

## OPTIMASI ALOKASI AIR WADUK MENINTING UNTUK PENINGKATAN SUPLESI AIR IRRIGASI SALURAN HLD JANGKOK-BABAK-JURANG SATE

Sugiharta<sup>1</sup>, Restusari Evayanti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>) *Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Al-Azhar Mataram*

<sup>1</sup>) [mtsugiarta@gmail.com](mailto:mtsugiarta@gmail.com), <sup>2</sup>) [restusarievayanti@ymail.com](mailto:restusarievayanti@ymail.com)

### ABSTRACT

*To increase the allocation of water in the river basin (WS) of southern Lombok, the potential for irrigation areas (AI) has spread widely, since the 1980s, efforts have been made to transfer water from wet river basins to dry watersheds. The transfer is through the Babak-Renggung-Rutus High Level Diversion (HLD) channel (18 km) and the Jangkok-Babak-Jurang Sate channel (43 km), as well as 22 other channeling channels in / across the watershed (87 km). Until now, 12 watersheds are connected, namely: Meninting, Jangkok, Remening, Babak, Dodokan, Renggung, Pare, Rere, Palung, Moyot, Aikampat and Starfruit. The number of main structures for taking water (headwork or HW) in the watersheds include 3 dams (BD), 77 reservoirs (E), 355 dams (B), and 55 diversions in the Jangkok-Babak-Jurang Sate canal. A total of 487 HWs were intended to irrigate 98,878 ha of irrigated land in 432 Irrigation Areas (DI) and a little to supply raw water of 404 l / sec. In addition, there are 2442 l / sec raw water withdrawals directly from 42 points of springs which are spread in the watershed: Jangkok, Babak, Aikampat, Meninting Midang, Kelongkong Remening, Renggung, Rung and Starfruit. Analysis of reservoir operational performance using the Hashimoto method yields a coefficient of Reliability (R) = 100%, Resiliency (R) = 100%, and Vulnerability (V) = 0%. So based on this RRV value the reservoir operational performance is categorized as maximum sustainable.*

**Keywords:** water, irrigation, supply, HLD.

### 1. Pendahuluan

Untuk meningkatkan alokasi air di wilayah sungai (WS) Lombok bagian Selatan, potensi areal irigasi (AI) terhampar luas, sejak tahun 1980an diupayakan *transfer* air dari daerah aliran sungai (DAS) basah ke DAS kering. Transfer itu melalui saluran High Level Diversion (HLD) Babak-Renggung-Rutus (18 km) dan Jangkok-Babak-Jurang Sate (43 km), serta 22 saluran suplesi dalam/lintas DAS lainnya (87 km). Hingga sekarang, terhubung 12 DAS yaitu: Meninting, Jangkok, Remening, Babak, Dodokan, Renggung, Pare, Rere, Palung, Moyot, Aikampat dan Belimbing. Jumlah bangunan utama pengambilan air (headwork atau HW) di DAS-DAS tersebut mencakup 3 bendungan (BD), 77 embung (E), 355 bendung (B), serta 55 *diversion* di kanal Jangkok-Babak-Jurang Sate. Total 487 HW dimaksud didominasi untuk mengairi lahan irigasi 98.878 ha di 432 Daerah irigasi (DI) dan sedikit untuk penyediaan air baku 404 l/dt. Selain itu, terdapat

pengambilan air baku 2442 l/dt secara langsung dari 42 titik sumber mata air yang tersebar di DAS: Jangkok, Babak, Aikampat, Meninting Midang, Kelongkong Remening, Renggung, Palung dan Belimbing. Sejalan perkembangan, jaringan kompleks dimaksud dikemas menjadi sebuah sistem interkoneksi HLD yang interdependen.

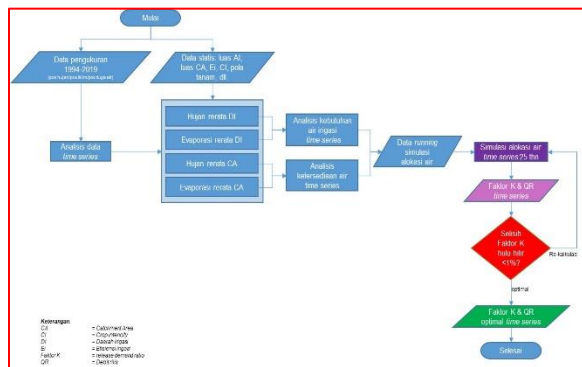
### Tujuan Optimasi

Dalam rangka peningkatan suplesi dari Sesaot Feeder ke saluran HLD Jangkok-Babak-Jurang Sate diperlukan substitusi aliran dari waduk Meninting. Sehingga tujuan optimasi waduk Meninting adalah mengetahui kinerja operasional alokasi air waduk untuk: i) DI Sesaot mencakup sebagian BS 2 dan BS 3 (1074 ha), ii) DI Pesanggrahan (15 ha), dan iii) rencana penyediaan air baku (150 l/dt). Alokasi air dimaksud berpengaruh kepada: i) DI Penimbung (450 ha), ii) DI Ketapang (150 ha), iii) SPL Serepak (74 l/dt), iv) SPL Penimbung (14 l/dt), dan v) suplesi DI Gebong di DAS Babak.

