

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Ketersediaan Air Andalan

4.1.1 Debit AWLR Suradadi

AWLR Suradadi yang berada di hulu dari waduk Pandanduri mencatat air yang berasal dari sungai Trengwilis dan suplesi dari saluran HLD Barengrut (babak-renggung-rutus). Data debit ini tersedia dari tahun 1994/1995 – 2014/2015 dan data ini diolah menjadi debit andalan dengan probabilitas 20%, 50% dan 80% dengan metode *basic month* dan *Weibull*. Berikut adalah contoh tahapan perhitungan Q_{awlr} andalan dengan hasilnya sesuai data pada tabel 3.4.

- Contoh tahapan perhitungan Q_{awlr} andalan kering (80%) pada periode Oktober I:

Tabel 4.1 Perhitungan *Weibull* Q_{awlr} Periode OKT I

No	TAHUN	Okt I (m ³ /dt)	x terurut	P(x)
1	1994	-	1.68	5%
2	1995	0.66	1.54	10%
3	1996	0.20	1.33	14%
4	1997	0.59	1.15	19%
5	1998	0.11	1.03	24%
6	1999	1.68	0.85	29%
7	2000	1.15	0.66	33%
8	2001	0.85	0.59	38%
9	2002	0.52	0.57	43%
10	2003	0.08	0.52	48%
11	2004	1.33	0.50	52%
12	2005	0.49	0.49	57%
13	2006	0.57	0.48	62%
14	2007	0.48	0.48	67%
15	2008	0.44	0.44	71%
16	2009	1.03	0.20	76%
17	2010	1.54	0.20	81%
18	2011	0.48	0.18	86%
19	2012	0.18	0.11	90%
20	2013	0.20	0.08	95%
21	2014	0.50	-	-

Sumber: Hasil perhitungan

Perhitungan probabilitas sesuai dengan nomor urutan 16 dan 17:

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Nomorurut 16, } P(x) &= \frac{m}{N+1} \times 100\% \\ &= \frac{16}{21+1} \times 100\% = 76\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ Nomorurut 17, } P(x) &= \frac{m}{N+1} \times 100\% \\ &= \frac{17}{21+1} \times 100\% = 81\% \end{aligned}$$

dengan:

$P(x)$: Nilai peluang (%)

m : Nomorurut data

N : Jumlah data

✓ Menginterpolasi nilai (x) dengan probabilitas 80%,

$$\begin{aligned} x &= z1 - \frac{y2 - 80\%}{y2 - y1} \times (z1 - z2) \\ &= 0.20 - \frac{81\% - 80\%}{81\% - 76\%} \times (0.20 - 0.20) \\ &= 0.20 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

dengan:

x = Nilai yang dicari atau debit (m^3/dt)

$z1, z2$ = Nilai data untuk sumbu y

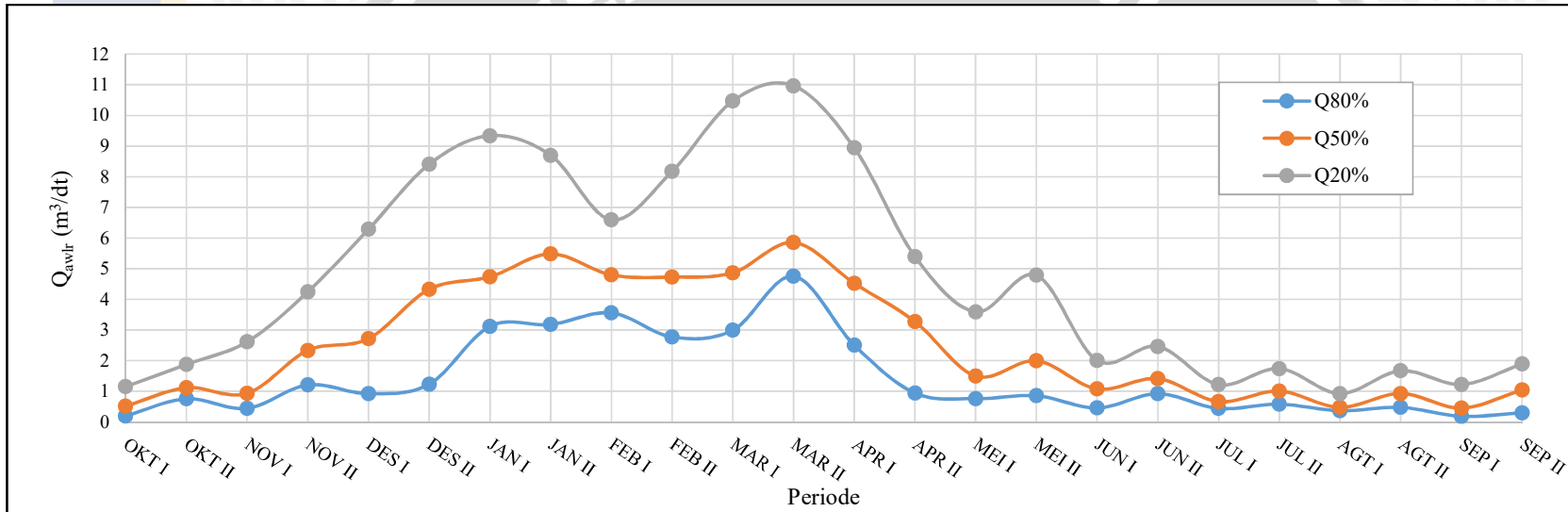
$y1, y2$ = Nilai data untuk sumbu x

Maka dengan probabilitas 80% pada periode OKT I, $x = 0.20 \text{ m}^3/\text{dt}$. Hasil selengkapnya untuk debit andalan 20%, 50% dan 80% tiap periode berada pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Q_{awlr} Andalan Tiap Periode (m^3/dt)

PERIODE	OKT I	OKT II	NOV I	NOV II	DES I	DES II	JAN I	JAN II	FEB I	FEB II	MARI	MAR II	APRI	APR II	MEI I	MEI II	JUN I	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEP I	SEP II
Q80%	0.20	0.76	0.45	1.21	0.93	1.24	3.12	3.18	3.56	2.77	2.99	4.75	2.51	0.94	0.76	0.86	0.46	0.92	0.44	0.58	0.37	0.48	0.19	0.30
Q50%	0.52	1.12	0.93	2.34	2.72	4.33	4.74	5.48	4.80	4.73	4.87	5.86	4.53	3.27	1.50	2.00	1.08	1.41	0.66	1.01	0.48	0.93	0.46	1.04
Q20%	1.15	1.88	2.62	4.24	6.29	8.41	9.34	8.70	6.59	8.17	10.47	10.97	8.95	5.40	3.59	4.79	2.01	2.46	1.22	1.74	0.93	1.67	1.22	1.89

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.1 Q_{awlr} Suradadi andalan *basic month*

Sumber: Hasil perhitungan

4.1.2 Hujan Wilayah Andalan

Untuk menghitung hujan wilayah maka sebelumnya diperlukan data historis hujan di stasiun ARR se – WS Lombok dan diolah menjadi hujan andalan dengan probabilitas yang ditentukan. Untuk lokasi stasiun hidroklimatologi WS Lombok tercantum dalam Lampiran 1. Hujan wilayah memiliki pengertian bahwa hujan yang turun di suatu wilayah pengamatan, misal hujan di wilayah CA Swangi. Berikut adalah contoh tahapan perhitungan hujan wilayah andalan.

- Contoh tahapan perhitungan hujan andalan kering (80%) di stasiun ARR :

Tabel 4.3 Perhitungan *Weibull* R Stasiun ARR Sapit

No.	Tahun	Jan I (mm)	x terurut	P(x)
1	1994	181	182	5%
2	1995	106	181	9%
3	1996	98	174	14%
4	1997	97	165	18%
5	1998	63	143	23%
6	1999	25	137	27%
7	2000	56	115	32%
8	2001	50	107	36%
9	2002	66	106	41%
10	2003	101	101	45%
11	2004	115	98	50%
12	2005	83	97	55%
13	2006	50	92	59%
14	2007	174	83	64%
15	2008	92	76	68%
16	2009	165	66	73%
17	2010	143	63	77%
18	2011	76	56	82%
19	2012	53	53	86%
20	2013	182	50	91%
21	2014	137	50	95%

Sumber: Hasil perhitungan

Perhitungan probabilitas sesuai dengan nomor urutan 11:

$$\begin{aligned}
 \checkmark \text{ Nomor urutan 11, } P(x) &= \frac{m}{N+1} \times 100\% \\
 &= \frac{11}{21+1} \times 100\% = 50\% = 98 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

dengan:

$P(x)$ = Nilai peluang (%)

m = Nomor urut data

N = Jumlah data

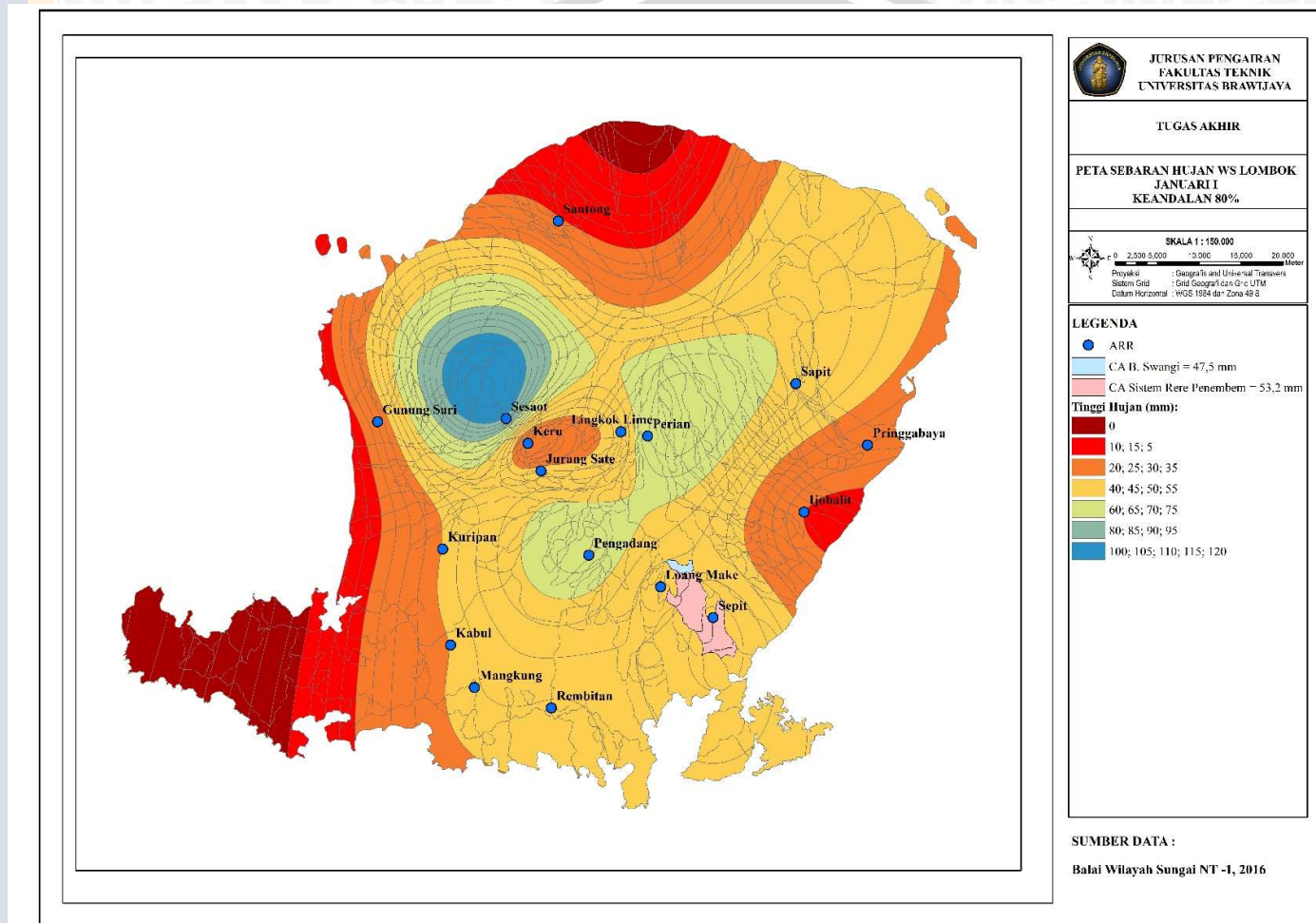
x = Tinggi hujan (mm)

