigasi dapat dilihat pada Gambar 9. Bila areal irigasi ditargetkan 47.044 Ha dibutuhkan tampungan sebesar

32.98 juta m<sup>3</sup>, untuk pengembangan 54.148 Ha, dibutuhkan tampungan sebesar dan 64.64 juta m<sup>3</sup>, sedangkan untuk rencana pengembangan hingga 67.648 Ha, dibutuhkan tampungan sebesar 175.53 juta m<sup>3</sup>.



**Gambar 11** Kapasitas Tampung Yang Dibutuhkan untuk Alternatif Pengembangan Irigasi

## V. KESIMPULAN

1. Sumber daya air dari Danau Ranau dan debit lokal antara Danau Ranau dan Bendung Perjaya kurang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan irigasi yang ada, kebutuhan hilir dan rencana pengembangan irigasi baru seluas 13.500 Ha, sehingga perlu suatu waduk dikembangkan diantara Danau Ranau dan Bendung Perjaya untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut.
2. Suatu perhitungan sederhana dengan metode numerik dan "sequent peak" telah dapat memberikan gambaran tentang kapasitas tampung yang dibutuhkan untuk berbagai alternatif pengembangan areal irigasi.
3. Perhitungan kebutuhan kapasitas tampung ini dapat memberikan gambaran kepada praktisi/perencana secara cepat dan mudah apakah masih diperlukan tampungan untuk pemenuhan kebutuhan air bagi suatu alternatif pengembangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bertold, T and Gert. AS. 1976. *Comparison of Required Reservoir Storage Computed by Thomas Fiering Model and the Karlsruhe Model*. Hydrological Sciences Bulletin des Sciences Hydrologiques XX1, 13
- Gould BW. 1964. *Discussion of Alexander GN, Effect of variability of stream-flow on optimum storage capacity*. In: Water resources use and management, proceedings of a symposium held in Canberra. Melbourne: Melbourne University Press; p. 161-64.
- Hall H J and HOCKIN D L. 1980. *Guide to design of storage ponds for flood control in partly urbanised catchment areas. Technical Note 100*. CIRIA, London.
- Hurst HE. 1951. *Long term storage capacity of reservoirs*. Trans Am Soc Civil Eng; 116:770-99.
- Keneth. W. Potter. 2007. *Sequent Peak Procedure : Minimum Reservoir Capacity Subject to Constraint on Final Storage*. *Journal of American Water Resources Association*, June 2007.
- Klemens, V. 1987. *'One hundred years of applied storage reservoir theory'*. *Water Resources Management*, 1(3), 159-175.
- Loucks DP, Stedinger JR, Haith DA. 1981. *Water resources systems planning and analysis*. Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall.
- McMahon TA, Adeloje AJ. 2005. *Water resources yield*. Colorado: Water Resources Publications, LLC.
- McMahon TA, Mein RG. 1978. *Reservoir capacity and yield*. Amsterdam: Elsevier.
- McMahon TA, Geoffrey GS, Richard M., Vogel, Muray. 2007. *Revisiting Reservoir Storage Yield Relationships using a Global Streamflow Database*. ScienceDirect, Elsevier Publication, pp. 1858-1872.
- Montaseri M, Adeloje AJ. 1999. *Critical period of reservoir systems for planning purposes*. J Hydrol;224:115-36.
- Phien HN. 1993. *Reservoir storage capacity with gamma inflows*. J Hydrol; 146:383-9.
- Rippl, W. 1983. *'The capacity of storage reservoirs for water supply'*. Minutes of proc. 71, 270-278
- Subarkah. I. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung, Indonesia
- Triatmodjo.B, 2008. *Hidrologi Terapan*. Cetakan Pertama, Beta Offset. Yogyakarta.
- Vogel RM. 1995. *Bolognese RA. Storage-reliability-resistance-yield relations for over-year water supply systems*. Water Resources; 31(3):645-54.
- Vogel RM, Lane M, Ravindrian RS, Kirshen P. 1999. *Storage reservoir behavior in the United States*. J Water Resour Plann Manage, Am Soc Civil Eng; 125(5):90-7