## 1. Metode Penelitian

### 3.1. Engineering Concept

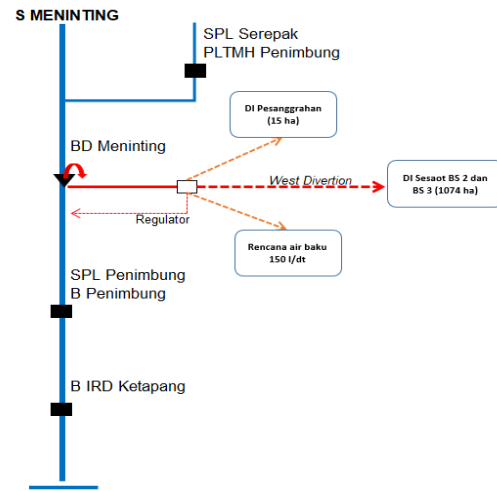
Konsep optimasi alokasi air adalah mengutamakan ekualisasi/perataan/penyetaraan porsi alokasi air (K) antar pengguna sejenis (irigasi) di tiap simpul HW di sistem sungai, berdasarkan kriteria SEE (sustainability-efficiency-equity) dan prioritas penggunaan air (air baku, pemeliharaan sungai/ekosistem dan irigasi). Untuk konsep dimaksud akan diselesaikan menggunakan alat komputasi berupa model ekualisasi alokasi air yang berbasis MS. Excel. Optimasi menerapkan prinsip *mass balance equation*, fungsi optimasi dengan kendala/batasan dan metode simulasi dengan iterasi *forward-backward* untuk mencapai terminasi [1].



Gambar 1. Bagan alir analisis hidrologi dan optimasi alokasi air

### 3.2. Sketsa pembagian air di intake waduk

Berdasarkan skema sungai disusun rencana pembagian air di waduk seperti gambar berikut.



Gambar 2. Sketsa pembagian air di intake waduk

Waduk dengan satu intake untuk dibagi ke empat target yaitu: i) DI Pesanggrahan (15 ha), ii) air baku 150 l/dt, iii) West Diversion ke DI Sesaot BS 2 dan BS 3 (1074 ha), dan iv) pintu regulator ke hilir waduk untuk DI Penimbung, SPL Penimbung, dan DI Ketapang.

- 1) Metode perhitungan ketersediaan air antar HW (local inflow, QL) dengan FJ Mock (KP-01, 2013)

Metode ini mempertimbangkan hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi CA. Karena keterbatasan data, maka kalibrasi akan dilakukan terhadap catatan debit yang diasumsikan terdapat kemiripan karakteristik hidrologi.

- 2) Metode perhitungan ketersediaan air antar HW (local inflow, QL) dengan metode regresi/regresi berganda digunakan untuk mengestimasi debit berdasarkan rumus fungsional yang dibangun dari data lapangan. Karena hujan-debit saling terkait dan keduanya merupakan besaran kontinu antar waktu, maka diasumsikan debit saat ini merupakan hubungan dari variabel debit terdahulu, hujan saat ini dan hujan terdahulu [2]. Formulasinya adalah:

$$QL_t = f(QL_{t-1}, QL_{t-2}, Rt, Rt-1, Rt-2 \dots \text{dst})$$

dengan:

$$QL_t = \text{debit local inflow pada dasarian } t$$

QLt-1 = debit local inflow pada dasarian t-1  
QLt-2 = debit local inflow pada dasarian t-2  
Rt = hujan pada dasarian t  
Rt-1 = hujan pada dasarian t-1  
Rt-2 = hujan pada dasarian t-2

- 3) Metode perhitungan kebutuhan air irigasi [3]  
Satuan kebutuhan air tanaman di sawah (net field requirement, NFR) untuk padi ditentukan oleh: i) penyiapan lahan, ii) penggunaan konsumtif, iii) perkolasi dan rembesan, iv) pergantian lapisan air, dan iv) hujan efektif, dengan rumus:

$$NFR = LP + ETc + P + WLR - Re$$

dengan :

NFR = Kebutuhan air tanaman di sawah (mm/hari)

LP = Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)

ETc = Kebutuhan air tanaman (consumptive use), mm/hari adalah evaporasi panci A dikalikan koefisien panci (0.75) dan dikalikan koefisien tanaman (Kc).