Tabel 4.4 Hasil R Andalan Tiap Periode Stasiun ARR Sapit (mm)

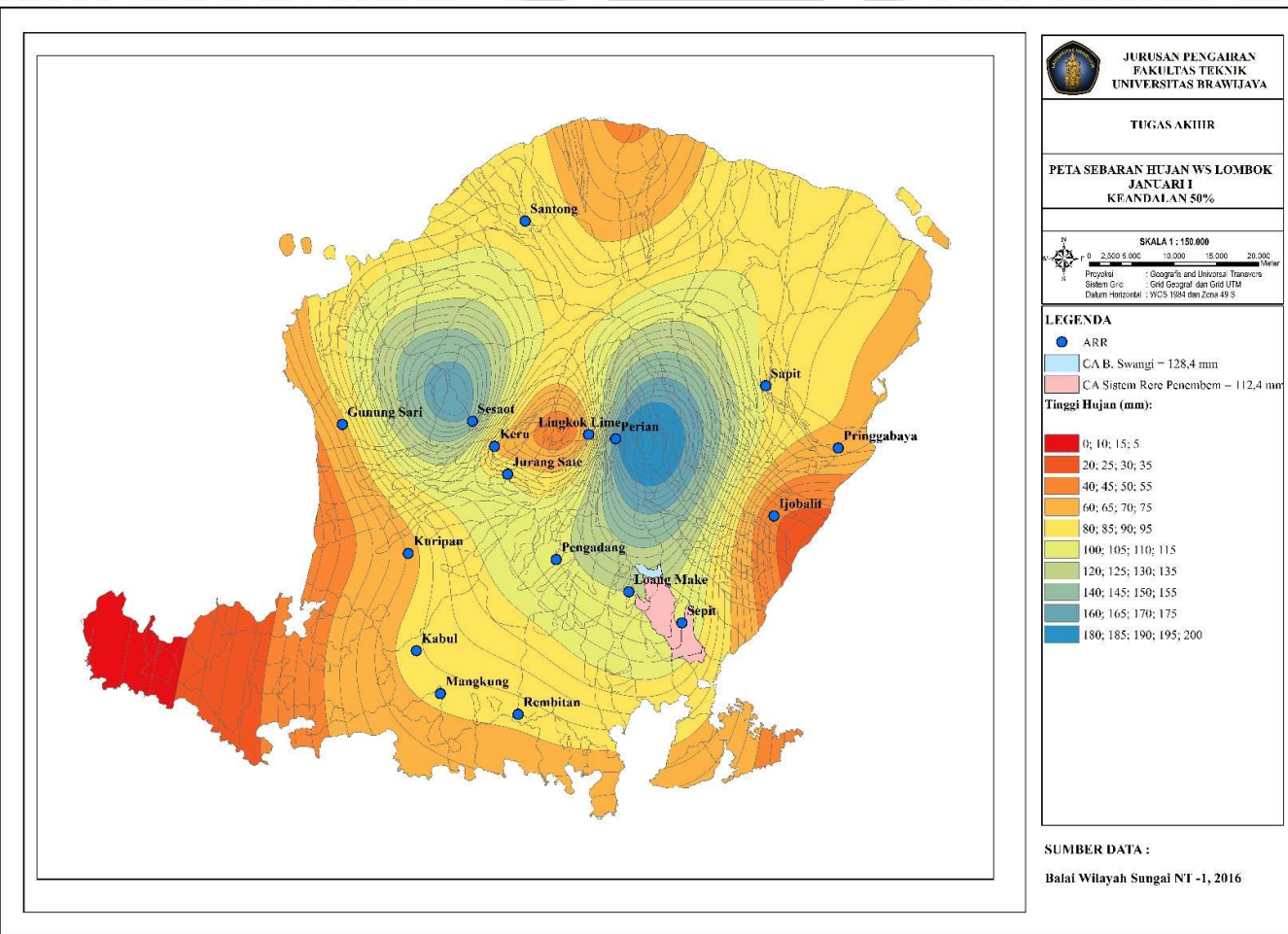
No.	Periode	R - 80%	R - 50%	R - 20%
1	JAN I	53	98	143
2	JAN II	72	109	198
3	FEB I	43	108	153
4	FEB II	10	96	172
5	MAR I	70	119	183
6	MAR II	11	82	160
7	APR I	29	98	196
8	APR II	8	33	74
9	MEI I	1	14	41
10	MEI II	0	7	58
11	JUN I	0	1	17
12	JUN II	0	4	15
13	JUL I	0	1	21
14	JUL II	0	3	7
15	AGT I	0	1	11
16	AGT II	0	0	8
17	SEP I	0	4	11
18	SEP II	0	0	10
19	OKT I	0	10	48
20	OKT II	0	5	41
21	NOPI	8	38	137
22	NOPII	34	116	167
23	DES I	70	141	261
24	DES II	16	84	235

Sumber: Hasil perhitungan

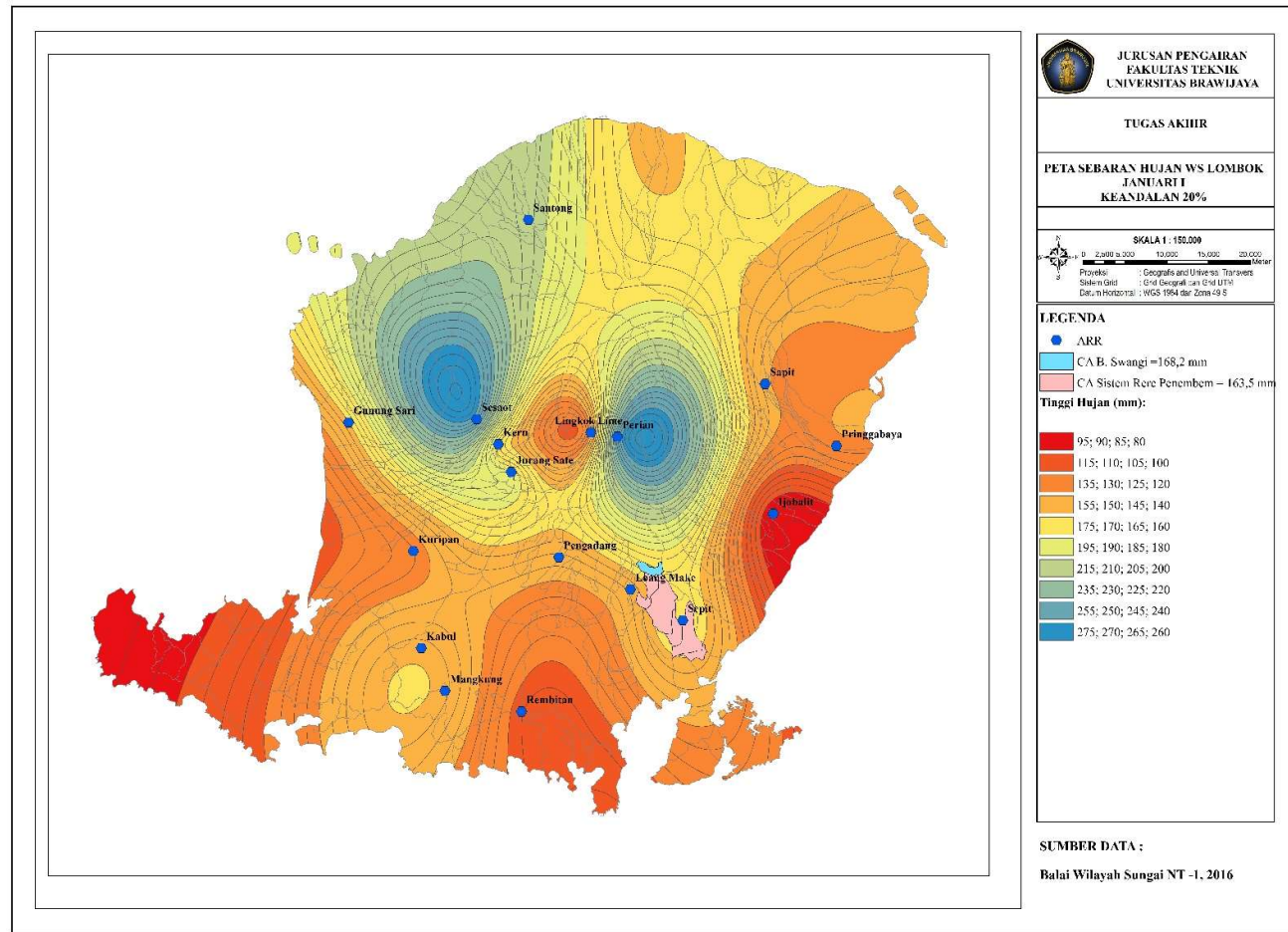
Besaran hujan andalan yang telah didapatkan dari seluruh stasiun ARR se – WS Lombok akan dianalisis dengan metode isohyet, yang mana garis isohyet digambarkan dengan bantuan *software* ARCGIS 10.2.1 untuk mendapatkan hujan wilayah. Berikut adalah hasil dari penggambaran garis isohyet digambarkan dengan bantuan *software* ARCGIS 10.2.1.



Gambar 4.2 Hasil isohyet ARCGIS 10.2.1 WS Lombok Januari I (80%)
Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.3 Hasil isohyet ARCGIS 10.2.1 WS Lombok Januari I (50%)
Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.4 Hasil isohyet ARCGIS 10.2.1 WS Lombok Januari I (20%)
Sumber: Hasil perhitungan

Setelah mendapatkan hasil gambar hujan isohyet dari ARCGIS 10.2.1 maka didapatkan juga curah hujan di tiap – tiap CA dari tabel dan dihitung curah hujan wilayah dengan persamaan dari metode isohyet. Berikut adalah contoh tahapan perhitungan untuk metode isohyet di CA Swangi dengan probabilitas 50% pada periode Januari I.

- Contoh perhitungan hujan wilayah CA Swangi periode Januari I:

Tabel 4.5 Hasil *Ploting* Metode Isohyet Periode Januari I CA Swangi

No	NAMA	A (km ²)	R (mm)
1	CA Swangi	0.55	130
2	CA Swangi	2.51	125

Sumber: Hasil perhitungan

Perhitungan hujan wilayah CA Swangi:

$$\begin{aligned} \checkmark R &= \frac{A_1 \times R_1 + A_2 \times R_2}{A_1 + A_2} \\ &= \frac{0,55 \times 130 + 2,51 \times 125}{0,55 + 2,51} \\ &= 128,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

dengan:

- R = Curah hujan wilayah (mm)
- A1, A2 = Luas bagian – bagian antara garis isohyet (km)
- R1, R2 = Tinggi hujan pada bagian A1, A2 (mm)



Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Hujan Wilayah (R) Andalan CA Swangi Metode Isohyet (mm)

DRY (80%)

NO CATCHMENT AREA	A (km ²)	JAN I	JAN II	FEB I	FEB II	MAR I	MAR II	APR I	APR II	MEI I	MEI II	JUN I	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEP I	SEP II	OKT I	OKT II	NOV I	NOV II	DES I	DES II	
1 Pandanduri	65.5	108.0	109.3	99.8	92.8	108.6	45.3	31.5	18.8	2.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	18.6	37.1	55.6	85.0	36.2
2 Swangi	3.1	47.5	47.5	44.4	40.6	43.7	6.3	12.5	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	33.5	25.4	66.3	33.3	25.9
3 Sistem rere Penembem	3.1	53.2	60.3	44.8	24.2	35.7	1.8	12.2	3.2	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.9	15.2	9.9	29.8	35.0	32.2

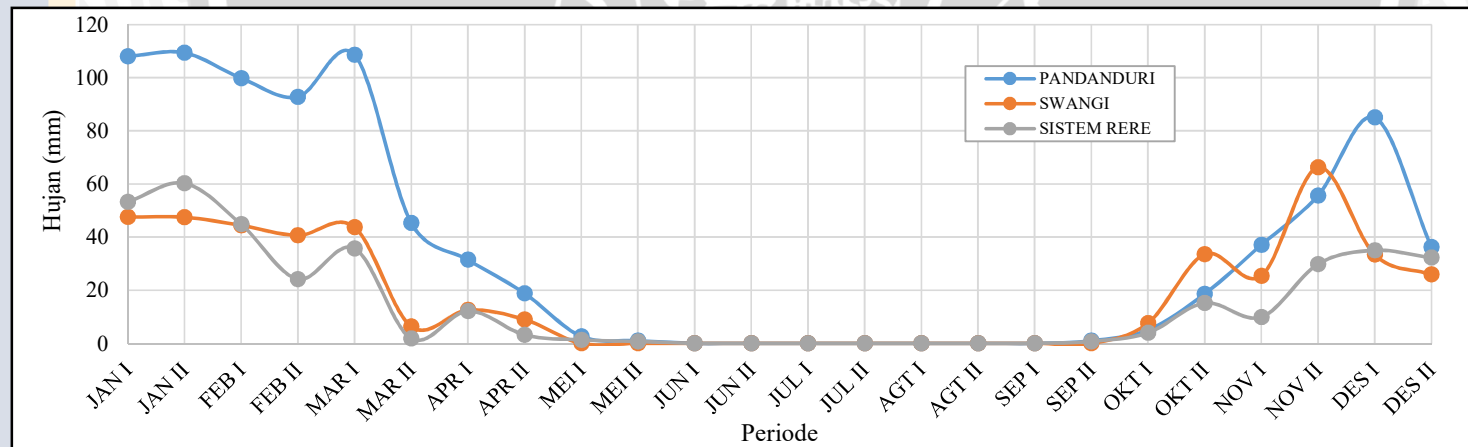
NORMAL (50%)

NO CATCHMENT AREA	A (km ²)	JAN I	JAN II	FEB I	FEB II	MAR I	MAR II	APR I	APR II	MEI I	MEI II	JUN I	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEP I	SEP II	OKT I	OKT II	NOV I	NOV II	DES I	DES II
1 Pandanduri	65.5	262.0	190.4	188.6	175.9	191.8	146.8	143.2	65.8	16.6	7.6	4.3	12.2	3.3	12.0	4.1	3.2	4.0	3.7	68.3	76.3	168.3	214.7	216.2	157.1
2 Swangi	3.1	128.4	92.5	83.6	72.5	73.0	55.6	51.9	26.6	2.5	1.6	2.4	2.5	1.7	7.5	2.5	2.5	2.5	2.5	45.9	114.8	113.0	153.7	125.9	102.9
3 Sistem rere Penembem	43.2	112.4	97.3	76.1	64.1	69.1	39.0	35.6	13.9	2.5	0.6	0.0	1.3	0.1	3.4	1.7	1.8	1.8	1.9	17.3	49.0	46.3	87.5	83.9	89.8

WET (20%)

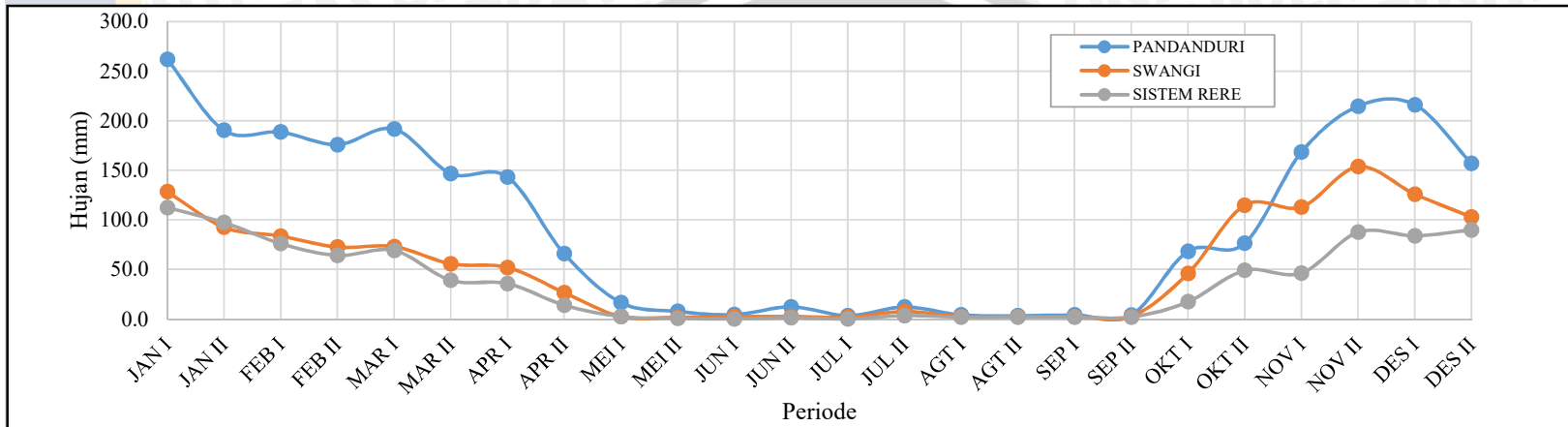
NO CATCHMENT AREA	A (km ²)	JAN I	JAN II	FEB I	FEB II	MAR I	MAR II	APR I	APR II	MEI I	MEI II	JUN I	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEP I	SEP II	OKT I	OKT II	NOV I	NOV II	DES I	DES II
1 Pandanduri	65.5	369.4	274.5	270.1	245.6	246.1	246.1	246.1	130.5	54.1	37.8	23.5	29.5	52.5	24.0	11.8	19.5	27.0	40.6	199.7	231.6	255.7	371.6	315.9	263.4
2 Swangi	3.1	168.2	165.2	123.9	111.1	89.3	89.3	93.0	48.4	15.2	6.1	5.4	7.5	17.7	20.8	7.5	7.5	10.9	23.5	126.0	200.2	175.8	271.7	203.3	160.9
3 Sistem rere Penembem	43.2	163.5	144.0	114.6	95.5	104.6	104.6	84.7	41.8	17.2	4.0	2.0	2.7	5.6	9.2	3.3	3.3	3.4	10.1	50.1	81.4	83.8	148.2	134.5	124.5

Sumber: Hasil perhitungan

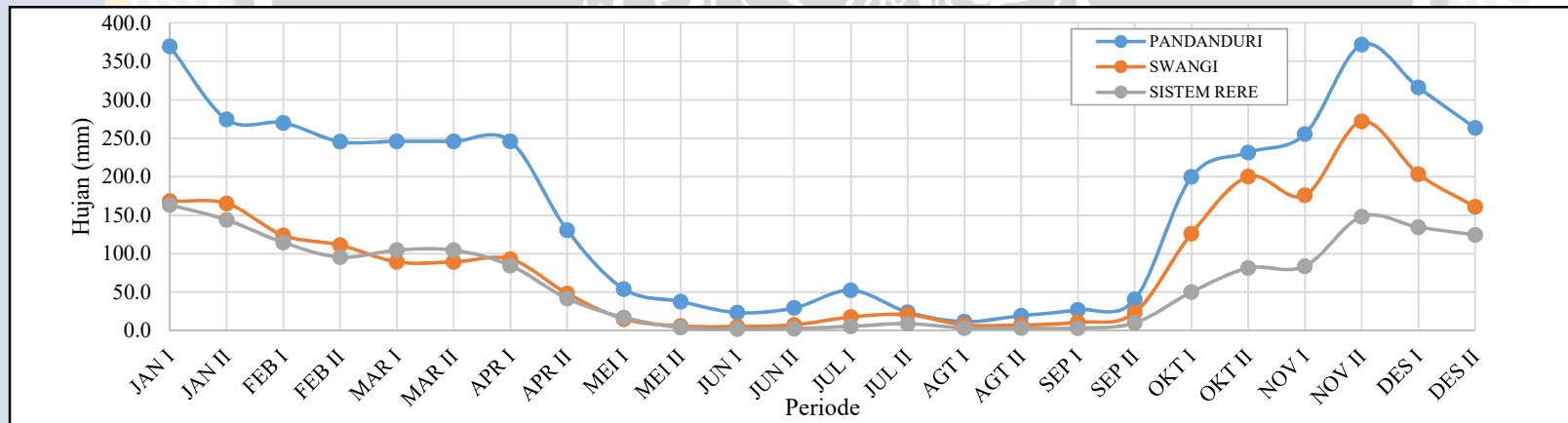


Gambar 4.5 R wilayah andalan 80% basic month

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.6 R wilayah andalan 50% basic month
 Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.7 R wilayah andalan 20% basic month
 Sumber: Hasil perhitungan

4.2 Evapotranspirasi Standar (ET_o)

Evapotranspirasi merupakan jumlah penguapan yang berasal dari evaporasi dan transpirasi dalam satu hari. Evaporasi merupakan terjadinya perubahan zat cair ke dalam bentuk uap karena pengaruh angin dan sinar matahari dan transpirasi merupakan teruapnya air melalui tumbuhan. Untuk perhitungan evapotranspirasi potensial ini menggunakan metode panci evaporasi dan nilai koefisien panci (K_p) adalah 0,85 yang telah disesuaikan dengan BWS – NT1.

Untuk stasiun CR atau *climate recorder* dipilih pada sekitar lokasi wilayah studi, yaitu stasiun CR Keruak dan Kopang dan lokasi kedua stasiun ini berada di terdekat dengan wilayah studi. Data evaporasi yang digunakan adalah nilai rerata dari data historis dan karena kedua stasiun CR ini berada diantara wilayah studi maka nilai dari masing – masing stasiun akan di reratakan dan dikalikan dengan koefisien panci secara aritmatik.

Tabel 4.7 Evaporasi Rerata Tiap CR

No.	Periode	EO (mm/hr)	
		KERUAK	KOPANG
1	JAN I	5.6	6.2
2	JAN II	5.5	5.8
3	FEB I	5.7	6.2
4	FEB II	4.9	5.0
5	MAR I	4.5	5.3
6	MAR II	4.3	4.1
7	APR I	4.4	5.9
8	APR II	4.7	3.8
9	MEI I	5.3	4.0
10	MEI II	4.9	4.1
11	JUN I	5.7	3.1
12	JUN II	5.6	2.6
13	JUL I	5.8	3.3
14	JUL II	5.8	3.0
15	AGT I	5.5	3.2
16	AGT II	6.2	3.7
17	SEP I	6.2	3.9
18	SEP II	6.1	4.0
19	OKT I	5.5	4.1
20	OKT II	6.0	4.3
21	NOV I	5.9	4.8
22	NOV II	5.9	5.0
23	DES I	5.7	4.8
24	DES II	5.7	5.2

Sumber: Hasil perhitungan

Untuk mendapatkan nilai ETo maka nilai evaporasi panci tiap CR dikalikan dengan koefisien panci kelas A sebesar 0,85. Berikut adalah contoh perhitungan ETo periode Januari I untuk CR Keruak dan ETo rerata untuk kedua stasiun CR.