Kc = Koefisien tanaman yang ditentukan sesuai jenis tanaman dan umur tanaman

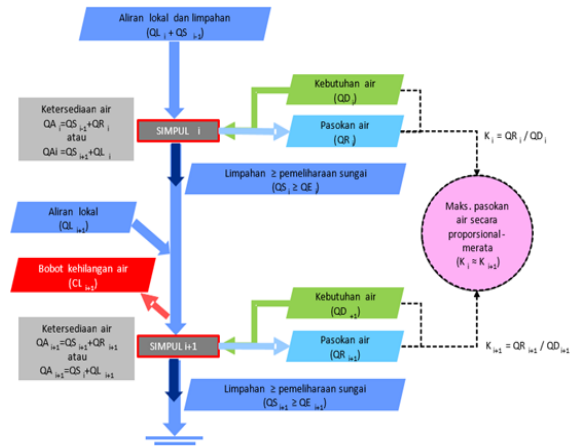
WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

Re = Hujan efektif padi (mm/hari) diambil sebesar 0.7 kali hujan (R)

### 3.3. Simop Alokasi Air Kriteria Sustainability-Efficiency-Equity (SEE)

Simop berbasis MS. Excel dengan konsep ekualisasi porsi alokasi air (faktor K) sebagai berikut [1]:



Gambar 3. Konsep optimasi alokasi air antar pengguna sejenis (irigasi)

Simop berorientasi alokasi air optimal antar ruang dan waktu, berdasarkan kriteria SEE dan aturan/kebijakan operasional dengan prioritas alokasi air adalah: i) air baku, ii) ekosistem/pemeliharaan sungai, iii) dan irigasi. Berdasarkan persamaan keseimbangan massa dan fungsi optimasi akan dihitung variabel keputusan dengan fungsi tujuan memaksimalkan alokasi air, yaitu:

$$Total\ QR = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T QR_{i,t}$$

Fungsi kendala dan kriteria sebagaimana sketsa di atas adalah:

- 1) Air tersedia.  
Air tersedia (QA) dihitung berdasarkan aliran masuk lokal atau *local inflow* antar HW (QL) dan limpahan/kontribusi dari simpul hulu (QSi-1), dengan:

$$QA_{i,t} = QL_{i,t} + QSi-1,t$$

QSi-1 dikondisikan dari HW hulu dengan batasan  $QR + QSi \leq QA$  (untuk bendung) dan  $QR + QSi \leq QA + f(V/\Delta t)$  (untuk waduk) karena terdapatnya fungsi tampungan.

- 2) Jatah ekosistem/pemeliharaan sungai.  
Jatah ekosistem (QE) adalah kriteria utama pemenuhan air baku dan irigasi yang ditentukan proporsional dari air tersedia (KP-02, 2013 halaman 2) yaitu:

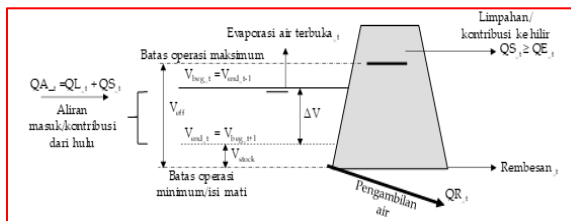
$$QE_{i,t} = 5\% \cdot QA_{i,t}$$

- 3) Faktor-K dan efisiensi daya guna air. Keadilan berbagi air didekati dengan kesetaraan volumetrik yang diindikasikan dari rasio pasokan/kebutuhan. Porsi alokasi air ini dapat diturunkan dari kriteria pasokan  $0 \leq QR \leq QD$ , yaitu jika dibagi  $QD$ , maka  $0 \leq K \leq 100\%$ , atau:

$$K_{i,t} = \frac{QR_{i,t}}{QD_{i,t}} 100\%$$

Adapun kriteria efisiensi daya guna air akan ditinjau di simpul terhilir, yaitu jika  $K < 100\%$ , maka  $QS = QE$ , dan jika  $K = 100\%$ , maka  $QS \geq QE$ .

- 4) Operasi waduk. Agar operasi waduk dapat berkelanjutan (RRV maksimum) dengan porsi alokasi air  $K$  antar waktu tidak menurun secara tiba-tiba (drop) ditempuh sebagai berikut:



Gambar 4. Variabel yang bekerja di waduk

- a) Operasi waduk berdasarkan persamaan keseimbangan air dengan volume terkalkulasi sesuai:

$$V_{cal,t} = V_{beg,t} + V_{in,t} - V_{loss,t} - V_{rel,t} - V_{spill,t}$$

dengan  $V_{beg}$  dan  $V_{end}$ =volume awal dan akhir,  $V_{in}$ =volume aliran masuk (sesuai  $QA$ ),  $V_{loss}$ =kehilangan air akibat rembesan/evaporasi,  $V_{rel}$ =pasokan,  $V_{eff}$ =volume efektif dan  $V_{spill}$ =limpahan/kontribusi. Karena  $0 \leq V_{end} \leq V_{eff}$ , sehingga terdapat kondisi: i) jika  $V_{cal} < V_{eff}$ , maka  $V_{end} = V_{cal}$  dan ii) jika  $V_{cal} > V_{eff}$ , maka  $V_{spill} = V_{cal} - V_{eff}$  dan  $V_{end} = V_{eff}$ .

- b) Kehilangan air akibat evaporasi/rembesan dipengaruhi tinggi muka air di waduk.

Karena volume air merupakan fungsi dari tinggia muka air dan luas, maka dapat diestimasi kehilangan air linier dengan volume air dan bobot kehilangan air ( $RL$  sekitar 0.1 – 1%) atau:

$$V_{loss,t} = RL \cdot V_{beg,t}$$

- c) Pemberian air irigasi  $QR$  dibatasi  $0 \leq QR \leq QD$  sehingga  $0 \leq K \leq 100\%$ , sedangkan  $QD \leq QC$  atau setelah terpenuhinya air domestik ( $QR_{dm} = QD_{dm}$  atau  $K_{dm} = 100\%$ ) dan jatah ekosistem  $QE$ .  
d) Langkah waktu ( $\Delta t$ ) tiap periode ditetapkan 10 harian (dasarian). Sebulan terbagi menjadi 3 dasarian atau 36 dasarian dalam setahun.  
e) Kesetaraan porsi alokasi air antar simpul dan waktu.

Kriteria  $K$  setara antar waktu atau periode sekarang ( $t$ ) dan periode setelahnya ( $t+1$ ), untuk ekualisasi menggunakan data seri, adalah:

$$K_{i,t} - K_{i,t+1} \leq \epsilon t$$

Ekualisasi antar waktu dipengaruhi  $V_{end}$  sebagai unsur sinkronisasi sehingga gap  $K$  antar waktu berada dalam toleransi, diatur sebagai berikut:

- Kebijakan operasional adalah: i) jika air surplus ( $K = 100\%$ ), maka waduk terisi penuh, ii) jika air cukup-terbatas ( $20\% \leq K < 100\%$ ), maka priotas pengguna sama dengan atau lebih dari simpanan, dan iii) jika air sangat kurang ( $K < 20\%$ ), maka tidak ada pemberian air ( $QR = 0$  atau  $K = FALSE$ ) karena diprioritaskan menyimpan air.
- $V_{stock}$  adalah  $V_{end}$  yang diharapkan. Iterasi  $V_{end}$  akan ditentukan dengan algoritma optimasi progresif. Cara ini memerlukan nilai awal iterasi dan membagi masalah multi-tahap menjadi dua-tahap yaitu periode sekarang dan berikutnya.
- Ditetapkan batas toleransi perhitungan yaitu: i) gap  $K$  antar ruang pada waktu (periode) yang sama  $\epsilon_i = 1\%$  dan ii) gap  $K$  antar waktu  $\epsilon t = 5\%$  atau gap klas  $K \leq 1$  klas  $K$  pada ruang (HW) yang sama. Jika

air tersedia sangat kurang ( $K < 20\%$ ), maka gap antar waktu tidak diperhitungkan.

- 5) Rotasi grup.  
Jika darurat ( $K < 20\%$ ), maka disarankan rotasi grup (on/off node), yaitu memberikan air kepada DI prioritas sesuai resiko kesehatan tanaman, kelembaban tanah dan kesepakatan.
- 6) Kapasitas pintu pengambilan air dan saluran.  
Kapasitas (QC) diasumsikan dapat dilewati kebutuhan air maksimum ( $QC \geq QD_{max}$ ).
- 7) Analisis kinerja keberlanjutan operasional waduk menggunakan metode Hashimoto [1] yang secara otomatis dihasilkan ketika melakukan simop sebagaimana di atas. Formulasi metode tersebut sebagai berikut:

$$Reliability = 1 - \frac{f}{T}$$

$$Resiliency = 1 - \frac{fc}{f}$$

$$Vulnerability = \frac{\sum_{t=1}^{fc} Max(Dev_t)}{f_c}$$

dengan *Reliability* ( $\leq 100\%$ ), *Resiliency* ( $\leq 100\%$ ), *Vulnerability* ( $\geq 0$ ),  $f$  = jumlah periode gagal pada seluruh periode,  $fc$  = jumlah periode gagal yang berlangsung kontinyu,  $Dev_t$  = jumlah periode defisit maksimum (dengan  $K$  minimum) pada periode gagal yang berlangsung kontinyu, dan  $T$  = jumlah periode data. Dari hasil evaluasi dapat diindikasikan keberlanjutan kinerja waduk secara relatif. Keberlanjutan maksimal jika *Reliability* (100%), *Resiliency* (100%), *Vulnerability* (0) atau  $RRV = 1, 1, 0$ .