- Contoh perhitungan metode panci evaporasi Januari I untuk CR Keruak:

$$\begin{aligned} \checkmark ETo &= Kp \times Ep \\ &= 0,85 \times 5,6 = 4,8 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

dengan:

ETo = Evapotranspirasi standar (mm/hari)

Kp = Koefisien panci kelas A (0,65 – 0,85)

Ep = Evaporasi panci (mm/hari)

- Contoh perhitungan ETo rerata untuk kedua stasiun CR pada periode Januari I:

Tabel 4.8 ETo untuk CR Keruak dan Koping

No.	Periode	ETo (mm/hr)	
		KERUAK	KOPANG
1	JAN I	4.8	5.3
2	JAN II	4.7	4.9
3	FEB I	4.8	5.3
4	FEB II	4.2	4.2
5	MAR I	3.8	4.5
6	MAR II	3.7	3.5
7	APR I	3.8	5.0
8	APR II	4.0	3.2
9	MEI I	4.5	3.4
10	MEI II	4.2	3.5
11	JUN I	4.8	2.6
12	JUN II	4.8	2.2
13	JUL I	4.9	2.8
14	JUL II	4.9	2.6
15	AGT I	4.7	2.7
16	AGT II	5.2	3.2
17	SEP I	5.2	3.3
18	SEP II	5.2	3.4
19	OKT I	4.7	3.5
20	OKT II	5.1	3.6
21	NOV I	5.0	4.0
22	NOV II	5.0	4.2
23	DES I	4.9	4.0
24	DES II	4.9	4.4

Sumber: Hasil perhitungan

$$\begin{aligned} \checkmark \quad ETo &= \frac{ET_{o1} + ET_{o2}}{N} \\ &= \frac{4,8 + 5,3}{2} \\ &= 5,0 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

dengan:

ET_o = Evapotranspirasi standar (mm/hari)

ET_{o1}, ET_{o2} = Evapotranspirasi standar stasiun 1 dan 2 (mm/hari)

N = Jumlah nilai ETo

Tabel 4.9 Hasil ETo Rerata CR Keruak dan Kopang

No.	Periode	ETo (mm/hr)
1	JAN I	5.0
2	JAN II	4.8
3	FEB I	5.0
4	FEB II	4.2
5	MAR I	4.2
6	MAR II	3.6
7	APR I	4.4
8	APR II	3.6
9	MEI I	3.9
10	MEI II	3.9
11	JUN I	3.7
12	JUN II	3.5
13	JUL I	3.9
14	JUL II	3.8
15	AGT I	3.7
16	AGT II	4.2
17	SEP I	4.3
18	SEP II	4.3
19	OKT I	4.1
20	OKT II	4.4
21	NOV I	4.5
22	NOV II	4.6
23	DES I	4.4
24	DES II	4.7

Sumber: Hasil perhitungan

4.3 Debit Tersedia (Q_A) Model *F.J Mock*

4.3.1 Debit tersedia (Q_A) CA Swangi dan Sistem Rere Penembem

Debit tersedia merupakan analisis debit yang tersedia dari data hujan atau sumber mata air berdasarkan daerah pengamatannya. Dalam kajian ini Debit tersedia dianalisis dengan daerah pengamatan CA Swangi dan CA sistem Rere Penembem. Kajian ini menggunakan

model *F.J Mock* karena parameter yang digunakan dalam model ini memperhitungkan kondisi air bawah permukaan.

Awal musim hujan (AMH) menjadi basis untuk awal periode untuk perhitungan model ini. Untuk AMH ditentukan dari frekwensi data BMKG tahun 2002 – 2015 dengan menyesuaikan ZOM (zona musim) pada wilayah kajian, yaitu ZOM 229. AMH terpilih untuk ZOM 229 adalah Nopember III (dasarian), karena pada kajian ini menggunakan setengah bulanan maka AMH antara **Nopember I** dan **Nopember II**.

Tabel 4.10 Frekwensi AMH

ZOM	AMH
220	NOV III
221	NOV II
222	NOV II
223	DES I
224	DES II
225	NOV I
226	NOV II
227	NOV III
228	DES III
229	NOV III

Sumber: BWS NT – I, 2015

Untuk koefisien – koefisien *F.J Mock*, seperti nilai keterbukaan lahan (m), GWS, SMC, I dan K adalah nilai – nilai yang telah dikalibrasi oleh pihak BWS NT – I sehingga dapat digunakan untuk mencari nilai debit melalui tinggi hujan di CA tertentu (tabel 2.3 – tabel 2.6). Konsep dari kalibrasi ini adalah mencari koefisien – koefisien yang memiliki kemiripan melalui karakteristik CA. Berikut adalah contoh tahapan perhitungan model *F.J Mock* di CA Swangi dengan awal musim hujan periode Nopember II untuk keandalan 80%.

- Contoh tahapan perhitungan model *F.J Mock* di CA Swangi pada periode Nopember II untuk keandalan 80% dengan $n = 15$ hari, $ET_o = 4,61$ mm/hr, $m = 20\%$, $CI = 90\%$, $K = 90\%$, $SMC = 70$ mm dan $GWS = 390$ mm.
- a) Menghitung nilai evapotranspirasi aktual (ET_a),

$$\begin{aligned} ET_a &= n \times ET_o \times m \\ &= 15 \times 4,61 \times 20\% \\ &= 13,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

dengan:

- ET_a = Evapotranspirasi aktual (mm)
 n = Jumlah hari dalam periode
 ET_o = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

- a) Nilai volume air tanah awal (V_{beg}),

$$\begin{aligned} V_{beg} &= SMC \\ &= 70 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena awal musim hujan (AMH) untuk model ini adalah periode Nopember II maka awal perhitungan menggunakan periode Nopember II sehingga nilai V_{beg} adalah SMC (soil moisture capacity) dan untuk $V_{beg\ n+1} = V_{end\ n-1}$.

- b) Menghitung nilai volume air tanah hitung (V_{cal}),

$$\begin{aligned} V_{cal} &= R - ETa + V_{beg} \\ &= 66,3 - 13,8 + 70 = 122,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

dengan:

ETA = Evapotranspirasi aktual (mm)

R = Tinggi hujan (mm)

V_{beg} = Volume air tanah awal (mm)

- c) Nilai volume air tanah akhir (V_{end}),

$$\begin{aligned} V_{end} &= 0 < V_{cal} < SMC \\ &= SMC = 70 \text{ mm} \end{aligned}$$

- d) Menghitung nilai *water surplus* atau air yang berlebih (*ws*),

$$\begin{aligned} WS &= V_{cal} - V_{end} \\ &= 122,4 - 70 = 52,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

- e) Menghitung nilai infiltrasi (*I*),

$$\begin{aligned} I &= CI \times WS \\ &= 90\% \times 52,4 = 47,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

dengan:

I = Infiltrasi (mm)

CI = Koefisien infiltrasi (%)

WS = *Water surplus* (mm)

- f) Menghitung nilai tampungan air tanah (V_n),

$$\begin{aligned} V_n &= (0,5 \times 1 + K \times I) + (K \times V_{n-1}) \\ &= (0,5 \times 1 + 90\% \times 47,2) + (90\% \times GWS) \\ &= (0,5 \times 1 + 90\% \times 47,2) + (90\% \times 390) \\ &= 395,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

dengan:

K = Koefisien resesi tanah

I = Nilai infiltrasi (mm)

V_n = Nilai simpanan air tanah (mm)

Karena awal musim hujan untuk model ini adalah periode Nopember II maka awal perhitungan menggunakan periode Nopember II sehingga nilai V_{n-1} adalah GWS (ground water storage).

g) Menghitung nilai selisih tampungan air tanah (ΔV_n),

$$\begin{aligned}\Delta V_n &= V_n - V_{n-1} \\ &= 395,8 - GWS = 395,8 - 390 = -5,8 \text{ mm}\end{aligned}$$

h) Menghitung nilai *base flow* (aliran dasar),

$$\begin{aligned}BF &= I - \Delta V_n \\ &= 47,2 - 5,8 = 41,4 \text{ mm}\end{aligned}$$

dengan:

BF = *Base flow* (mm)

I = Infiltrasi (mm)

ΔV_n = Selisih simpanan air tanah (mm)

i) Menghitung nilai *direct runoff* (limpasan permukaan langsung),

$$\begin{aligned}DRO &= WS - I \\ &= 52,4 - 47,2 = 5,2 \text{ mm}\end{aligned}$$

dengan:

DRO = limpasan permukaan langsung (mm)

I = Infiltrasi (mm)

WS = Kelebihan air atau *water surplus* (mm)

j) Menghitung nilai *runoff* (limpasan permukaan),

$$\begin{aligned}RO &= BF + DRO \\ &= 41,4 + 5,2 = 46,6 \text{ mm}\end{aligned}$$

k) Menghitung nilai Q_A ,

$$\begin{aligned}Q_A &= \frac{RO \times A}{n} \\ &= \frac{\left(\frac{46,6}{1000}\right) \times (3,06 \times 10^6)}{15 \times 24 \times 60 \times 60 \times 1000} \\ &= 110 \text{ lt/dt}\end{aligned}$$

dengan:

Q_A = Debit tersedia (lt/dt)

RO_t = aliran air diatas permukaan pada periode ke - t (mm)

A = Luas CA (km²)

n = Jumlah hari dalam periode.

Untuk perhitungan selanjutnya dilakukan dengan menyesuaikan keandalan (20%, 50% dan 80%), lokasi CA dan awal musim hujan (AMH). Tabel 4.10 memperlihatkan perhitungan untuk keandalan 80% di CA Swangi.



Tabel 4.11 Model *F.J Mock CA* Swangi Keandalan 80%

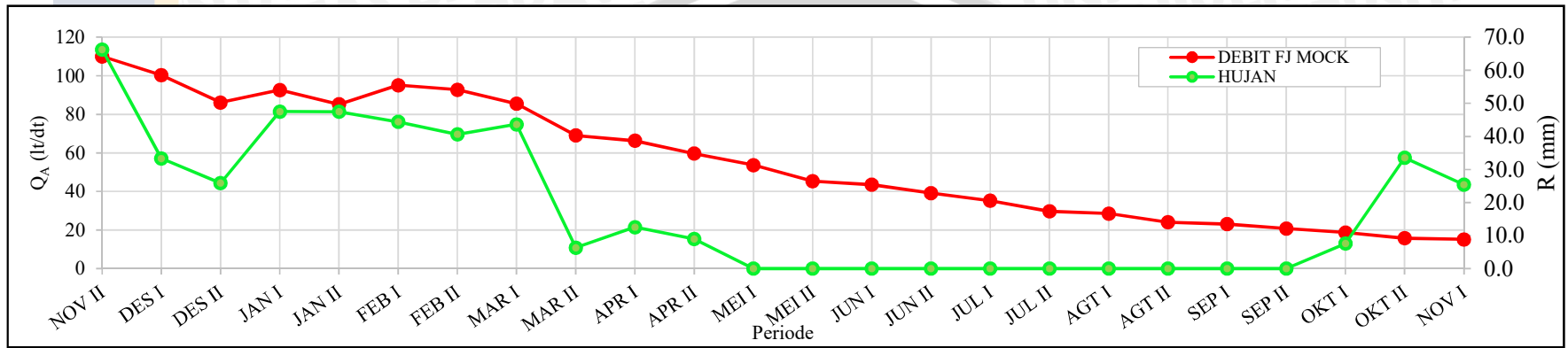
No	ITEM	SIMBOL	SATUAN	NOV II	DES I	DES II	JAN I	JAN II	FEB I	FEB II	MAR I	MAR II	APR I	APR II	MEI I	MEI II	JUN I	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEPI	SEPII	OKT I	OKT II	NOVI	
1	Jumlah Hari	n		15	15	16	15	16	14	14	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15	
2	Hujan	R	mm	66.3	33.3	25.9	47.5	47.5	44.4	40.6	43.7	6.3	12.5	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	33.5	25.4
3	Evapotranspirasi	ETo	mm/hr	4.6	4.4	4.7	5.0	4.8	5.0	4.2	4.2	3.6	4.4	3.6	3.9	3.9	3.7	3.5	3.9	3.8	3.7	4.2	4.3	4.3	4.1	4.4	4.5	
4	Koefisien Bulan Basah	m		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	
5	Evapotranspirasi Aktual	ETa	mm	13.8	13.3	14.9	15.1	15.3	14.1	11.7	12.5	11.4	13.2	10.8	14.8	15.4	16.8	15.8	17.4	18.1	16.7	20.2	19.2	19.3	15.3	17.4	13.6	
6	Soil moisture beg	V BEG	mm	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	64.9	64.3	62.4	47.6	32.2	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1
7	Storage calculation	V CAL	mm	122.4	90.0	81.0	102.5	102.2	100.3	98.9	101.2	64.9	64.3	62.4	47.6	32.2	15.5	-0.3	-17.4	-18.1	-16.7	-20.2	-19.2	-19.3	-7.7	16.1	28.0	
8	Soil moisture end	V END	mm	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	64.9	64.3	62.4	47.6	32.2	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	28.0
9	Water surplus	WS	mm	52.4	20.0	11.0	32.5	32.2	30.3	28.9	31.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	Infiltrasi	I	mm	47.2	18.0	9.9	29.2	28.9	27.2	26.0	28.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	1/2 (1+K)(I)		mm	44.8	17.1	9.4	27.8	27.5	25.9	24.7	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	K* V _{n-1}		mm	351.0	356.2	336.0	310.9	304.8	299.0	292.4	285.4	280.9	252.8	227.5	204.7	184.3	165.8	149.3	134.3	120.9	108.8	97.9	88.1	79.3	71.4	64.3	57.8	
13	Ground water storage	Vn	mm	395.8	373.3	345.4	338.6	332.3	324.9	317.1	312.1	280.9	252.8	227.5	204.7	184.3	165.8	149.3	134.3	120.9	108.8	97.9	88.1	79.3	71.4	64.3	57.8	
14	Selisih tampungan	Δn	mm	5.8	-22.5	-27.9	-6.8	-6.4	-7.3	-7.8	-5.1	-31.2	-28.1	-25.3	-22.7	-20.5	-18.4	-16.6	-14.9	-13.4	-12.1	-10.9	-9.8	-8.8	-7.9	-7.1	-6.4	
15	Base Flow	BF	mm	41.4	40.5	37.8	36.0	35.3	34.6	33.8	33.1	31.2	28.1	25.3	22.7	20.5	18.4	16.6	14.9	13.4	12.1	10.9	9.8	8.8	7.9	7.1	6.4	
16	Direct Run off	DRO	mm	5.2	2.0	1.1	3.2	3.2	3.0	2.9	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
17	Run off	RO	mm	46.6	42.5	38.9	39.2	38.5	37.6	36.7	36.2	31.2	28.1	25.3	22.7	20.5	18.4	16.6	14.9	13.4	12.1	10.9	9.8	8.8	7.9	7.1	6.4	
18	Debit	QA	l/dt	110	100	86	93	85	95	93	86	69	66	60	54	45	44	39	35	30	29	24	23	21	19	16	15	

Sumber: Hasil perhitungan



Keterangan:

1	Jumlah Hari	n	Jumlah hari dlm satu periode
2	Hujan	R	Besarnya hujan wilayah CA bendung/bendungan tinjauan
3	Evapotranspirasi POT	ETP	Besar evapotranspirasi potensial, diperoleh dari evaporasi panci x koef panci A (0.85)
4	Koefisien Bulan Basah	m	
5	Evapotranspirasi Aktual	Eta	$ETP \times m \times n$
6	SoiL moisture beg	V BEG	Kelembababan tanah awal, di periode awal $V_{beg} = \text{koef SMC}$, pada periode berikutnya $V_{beg\ n+1} = V_{end\ n-1}$
7	Storage Calculation	V CAL	$R - Eta - V_{beg}$
8	Soil moisture end	V END	Besarnya kelembaban di akhir periode yg apabila besarnya > smc maka yg digunakan adalah SMC
9	Water surplus	WS	$V_{cal} - V_{enc}$
10	Infiltrasi	I	$WS \times I$ (koef infiltrasi)
11	$1/2 (1+K)x(i)$		
12	$K * V_{n-1}$		
13	Ground water storage	Vn	(11) + (12)
14	$dV_n = V_n - V_{n-1}$		
15	Base Flow	BF	$I - dV_n$
16	Direct Run off	DRO	(9) – (10)
17	Run off	RO	(15) + (16)
18	Debit	QA	(17) x Luas CA x (1)

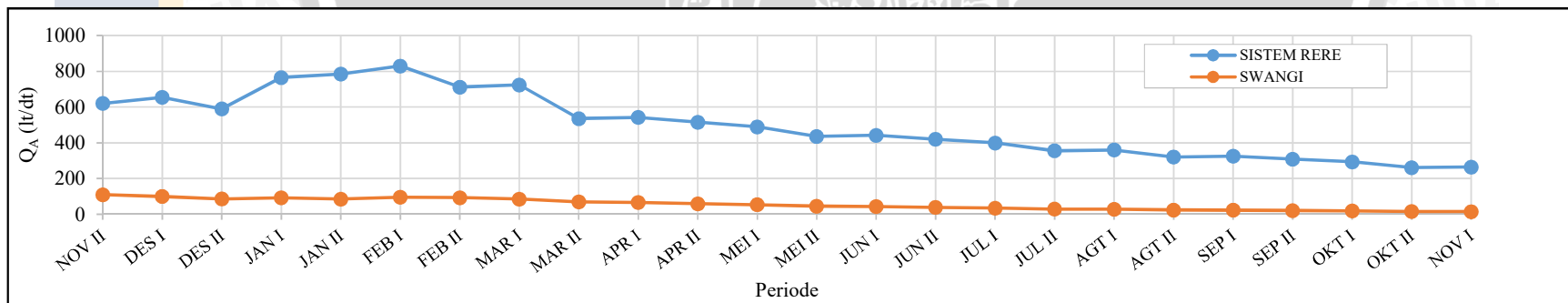


Gambar 4.8 Grafik hubungan Q_A dengan R andalan 80% untuk CA Swangi
 Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.12 Debit Ketersediaan (Q_A) Model *F.J Mock* Keandalan 80% (lt/dt)

NO	CATCHMENT AREA	A	NOV II	DES I	DES II	JANI	JAN II	FEB I	FEB II	MARI	MAR II	APRI	APR II	MEI I	MEI II	JUNI	JUN II	JULI	JUL II	AGTI	AGT II	SEPI	SEP II	OKTI	OKT II	NOVI
1	SWANGI	3.1	110	100	86	93	85	95	93	86	69	66	60	54	45	44	39	35	30	29	24	23	21	19	16	15
2	SISTEM RERE	43.2	621	654	590	765	784	829	712	724	536	543	516	490	436	442	420	399	355	360	321	325	309	293	261	265

Sumber: Hasil perhitungan

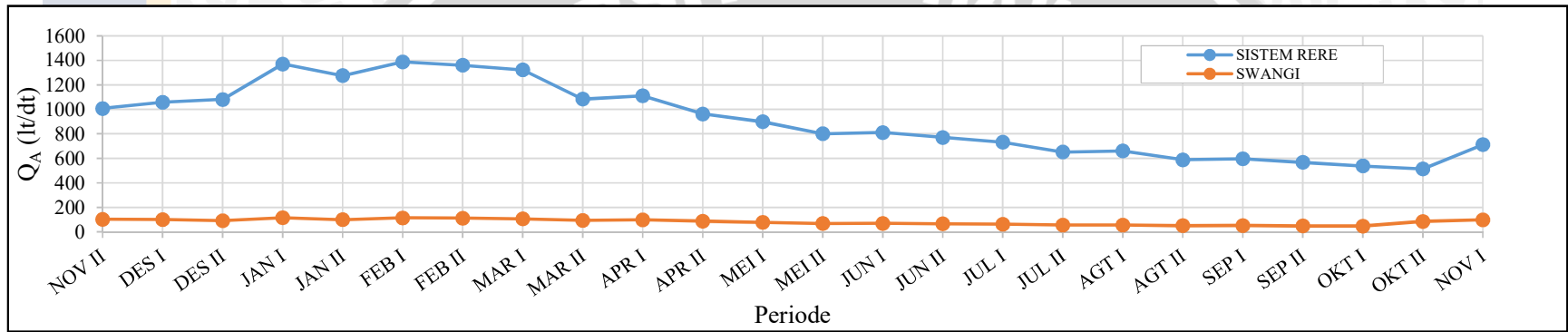


Gambar 4.9 Q_A andalan 80% untuk AMH Nopember II
 Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.13 Debit Ketersediaan (QA) Model *F.J Mock* Keandalan 50% (lt/dt)

NO	CATCHMENT AREA	A	NOV II	DES I	DES II	JANI	JAN II	FEB I	FEB II	MARI	MAR II	APRI	APR II	MEI I	MEI II	JUNI	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEPI	SEP II	OKT I	OKT II	NOVI
1	SWANGI	3.1	103	101	92	115	99	113	112	106	94	98	87	77	69	69	66	63	56	57	50	51	49	47	84	98
2	SISTEM RERE	43.2	1007	1059	1080	1370	1276	1388	1361	1322	1084	1110	963	899	801	811	771	732	652	661	589	596	567	538	514	712

Sumber: Hasil perhitungan



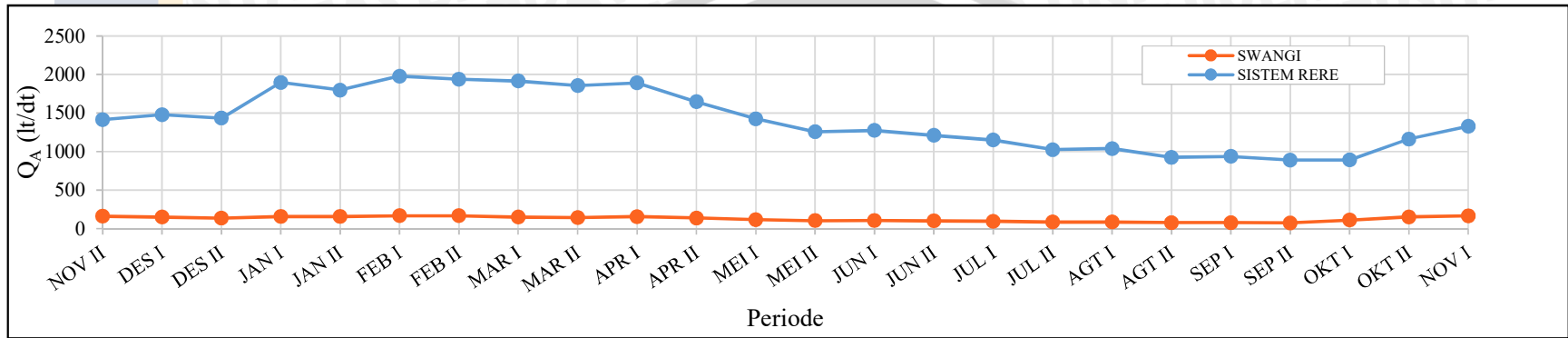
Gambar 4.10 QA andalan 50% untuk AMH Nopember II

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.14 Debit Ketersediaan (QA) Model *F.J Mock* Keandalan 20% (lt/dt)

NO	CATCHMENT AREA	A	NOV II	DES I	DES II	JANI	JAN II	FEB I	FEB II	MARI	MAR II	APRI	APR II	MEI I	MEI II	JUNI	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEPI	SEP II	OKT I	OKT II	NOVI
1	SWANGI	3.1	158	149	134	156	155	167	167	149	142	154	136	116	103	104	99	94	84	85	76	77	73	110	150	164
2	SISTEM RERE	43.2	1413	1478	1433	1895	1796	1978	1938	1914	1856	1891	1645	1423	1256	1273	1209	1149	1023	1037	923	936	889	890	1162	1326

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.11 Q_A andalan 20% untuk AMH Nopember II
 Sumber: Hasil perhitungan



4.4 Kebutuhan Air Irigasi

4.4.1 Kebutuhan Air Tanaman (NFR) dan Irigasi ($Q_{D \max}$)

Perhitungan kebutuhan air tanaman (NFR) untuk tiap DI menggunakan golongan dan alternatif tanam untuk mengurangi debit kebutuhan puncak maksimum ($Q_{D \max}$), jumlah golongan sebanyak 4 (empat), hal ini dikarenakan WS Lombok memiliki curah hujan merata tahunan yang rendah dan luas layanan yang banyak. Berikut adalah contoh perhitungan NFR dan $Q_{D \max}$ untuk DI Pandanduri:

a) Awal musim tanam (AMT)