### 3.4. Simop Alokasi Air dengan Perilaku first come-first served (FCFS)

Selain simop dengan kriteria SEE di atas, berikut metode simop dengan menggunakan perilaku alokasi air FCFS. Perilaku FCFS diilustrasikan sebagaimana perhitungan neraca air biasa tanpa optimasi dalam sebuah sistem sungai. Ciri perilaku tersebut: i) pengguna air bagian hulu memiliki kesempatan mengambil air yang lebih besar, ii) pengambilan air sebesar kebutuhan air, bahkan lebih, iii) tidak memperhatikan jatah aliran pemeliharaan sungai/ekosistem, iv)  $K$  tidak merata

di tiap DI, dan  $v$ ) tidak terkendali secara terpusat [1].

## 2. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan perhitungan hidrologi diperoleh sebagai berikut:

- a. Hujan rerata wilayah sesuai CA dan DI berdasarkan simop sebagaimana .

Tabel 6. Total hujan tahunan CA

No	Nama HW	Maksimum	Tahun	Rerata	Minimum	Tahun
1	BD Meninting	2022	2016/2017	1626	1112	1997/1998
2	B Penimbung	2124	2016/2017	1602	1109	1997/1998
3	B IRD Ketapang	2130	2016/2017	1568	1103	1997/1998
4	BS 2 dan BS 3 DI Sesaot	-	-	-	-	-
	<b>Rerata</b>	<b>2092</b>	<b>-</b>	<b>1599</b>	<b>1108</b>	<b>-</b>

<sup>\*)</sup> Maksimum (wet) dan minimum (dry)

Tabel 7. Total hujan tahunan DI

No	Nama DI	Maksimum	Tahun	Rerata	Minimum	Tahun
1	DI Pesanggrahan	2194	2017/2018	1594	1109	1997/1998
2	DI Penimbung	2606	2016/2017	1592	1088	2000/2001
3	DI Ketapang	2176	2016/2017	1495	1115	2003/2004
4	BS 2 dan BS 3 DI Sesaot	2248	2016/2017	1663	1128	1997/1998
	<b>Rerata</b>	<b>2306</b>	<b>-</b>	<b>1586</b>	<b>1110</b>	<b>-</b>

<sup>\*)</sup> Maksimum (wet) dan minimum (dry)

Terjadinya perbedaan hujan CA di hulu HW terhadap hujan DI *timeseries* (1%-5%) karena pada keduanya terdapat batas wilayah yang berbeda berikut dengan pengaruh garis kontur hujan yang melintas di wilayah tersebut. Hujan CA digunakan untuk menentukan ketersediaan air atau *local inflow* (QL). Hujan DI digunakan untuk menentukan kebutuhan air irigasi.

- b. Ketersediaan air lokal (QL) di tiap HW berdasarkan pendekatan basic year. Dengan mengacu tahun kejadian debit maksimum atau wet (2016/2017) dan debit minimum atau dry (1997/1998) di BD Meninting sebagaimana, dapat ditentukan ketersediaan air setahun sebagaimana tabel berikut.

Tabel 8. Total ketersediaan air *local inflow* setahun di tiap HW berdasarkan tahun kejadian debit maksimum dan debit minimum di BD Meninting

No	Nama HW	Ketersediaan air <i>local inflow</i> tiap kondisi (juta m <sup>3</sup> )		
		Maksimum	Rerata	Minimum
1	BD Meninting	41.25	32.52	18.65
2	B Penimbung	2.04	1.5	0.87
3	B IRD Ketapang	0.91	0.65	0.39
4	BS 2 dan BS 3 DI Sesaot (netto MA Ranget dll)*	32.79	32.79	32.79
Total Ketersediaan air		76.99	67.46	52.7

Tabel 9. Total ketersediaan air *local inflow* setahun di tiap HW

No	Nama HW	Maksimum	Tahun	Rerata	Minimum	Tahun
1	BD Meninting	41.25	2016/2017	32.52	18.65	1997/1998
2	B Penimbung	2.04	2016/2017	1.5	0.87	1997/1998
3	B IRD Ketapang	0.91	2016/2017	0.65	0.39	1997/1998
4	BS 2 dan BS 3 DI Sesaot (netto MA Ranget dll)*	32.79	2016/2017	32.79	32.79	1997/1998
Total Ketersediaan air		76.99		67.46	52.7	

Pada tabel 8 didapat tahun kejadian yang sama yaitu *wet* (2016/2017) dan *dry* (1997/1998), karena pada tahun tersebut mempunyai karakteristik hujan yang sama di tiap CA. Namun, pada tahun kejadian lainnya memiliki probabilitas yang berbeda.