AMT untuk DI Pandanduri adalah Nopember II.

b) Alternatif tanam (ALT)

Menggunakan alternatif tanam 2, yaitu Padi – Padi – Palawija

Untuk palawija menggunakan tanaman jagung dan kedelai dan tanaman padi menggunakan padi konvensional. Untuk alternatif keempat (pd-pd/pal-pd) merupakan alternatif kebijakan, alternatif ini akan digunakan apabila alternatif kedua (pd-pd-pal) memiliki intensitas tanam (CI) pada musim tanam kedua (MT2) < 30% dan kebijakan ini telah diterapkan dilapangan.

c) Jumlah golongan

Apabila $AI > 1.000$ maka akan digunakan golongan, dengan jumlah golongan sesuai yang ditetapkan. Setelah menetapkan jumlah golongan maka dapat diketahui areal yang dapat ditanami atau areal tanam (AC) sesuai dengan jumlah golongan. Berikut adalah nilai AC (ha) untuk DI Swangi:

Tabel 4.15 Areal Tanam (AC) DI Swangi

No.	Daerah Irigasi	AI (ha)	Gol.	AC MT1	AC MT2	AC MT3
	Swangi	3151	4	788	788	788

Sumber: Hasil perhitungan

d) Evapotranspirasi standar (ET_o)

Dari hasil perhitungan evapotranspirasi standar sebelumnya, maka nilai ET_o untuk DI Swangi periode Nopember II adalah 4,61 mm/hr

e) Perkolasi (P)

Nilai perkolasi di WS (wilayah sungai) Lombok ditetapkan sebesar 2 mm/hr (BWS NT – I).

f) Hujan wilayah andalan (R)

Dari hasil perhitungan hujan wilayah andalan, R wilayah Swangi pada periode Nopember II adalah 55,63 mm

- g) Hujan andalan tanaman (Re)

$$\begin{aligned} Re \text{ padi} &= \frac{R80 \times 70\%}{n} \\ &= \frac{55,63 \times 70\%}{15 \text{ hari}} = 2,60 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

- h) Koefisien tanaman (Kc)

Karena pada Nopember I merupakan AMT maka tidak menggunakan koefisien tanaman (Kc) melainkan penyiapan lahan (LP).

$$\begin{aligned} LP &= \frac{M \times e^k}{e^k - 1} \\ &= \frac{1,1 \times ET_o + P \times 2,72^{\frac{1,1 \times ET_o + P}{S}}}{2,72^{\frac{1,1 \times ET_o + P}{S}} - 1} \\ &= \frac{1,1 \times 4,61 + 2 \times 2,72^{\frac{1,1 \times 4,61 + 2}{30/250}}}{2,72^{\frac{1,1 \times 4,61 + 2}{30/250}} - 1} = 12,36 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

- i) Penggantian lapisan air (WLR)

Pada saat penyiapan lahan (LP), penggantian lapisan air tidak diperlukan karena tidak ada tanaman.

- j) Penggunaan konsumtip (ET_c)

Pada saat penyiapan lahan (LP), penggunaan konsumtip tidak diperlukan karena tidak ada tanaman.

- k) Kebutuhan air bersih (NFR)

$$\begin{aligned} NFR &= LP - Re \\ &= 12,36 - 2,60 = 9,76 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

- l) Kebutuhan air irigasi ($Q_{D \max}$)

$$\begin{aligned} Q_{D \max} &= \frac{NFR}{8,64 \times e} \times AC \\ &= \frac{9,76}{8,64 \times 90\% \times 90\% \times 85\%} \times 753 = \frac{9,76}{8,64 \times 69\%} \times 753 = 1233 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Untuk hasil pola tanam sesuai contoh perhitungan diatas adalah disajikan pada tabel 4.14 berikut:

Tabel 4.16 Perhitungan NFR DI Swangi AMT Nopember II

NO	PARAMETER	SATUAN	NOV II	DESI	DES II	JANI	JAN II	FEB I	FEB II	MARI	MARI	APRI	APR II	MEI	MEI II	JUNI	JUN II	JULI	JUL II	AGT I	AGT II	SEPI	SEP II	OKT I	OKT II	NOVI
1	Jumlah Hari		15	15	16	15	16	14	14	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15
2	ETo	mm/hr	4.61	4.45	4.65	5.02	4.78	5.05	4.19	4.16		4.39	3.60	3.94	3.85	3.72	3.51	3.86	3.76		4.20	4.27	4.30	4.08	4.36	4.52
3	P	mm/hr	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00							
4	R	mm	55.63	84.98	36.19	108.04	109.34	99.77	92.77	108.56		31.46	18.84	2.65	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.98	5.02	18.61	37.05
5	Re	mm/hr	2.60	3.97	1.58	5.04	4.78	4.99	4.64	5.07		1.47	0.88	0.12	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.13	0.74	1.42
6	Kc		LP	LP	1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00		LP	LP	1.10	1.10	1.05	1.05	0.95	0.00		0.50	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95
7	WLR	mm/hr				1.70	1.70	1.70	1.70							1.70	1.70	1.70	1.70							
8	ETc	mm/hr			5.12	5.52	5.02	5.30	3.98	0.00				4.34	4.24	3.91	3.69	3.67	0.00		2.10	4.10	4.51	4.16	4.14	0.00
9	NFR	mm/hr	9.76	8.28	5.53	4.18	3.94	4.01	3.04	0.00		10.73	10.78	6.21	7.90	7.61	7.39	7.37	2.00		2.10	4.10	3.53	0.00	0.00	0.00
		lt/dt/ha	1.13	0.96	0.64	0.48	0.46	0.46	0.35	0.00		1.24	1.25	0.72	0.91	0.88	0.86	0.85	0.23		0.24	0.47	0.41	0.00	0.00	0.00

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.17 Hasil NFR untuk DI Kajian Keandalan 80% dan ALT 2 Tiap Golongan.

DI	AMT	NOVI	NOV II	DESI	DES II	JANI	JAN II	FEB I	FEB II	MARI	MAR II	APRI	APR II	MEI	MEI II	JUNI	JUN II	JULI	JUL II	AGT I	AGT II	SEPI	SEP II	OKT I	OKT II
1 DI PANDANDURI DRY	NOV II	0.00	1.13	0.96	0.64	0.48	0.46	0.46	0.35	0.00		1.24	1.25	0.72	0.91	0.88	0.86	0.85	0.23		0.24	0.47	0.41	0.00	0.00
	DESI	0.00	0.00	0.96	1.25	0.29	0.48	0.46	0.40	0.30	0.00		1.25	1.36	0.72	0.90	0.86	0.90	0.84	0.23		0.25	0.36	0.00	0.00
	DES II	0.00	0.00	0.00	1.25	0.88	0.29	0.49	0.40	0.35	0.59	0.06		1.36	1.36	0.71	0.88	0.90	0.89	0.84	0.23		0.14	0.00	0.00
	JANI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.89	0.30	0.43	0.35	0.63	0.74	0.13		1.36	1.36	0.68	0.92	0.89	0.88	0.89	0.23		0.00	0.00
2 DI SWANGI DRY	NOV II	0.00	1.07	1.24	0.69	0.81	0.77	0.78	0.65	0.00		1.34	1.30	0.73	0.92	0.88	0.86	0.85	0.23		0.24	0.47	0.52	0.00	0.00
	DESI	0.00	0.00	1.24	1.30	0.61	0.80	0.78	0.70	0.65	0.20		1.30	1.38	0.72	0.90	0.86	0.90	0.84	0.23		0.25	0.48	0.00	0.00
	DES II	0.00	0.00	0.00	1.30	1.21	0.60	0.81	0.70	0.70	0.79	0.16		1.38	1.37	0.71	0.88	0.90	0.89	0.84	0.23		0.25	0.00	0.00
	JANI	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21	1.20	0.62	0.73	0.70	0.83	0.84	0.18		1.37	1.36	0.68	0.92	0.89	0.88	0.89	0.23		0.00	0.00
3 DI SISTEM RERE DRY	NOV II	0.00	1.27	1.23	0.66	0.78	0.70	0.78	0.75	0.04		1.35	1.33	0.73	0.92	0.88	0.86	0.85	0.23		0.24	0.47	0.44	0.03	0.00
	DESI	0.00	0.00	1.23	1.27	0.58	0.73	0.78	0.80	0.69	0.22		1.33	1.37	0.72	0.90	0.86	0.90	0.84	0.23		0.25	0.39	0.04	0.00
	DES II	0.00	0.00	0.00	1.27	1.18	0.53	0.81	0.80	0.74	0.81	0.17		1.37	1.37	0.71	0.88	0.90	0.89	0.84	0.23		0.17	0.00	0.00
	JANI	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	1.14	0.62	0.82	0.74	0.85	0.84	0.21		1.37	1.36	0.68	0.92	0.89	0.88	0.89	0.23		0.00	0.00

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.18 $Q_{D_{max}}$ untuk DI Kajian Keandalan 80% dan ALT 2 Tiap Golongan.

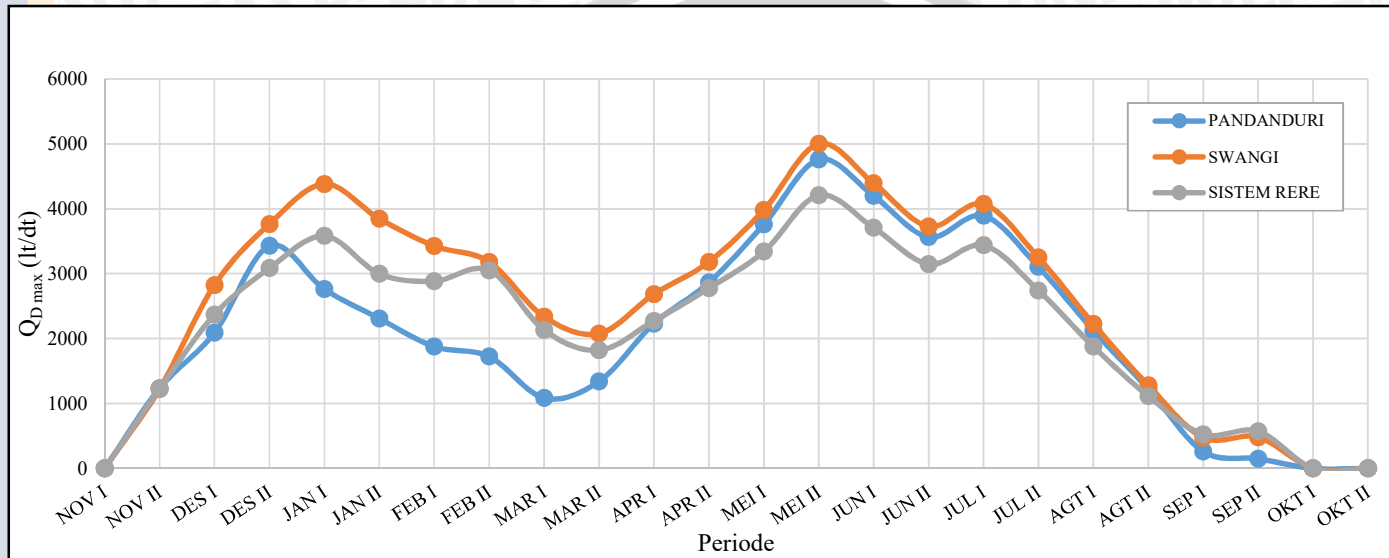
DI	AMT	NOVI	NOVII	DESI	DESII	JANI	JANII	FEBI	FEBII	MARI	MARII	APRI	APRII	MEI	MEII	JUNI	JUNII	JULI	JULII	AGTI	AGTII	SEPI	SEPII	OKTI	OKTII
PANDANDURI	NOV II	0	1233	1046	699	528	497	507	384	0	0	1356	1362	785	997	961	933	931	253	0	265	518	446	0	0
	DES I	0	0	1046	1365	313	527	507	437	327	2	0	1362	1487	783	985	933	979	919	253	0	270	397	0	0
	DES II	0	0	0	1365	960	313	539	437	379	646	67	0	1487	1489	770	955	979	966	913	253	0	147	0	0
	JAN I	0	0	0	0	960	972	324	464	379	691	808	142	0	1489	1483	741	1004	966	960	971	253	0	0	0
SWANGI	NOV II	0	1224	1412	791	925	878	896	747	0	0	1535	1485	837	1049	1005	976	973	264	0	277	541	596	0	0
	DES I	0	0	1412	1487	701	909	896	802	742	228	0	1485	1572	824	1030	976	1024	961	264	0	282	545	0	0
	DES II	0	0	0	1487	1378	685	929	802	797	901	187	0	1572	1564	805	999	1024	1011	955	264	0	284	0	0
	JAN I	0	0	0	0	1378	1374	705	830	797	949	962	209	0	1564	1552	775	1050	1011	1004	1016	264	0	0	0
SISTEM RERE	NOV II	0	1223	1184	637	752	679	754	722	37	0	1298	1284	700	882	849	824	822	223	0	234	457	423	28	0
	DES I	0	0	1184	1224	562	705	754	769	668	214	0	1284	1320	692	869	824	865	811	223	0	238	380	41	0
	DES II	0	0	0	1224	1134	516	782	769	714	783	160	0	1320	1316	680	844	865	853	806	223	0	159	0	0
	JAN I	0	0	0	0	1134	1098	593	792	714	823	814	207	0	1316	1310	654	886	853	848	858	223	0	0	0

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.19 $Q_{D_{max}}$ untuk untuk DI Kajian Keandalan 80% dan ALT 2.

DI	AMT	NOVI	NOVII	DESI	DESII	JANI	JANII	FEBI	FEBII	MARI	MARII	APRI	APRII	MEI	MEII	JUNI	JUNII	JULI	JULII	AGTI	AGTII	SEPI	SEPII	OKTI	OKTII
PANDANDURI	NOV II	0	1233	2091	3428	2761	2309	1877	1723	1085	1340	2231	2865	3758	4758	4199	3562	3893	3104	2125	1489	1040	991	0	0
SWANGI	NOV II	0	1224	2824	3765	4382	3846	3426	3181	2336	2078	2684	3180	3981	5000	4392	3727	4072	3247	2223	1558	1088	1425	0	0
SISTEM RERE	NOV II	0	1223	2367	3085	3581	2997	2884	3052	2133	1820	2272	2775	3340	4207	3708	3146	3438	2741	1877	1315	918	962	69	0

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.12 $Q_{D \max}$ untuk DI kajian keandalan 80% dan ALT 2
 Sumber: Hasil perhitungan

4.5 Kehilangan Air di Waduk

4.5.1 Evapotranspirasi Potensial Metode *Penman* Modifikasi

Penguapan yang terjadi di waduk dihitung dengan pendekatan menggunakan metode *Penman* modifikasi untuk mengetahui nilai evapotranspirasi potensial. Untuk data evaporasi (E_o) menggunakan data dari stasiun klimatologi Keruak dan Kopang yang telah dihitung pada sub bab sebelumnya. Berikut adalah contoh perhitungan E_{To}^* untuk periode Nopember I di waduk Pandanduri:

- a) Jumlah hari periode (n) = 15 hari,
- b) Data temperatur (T) = 27,41 °C,
- c) Nilai angot (R_a) = 16 mm/h (tabel 2.8),
- d) Kelembaban relatif (RH) = 85%,
- e) Nilai W atau faktor pembobot = 0,77

Tabel 4.20 Hubungan Suhu Udara (T) Dengan Faktor Pembobot (W) Hasil Interpolasi

T	W	T	W	T	W	T	W
26.30	0.76	26.82	0.76	26.71	0.76	27.14	0.77
26.38	0.76	26.83	0.76	26.76	0.76	27.28	0.77
26.44	0.76	26.96	0.77	26.78	0.76	27.33	0.77
26.50	0.76	27.01	0.77	26.79	0.76	27.41	0.77
26.52	0.76	27.08	0.77	26.80	0.76	27.48	0.77
26.67	0.76	27.14	0.77	26.81	0.76	27.63	0.77

Sumber: Hasil perhitungan

- f) Kecepatan angin (u) = 1,83 m/dt,
- g) Kecerahan matahari (n/N) = 58%,
- h) Tekanan uap jenuh (e_s) = 36,56 mbar,

Tabel 4.21 Hubungan Suhu Udara (T) Dengan Tekanan Uap Jenuh (e_s) Hasil Interpolasi

T	e_s	T	e_s	T	e_s	T	e_s
26.30	34.24	26.82	35.32	26.71	35.09	27.14	36.00
26.38	34.40	26.83	35.33	26.76	35.19	27.28	36.28
26.44	34.51	26.96	35.61	26.78	35.24	27.33	36.40
26.50	34.65	27.01	35.72	26.79	35.26	27.41	36.56
26.52	34.69	27.08	35.87	26.80	35.28	27.48	36.70
26.67	35.00	27.14	35.99	26.81	35.30	27.63	37.02

Sumber: Hasil perhitungan

- i) Tekanan uap nyata (e_a) = $e_s \times RH = 31,25$ mbar
- j) Nilai $f(u) = 0,27 \times \left(1 + \frac{u}{100}\right) = 0,27$ m/dt
- k) Radiasi gelombang pendek (R_s) =

$$Ra \times \left(0,25 + 0,5 \times \frac{n}{N}\right) = 16 \times \left(0,25 + 0,5 \times 58\% = 8,66 \text{ mm/hr}\right)$$

l) Nilai $Rns = 1 - 0,25 \times 8,66 = 6,50 \text{ mm/hari}$

m) Nilai $f(T) = 16,18$

Tabel 4.22 Hubungan Suhu Udara (T) Dengan Fungsi Suhu Udara $f(T)$ Hasil Interpolasi

T	f(T)	T	f(T)	T	f(T)	T	f(T)
26.30	15.96	26.71	16.04	26.82	16.06	27.14	16.13
26.38	15.98	26.76	16.05	26.83	16.07	27.28	16.16
26.44	15.99	26.78	16.06	26.96	16.09	27.33	16.17
26.50	16.00	26.79	16.06	27.01	16.10	27.41	16.18
26.52	16.00	26.80	16.06	27.08	16.12	27.48	16.20
26.67	16.03	26.81	16.06	27.14	16.13	27.63	16.23

Sumber: Hasil perhitungan

n) Nilai $f(ea) = 0,34 - 0,44 \times \sqrt{31,25} = 0,09 \text{ mbar}$

o) Nilai $f(n/N) = 0,1 + 0,9 \times \frac{n}{N} = 0,62$

p) Radiasi gelombang panjang (Rnl) =

$$f(T) \times f(ea) \times f\left(\frac{n}{N}\right) = 16,18 \times 0,09 \times 0,62 = 0,95 \text{ mm/hari}$$

q) Nilai $Rn = Rns - Rnl = 5,55 \text{ mm/hari}$

r) Angka koreksi (c) = 1,10 (tabel 2.5)

s) Evapotranspirasi potensial (ET_o^*)

$$= c \times (W \times Rn) + 1 - W \times f(u) \times (es - ea)$$

$$= 1,10 \times (0,77 \times 5,55) + 1 - 0,77 \times 0,27 \times (36,56 - 31,25) = 5,06 \text{ mm/hari}$$



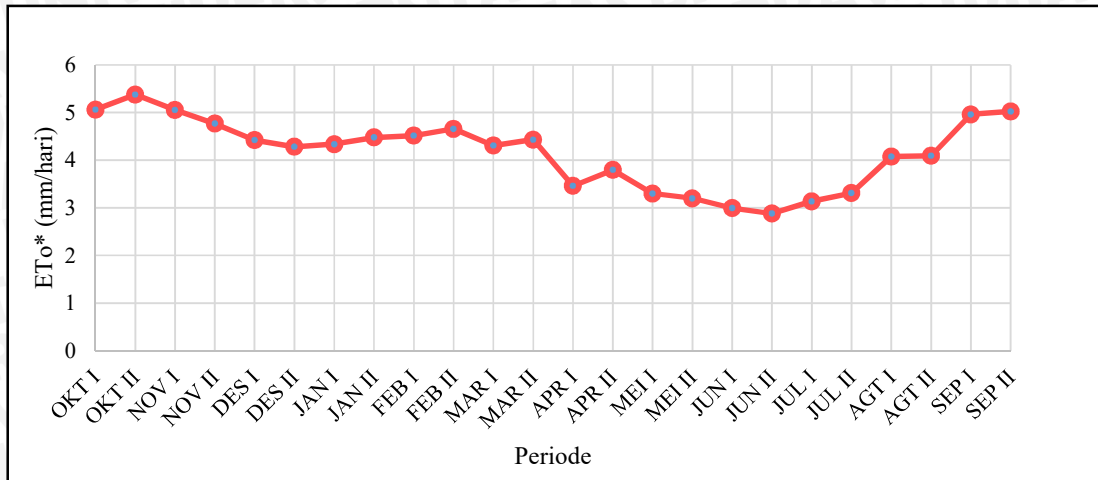
Tabel 4.23 Evapotranspirasi Potensial (ET_o*) Metode *Penman* Modifikasi

NO.	PARAMETER	SIMBOL	SATUAN	OKT I	OKT II	NOV I	NOV II	DES I	DES II	JAN I	JAN II	FEB I	FEB II	MAR I	MAR II	APR I	APR II	MEI I	MEI II	JUN I	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEP I	SEP II
1	Jumlah hari	n		15	16	15	15	15	16	15	16	14	14	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15
2	Temperatur	T	°C	27.28	27.63	27.41	27.33	26.67	26.82	26.80	26.83	26.50	26.38	26.30	26.81	26.78	27.08	27.48	27.14	26.71	26.44	26.52	26.76	26.96	26.79	27.01	27.14
3	Nilai angot	Ra	mm/hr	15.80	15.80	16.00	16.00	16.00	16.00	16.10	16.10	16.10	16.10	15.50	15.50	14.40	14.40	13.10	13.10	12.40	12.40	12.70	12.70	13.70	13.70	14.90	14.90
4	Kelembaban relatif	RH	%	99%	87%	85%	85%	84%	89%	87%	87%	88%	87%	88%	89%	94%	86%	86%	87%	87%	86%	86%	88%	86%	87%	86%	85%
5	W	W		0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.77	0.77
6	Kec. Angin	u	m/dt	1.54	1.63	1.83	1.76	1.75	2.28	2.75	2.55	2.37	1.83	2.08	1.81	1.03	0.73	0.99	1.20	1.02	1.16	1.00	1.45	1.48	1.45	1.06	1.02
7	Kecerahan matahari	n/N	%	65%	68%	58%	51%	42%	40%	42%	45%	47%	50%	47%	49%	56%	64%	58%	55%	55%	50%	58%	66%	67%	68%	67%	69%
8	Tekanan uap jenuh	es	mbar	36.28	37.02	36.56	36.40	35.00	35.32	35.28	35.33	34.65	34.40	34.24	35.30	35.24	35.87	36.70	36.00	35.09	34.51	34.69	35.19	35.61	35.26	35.72	35.99
9	Tekanan uap nyata	ea	mbar	35.92	32.15	31.25	30.98	29.38	31.37	30.85	30.87	30.36	29.88	30.18	31.42	33.23	30.72	31.39	31.46	30.46	29.73	29.99	30.87	30.69	30.67	30.63	30.67
10	Nilai f(u)	f(u)	m/dt	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
11	Radiasi gelombang pendek	Rs	mm/hr	9.09	9.36	8.66	8.07	7.40	7.24	7.40	7.67	7.79	8.08	7.48	7.70	7.61	8.18	7.06	6.89	6.53	6.23	6.87	7.34	8.01	8.09	8.75	8.85
12	Nilai Rns	Rns		6.82	7.02	6.50	6.05	5.55	5.43	5.55	5.75	5.84	6.06	5.61	5.78	5.71	6.14	5.29	5.17	4.90	4.67	5.15	5.51	6.01	6.06	6.56	6.64
13	Nilai f(T)	f(T)		16.16	16.23	16.18	16.17	16.03	16.06	16.06	16.07	16.00	15.98	15.96	16.06	16.06	16.12	16.20	16.13	16.04	15.99	16.00	16.05	16.09	16.06	16.10	16.13
14	Nilai f(ea)	f(ea)	mbar	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
15	Nilai f(n/N)	f(n/N)		0.69	0.72	0.62	0.56	0.48	0.46	0.48	0.51	0.52	0.55	0.52	0.54	0.60	0.67	0.62	0.60	0.60	0.55	0.62	0.69	0.70	0.71	0.71	0.72
16	Radiasi gelombang panjang	Rnl	mm/hr	0.84	1.05	0.95	0.86	0.78	0.70	0.73	0.78	0.81	0.88	0.81	0.82	0.83	1.04	0.94	0.90	0.93	0.89	0.99	1.06	1.09	1.10	1.10	1.12
17	Nilai Rn	Rn	mm/hr	5.97	5.97	5.55	5.19	4.76	4.73	4.82	4.97	5.03	5.18	4.80	4.96	4.87	5.09	4.36	4.27	3.97	3.79	4.16	4.45	4.92	4.96	5.46	5.52
18	Angka koreksi	C		1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.10	1.10
19	Evapotranspirasi potensial	ET _o *	mm/hr	5.06	5.38	5.06	4.77	4.42	4.28	4.34	4.48	4.52	4.66	4.31	4.43	3.46	3.80	3.30	3.20	2.99	2.88	3.14	3.31	4.08	4.09	4.96	5.02
			mm/periode	75.92	86.03	75.83	71.55	66.31	68.51	65.03	71.66	63.22	65.23	64.64	70.92	51.93	56.95	49.51	51.19	44.92	43.19	47.03	52.94	61.18	65.49	74.40	75.35