- c. Kebutuhan air tersebut dihitung berdasarkan pola tanam padi-padi-palawija (300%) dan padi-padi/palawija-palawija (300%).

Tabel 10. Kebutuhan air irigasi

No	Nama HW	AI		e*	AMT	Timeseries			
		(ha)				NFRmax (l/dt/ha)	QDmax (l/dt)	QDmax (juta m <sup>3</sup> )	QD rerata (juta m <sup>3</sup> )
1	BD Meninting**	15	0.6	44136	1.34	34	1.08	0.25	
2	B Penimbung	450	0.6	44136	1.37	669	21.08	6.87	
3	B IRD Ketapang	150	0.6	44136	1.37	208	6.54	2.14	
4	BS 2 DI Sesaot	463	0.6	44136	1.37	2300	72.54	25.64	
	BS 3 DI Sesaot	611							
Total kebutuhan air irigasi						2735	86.26	34.9	

Total kebutuhan air irigasi maksimum (QDmax) maksimum pada Tabel 8 didapat dari penjumlahan QD tiap HW sesuai periode yaitu *timeseries* 1-900, sedangkan andalan 1-36. Dari jumlah tiap periode tersebut dapat ditentukan nilai maksimumnya. Secara umum nilai NFR dan QD versi *timeseries* lebih kecil dari versi andalan. Perbedaan NFRmax pada versi *timeseries* dan andalan dipengaruhi oleh hujan masing-masing. NFR secara *timeseries* dan andalan (basic month) tertera pada.

Sementara itu, total kebutuhan air baku 238 l/dt (7.51 juta m<sup>3</sup>) mencakup: i) SPL Serepak (eksisting) 74 l/dt (2.33 juta m<sup>3</sup>), ii) SPL Penimbung (eksisting) 14 l/dt (0.44 juta m<sup>3</sup>), dan

iii) BD Meninting (rencana) 150 l/dt (4.73 juta m<sup>3</sup>).

- d. Dari butir b dan c di atas, secara umum didapat neraca air global dengan kategori surplus pada kondisi rerata *timeseries*. Namun secara rinci di setiap periode dapat saja terjadi defisit sehingga diperlukan pengaturan alokasi air. Hasil simop *timeseries* 25 tahun dengan kebutuhan air baku 150 l/dt dan tampungan awal (Vbeg) sesuai volume efektif (penuh).

Tabel 11. Debit pemberian air dan K irigasi

No	Nama HW	QR (l/dt)	K
1	BD Meninting**	0-34	62-100%
2	B Penimbung	0-669	62-100%
3	B IRD Ketapang	0-201	61-100%
4	BS 2 dan BS 3 DI Sesaot	0-2300	62-100%
5	BS 3 ke suplesi Gebong	89-600	-

Analisis kinerja operasional waduk dengan metode Hashimoto menghasilkan koefisien *Reliability* (R)= 100%, *Resiliency* (R)= 100%, dan *Vulnerability* (V) = 0%. Sehingga berdasarkan nilai RRV ini kinerja operasional waduk dikategorikan berkelanjutan secara maksimal.

Berdasarkan catatan debit di Sesaot Feeder serta BS 1, BS 2 dan BS 3 DI Sesaot (2015-2019) diketahui bahwa terjadi inefisiensi pemberian air di BS 1, BS 2 dan BS 3 (rerata 272%) yang semestinya cukup sekitar 17-1575 l/dt namun diberikan 1253-2034 l/dt. Kondisi ini karena over capacity talang, kerusakan pintu Sesaot Feeder dan sedimentasi pada saluran suplesi HLD. Selain itu ego pengguna air yang menerapkan padi pada MT III dan tidak terdapatnya pengendalian alokasi air terpusat di BS 1, BS 2 dan BS 3 (mengingat terdapat sumber MA Ranget, MA Tampes, MA Orong Petung, MA Orong Dalam dan MA Montong) [4].

Lebih lanjut pada, dapat diketahui kondisi alokasi air sebagai skenario *dry* (kering). Kejadian debit *local inflow* minimum secara *basic year* (1997/1998) mengacu pada BD Meninting dianggap sebagai skenario tersebut. Kondisi alokasi air pada skenario tersebut sebagaimana tabel berikut.

Tabel 12. Kondisi alokasi air di tiap HW secara *timeseries* dan *dry*

No	Nama HW		<i>Timeseries</i>	<i>Dry</i>
1	BD Meninting**	QR (l/dt)	0-34	0-28
		K	62%-100%	62%-86%
		Vbeg (m <sup>3</sup> )	8192163	4746539
		Vend (m <sup>3</sup> )	5019338	1733462
		Elv_beg (m)		
		Elv_end (m)		
2	B Penimbung	QR (l/dt)	0-669	0-506
		K	62%-100%	62%-86%
3	B IRD Ketapang	QR (l/dt)	0-201	0-159
		K	61%-100%	61%-100%
4	BS 2 dan BS 3 DI Sesaot	QR (l/dt)	0-2300	0-1537
		K	62%-100%	62%-100%
5	BS 3 ke suplesi Gebong	QR (l/dt)	89-600	89-600

\*\*\*) untuk DI Pesanggrahan

Pada skenario *dry* di BD Meninting, didapat faktor K minimum 61%-62% di seluruh DI dan alokasi air untuk pemeliharaan sungai/ekosistem dapat terpenuhi. Demikian juga pada tinjauan secara *timeseries* di seluruh DI terdapat K minimum 61%-62% sedangkan di waduk terdapat Vbeg di awal periode pertama 8192163 m<sup>3</sup> menjadi Vend 5019338 m<sup>3</sup> di akhir periode ke-900.

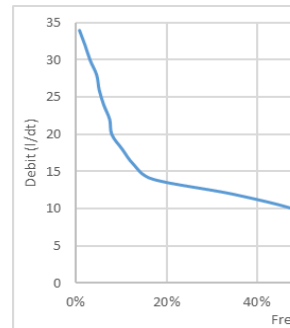
- e. Berdasarkan hasil simop diperoleh sebagaimana rekap pada butir d dan e di atas. Lebih lanjut didapat peningkatan aliran ke HLD melalui Sesaot Feeder sebesar 0-2479 l/dt atau rerata 102% dari kondisi eksisting sebesar 0-1324 l/dt (2015-2019). Debit dimaksud ditambahkan dengan debit dari B Jangkok. Adapun perbandingan debit suplesi HLD pada kondisi eksisting dan setelah operasional waduk Meninting sebagaimana tabel berikut.

Tabel 13. Perbandingan debit suplesi HLD dari Sesaot *Feeder* pada kondisi eksisting dan rencana operasional waduk Meninting berdasarkan tinjauan tahun 2015-2019

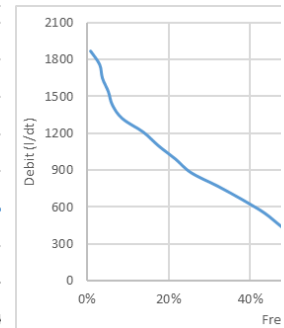
No	Uraian	Satuan	Min	Maks	Rerata
1	QS Sesaot <i>Feeder</i> ke BS 1234	l/dt	0	2479	706
2	QD BS12*	l/dt	0	448	138
3	K BS12*	-	94%	100%	100%
4	QR BS12*	l/dt	0	448	136
5	Surplus ([2] - [3])	l/dt	0	2479	573
6	QR Sesaot <i>Feeder</i> ke HLD (Eksisting)	l/dt	0	1324	629
7	QR Sesaot <i>Feeder</i> ke HLD (Rencana)	l/dt	0	3315	1201
8	Bobot peningkatan QR Sesaot <i>Feeder</i> ke HLD (Rencana)	-	-	-	102%

\*) Total luas areal dari BS12\* = 198 ha (BS1 = 55 ha dan sebagian BS2 = 143 ha)

- f. Berdasarkan hasil simop dapat ditentukan debit kapasitas intake berdasarkan frekuensi kejadian aliran selama *timeseries* sebagaimana *flow duration curve* (FDC). Pada frekuensi minimum identik dengan debit *release* (QR) maksimum yang selanjutnya ditetapkan sebagai kapasitas *intake*, karena berkemampuan mengalirkan seluruh QR. Sehingga kapasitas *intake* masing-masing untuk DI Pesanggrahan, air baku, dan *West Diversion* ke DI Sesaot adalah 34 l/dt, 150 l/dt, dan 1860 l/dt.



Gambar 5 (a). FDC intake DI Pesanggrahan



Gambar 5 (b). FDC *West Diversion* ke DI Sesaot

Lebih lanjut, kapasitas *intake* di waduk ditentukan berdasarkan hasil simop pada, dengan langkah sebagai berikut:

- Menjumlahkan QR DI Pesanggrahan, air baku, dan *West Diversion* periode 1-900.
- Menjumlahkan QD DI Penimbung, air baku SPL Penimbung, dan DI Ketapang periode 1-900.
- Menjumlahkan QL di bendung Penimbung dan bendung Ketapang periode 1-900.
- Menghitung selisih total dan QL pada butir 2 dan 3 periode 1-900.
- Menentukan nilai maksimum pada butir 4 sebagai kapasitas intake regulator, didapat 871 l/dt atau 47% dari QS maksimum waduk Meninting.
- Dari butir 5 didapat QS netto yang melalui spillway sebesar 53% periode 1-900.
- Menjumlahkan QR pada butir 1 dan QS netto pada butir 6 periode 1-900.

- Menentukan kapasitas intake waduk dengan mencari nilai maksimum pada butir 7, didapat 2094 l/dt.
- g. Simop alokasi air dengan metode FCFS yang menirukan perilaku pengguna air eksisting yang ego dengan kebutuhan air di DI Sesaot padi-padi-palawija (300%) sedangkan di DI-DI lainnya padi-padi/palawija-palawija (300%). Tabel berikut merupakan rekapitulasi hasil simop dimaksud.

Tabel 14. Komparasi alokasi air di tiap HW berdasarkan perilaku FCFS dan kriteria SEE

No	Nama HW		FCFS	SEE
1	BD Meninting**	QR (l/dt)	0-34	0-34
		K	100%	62%-100%
		Vbeg (m <sup>3</sup> )	8192163	8192163
		Vend (m <sup>3</sup> )	7426236	5019338
		Elv_beg (m)		
		Elv_end (m)		
2	B Penimbung	QR (l/dt)	0-512	0-669
		K	0-100%	62%-100%
3	B IRD Ketapang	QR (l/dt)	0-161	0-201
		K	2%-100%	61%-100%
4	BS 2 dan BS 3 DI Sesaot	QR (l/dt)	0-2300	0-2300
		K	50%-100%	62%-100%
5	BS 3 ke suplesi Gebong	QR (l/dt)	49-600	89-600

Mengutip hasil simop dengan kriteria SEE sebagaimana rekapitulasi pada tabel 10 dan hasil simop dengan perilaku FCFS sebagaimana rekapitulasi pada tabel 13. Walaupun ketersediaan air di DAS Meninting dapat dikategorikan besar, namun perilaku FCFS merugikan bagi tujuan bersama di sistem sungai. Dari keduanya terdapat perbedaan pada besaran Kmin, Vend, dan suplesi minimum ke Gebong yaitu FCFS menghasilkan nilai yang lebih kecil dan K tidak merata antar ruang dan waktu.

### 3. Kesimpulan

Berdasarkan uraian sebelumnya dapat direkomendasikan berdasarkan FDC

terkecil/minimum sebagai berikut. Jika kapasitas intake waduk Meninting 2094 l/dt, intake Pesanggrahan 34 l/dt, intake air baku 150 l/dt, intake West Diversion 1860 l/dt, dan intake regulator 871 l/dt. Terdapat peningkatan alokasi air untuk suplesi ke saluran HLD Jangkok-Babak-Jurangsate dari Sesaot Feeder yaitu semula maksimum 1324 l/dt (35 periode dalam setahun) menjadi maksimum 3315 l/dt (35 periode dalam setahun) atau rerata 1201 l/dt. Peningkatan tersebut bersumber dari B Sesaot yang dapat terjadi karena Sesaot Feeder hanya melayani BS 1 dan sebagian BS 2 (198 ha). Dari sumber air MA Ranget, MA Tampes, MA Orong Petung, MA Orong Dalam dan MA Montong (potensi netto 1040 l/dt) di sekitar DI Sesaot dapat dimanfaatkan untuk pasokan air baku rerata sekitar 100-200 l/dt. Untuk mengetahui secara rinci atas potensi pengembangan ini diperlukan studi alokasi air.

Jika menggunakan kapasitas intake ke DI Pesanggrahan dan West Diversion ke DI Sesaot yang kurang dari butir 1 di atas, yakni dengan frekuensi yang lebih besar, maka akan didapat alokasi air optimal di tiap HW yang berbeda. Demikian pula dengan kapasitas intake waduk. Untuk hal ini perlu dilakukan simop dengan kapasitas intake terpilih sebagai pembatas. Alokasi air optimal dapat terlaksana dengan ketentuan antara lain: i) mengendalikan alokasi air secara terpusat, ii) menerapkan pola tanam standar di DI Sesaot dan pola tanam eksisting di DI lainnya serta awal musim tanam (AMT) sebagaimana awal musim hujan (AMH), iii) menyiapkan rencana tahunan operasional waduk (RTOW), dan iv) normalisasi talang dan pintu air di Sesaot Feeder serta normalisasi saluran.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farriansyah, A.M. Model Ekualisasi Alokasi Air untuk Sistem Sungai dan Multiwaduk [disertasi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya, 2019.



- [2] Soewarno. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 2*. Penerbit Nova, 1995.
  
- [3] Anonim. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01*, 2013.
  
- [4] Anonim. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan bagian Bangunan Utama(Headworks) KP-02*, 2013.