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan:

- | | | |
|--------------------|---------------------------------------|---|
| 1. Hari periode | 9. $RH \times es$ | 17. Jika $Rns - Rnl \leq 0$, 0 , $Rns - Rnl$ |
| 2. Data stasiun CR | 10. $0.27 \times 1 + u/100$ | 18. Tabel 2.3 |
| 3. Tabel 2.5 | 11. $Ra \times 0.25 + 0.5 \times n/N$ | 19. $c \times [W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times ea - ed]$ |
| 4. Data stasiun CR | 12. $1 - 0.25 \times Rs$ | |
| 5. Tabel 2.4 | 13. Tabel 2.4 | |
| 6. Data stasiun CR | 14. $0.34 - 0.044 \times \sqrt{ea}$ | |
| 7. Data stasiun CR | 15. $0.1 + 0.9 \times n/N$ | |
| 8. Tabel 2.6 | 16. $f(T) \times f(ea) \times f(n/N)$ | |



Gambar 4.13 Evapotranspirasi potensial di waduk metode *Penman* modifikasi
 Sumber: Hasil perhitungan

4.5.2 Kapasitas Filtrasi

Memperkirakan aliran filtrasi melalui tubuh bendungan menggunakan pendekatan secara grafis dengan garis depresi dan jaringan trayektori aliran (flownet) dengan menggunakan elevasi muka air banjir (FWL) dan dikontrol dengan 1% dari rata – rata *inflow* waduk. Berikut adalah contoh perhitungan kapasitas filtrasi di waduk:

Diketahui:

- a) Nilai koefisien filtrasi (K) = $5,39 \cdot 10^{-9}$ m/dt dan $kI = 1,04 \cdot 10^{-7}$ (BWS NT – I, 2015),
 - b) Elevasi muka air banjir (FWL) = +282,750 m,
 - c) Elevasi dasar galian (inti) = +240,250 m,
 - d) Elevasi dasar sungai = +242,000 m,
 - e) Tinggi tekanan air total (h) = +282,750 - +240,250 = 42,500 m,
 - f) Lebar inti dasar (B) = 21,300 m,
 - g) Panjang profil bendungan (L) = 950 m,
 - h) $\alpha = 81^\circ$,
 - i) 1% rata – rata $I = 0,030$ m³/dt.
- a) Garis depresi

- a) Zona kedap air,

$$l_2 = 14,60 \text{ m (dari gambar 4.)}$$

$$l_1 = 21,30 - 14,60 = 6,700 \text{ m}$$

$$d' = 0,3l_1 + l_2$$

$$= 0,3 \cdot 6,700 + 14,600 = 16,610 \text{ m}$$

$$y_0 = \sqrt{(h^2 + d'^2)} - d'$$

$$= \sqrt{(42,500^2 + 16,610^2)} - 16,610 = 29,020 \text{ m}$$

Untuk mendapatkan dasar garis depresi awal berbentuk parabola maka persamaan sebagai berikut:

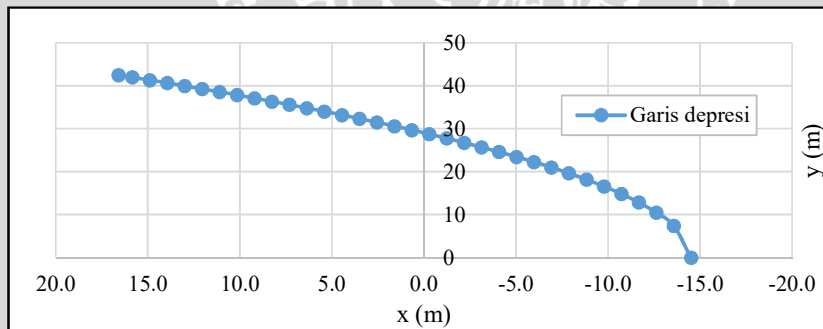
$$y = \sqrt{(2y_0x + y_0^2)} = \sqrt{(58,041x + 842,189)}$$

dan diperoleh koordinat seperti berikut:

Tabel 4.24 Koordinat Garis Depresi Awal

x (m)	y (m)	x (m)	y (m)	x (m)	y (m)
-14.51	0	-2.17	26.76	10.17	37.85
-13.56	7.42	-1.22	27.77	11.12	38.57
-12.61	10.50	-0.27	28.75	12.07	39.27
-11.66	12.86	0.68	29.69	13.01	39.97
-10.71	14.84	1.63	30.60	13.96	40.65
-9.76	16.60	2.57	31.49	14.91	41.33
-8.82	18.18	3.52	32.35	15.86	41.99
-7.87	19.64	4.47	33.19	16.61	42.50
-6.92	20.99	5.42	34.01		
-5.97	22.27	6.37	34.81		
-5.02	23.47	7.32	35.60		
-4.07	24.62	8.27	36.36		
-3.12	25.71	9.22	37.11		

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.14 Formasi garis depresi awal

Sumber: Hasil perhitungan

Dengan nilai $\alpha = 81^\circ$ maka nilai $C = \frac{\Delta a}{a + \Delta a} = 0,285$ (hasil interpolasi pada gambar

2.12) sehingga nilai Δa dan a adalah

$$a + \Delta a = \frac{y_0}{1 - \cos \alpha} = 34,400$$

$$\Delta a = C \times a + \Delta a = 9,800 \text{ m}$$

$$a = \frac{\Delta a}{c} - \Delta a = 24,600 \text{ m}$$

Garis depresi yang didapatkan adalah garis depresi awal yang memerlukan penyesuaian sisi horizontal sebesar $k = \sqrt{k_v/k_h}$. Sesuai dengan Sosrodarsono, S. (1989:156), $k_v/k_h = 1/5$ sehingga:

$$k = \sqrt{k_v/k_h} = \sqrt{1/5} = 0,447$$

$$d = k \times d' = 0,447 \times 16,61 = 7,28 \text{ m}$$

$$y_0 = \sqrt{(h^2 + d^2)} - d$$

$$= \sqrt{(42,500^2 + 7,428^2)} - 7,430 = 29,02 \text{ m}$$

Untuk mendapatkan garis depresi penyesuaian berbentuk parabola maka persamaan sebagai berikut:

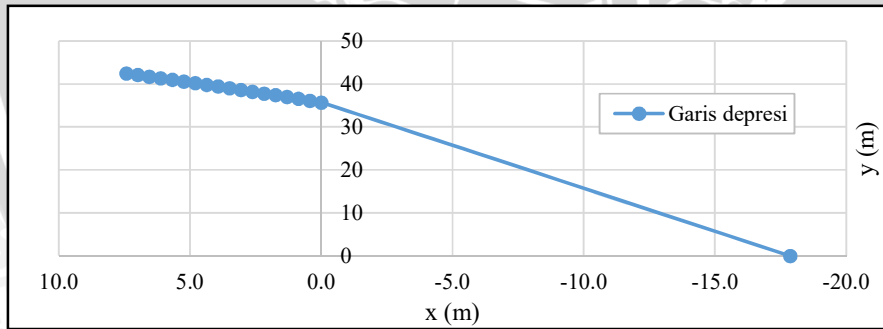
$$y = \sqrt{(2y_0x + y_0^2)} = \sqrt{(71,432x + 1257,637)}$$

dan diperoleh koordinat seperti berikut:

Tabel 4.25 Koordinat Garis Depresi Penyesuaian

x (m)	y (m)	x (m)	y (m)
-17.86	0	3.50	39.06
0	35.72	3.93	39.45
0.44	36.15	4.37	39.85
0.87	36.58	4.81	40.24
1.31	37.00	5.24	40.62
1.75	37.42	5.68	41.00
2.18	37.84	6.12	41.38
2.62	38.25	6.55	41.76
3.06	38.65	6.99	42.13
		7.43	42.50

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.15 Formasi garis depresi penyesuaian

Sumber: Hasil perhitungan

Dengan nilai $\alpha = 81^\circ$ maka nilai $C = \frac{\Delta a}{a + \Delta a} = 0,285$ (hasil interpolasi pada gambar

2.12) sehingga nilai Δa dan a adalah

$$a + \Delta a = \frac{y_0}{1 - \cos} = 0,530 \text{ m}$$

$$\Delta a = C \times a + \Delta a = 0,150 \text{ m}$$

$$a = \frac{\Delta a}{C} - \Delta a = 0,38 \text{ m}$$

b) Zona sembarangan,

Dengan anggapan bahwa $k1 = \text{konstan}$ maka $k2 = 20.k1$ dan debit filtrasi konstan maka $Q = k1 y_0 L = k2 h_2 L$.

$$k2 = 20k1 = 2,1.10^{-6}$$

$$h_2 = \frac{k1}{k2} \times y_0 = 1,450 \text{ m}$$

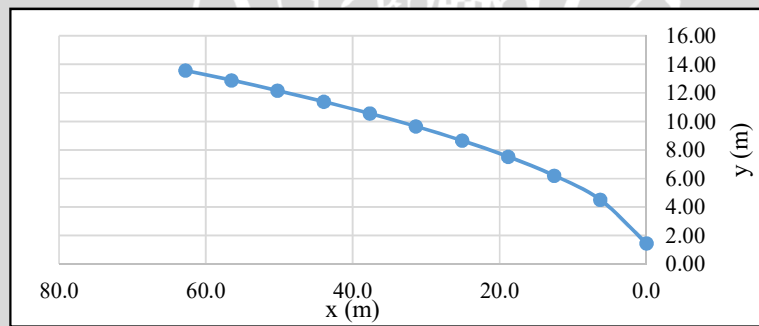
Persamaan untuk mendapatkan koordinat parabola untuk zona sembarangan adalah

$$y = \sqrt{(2h_2x + h_2^2)} = \sqrt{(2,902x + 2,105)}$$

Tabel 4.26 Koordinat Garis Depresi Zona Sembarangan

x (m)	y (m)
0.00	1.45
6.28	4.51
12.56	6.21
18.84	7.54
25.12	8.66
31.4	9.66
37.68	10.56
43.96	11.39
50.24	12.16
56.52	12.89
62.8	13.58

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.16 Formasi garis depresi zona sembarangan

Sumber: Hasil perhitungan

b) Kapasitas filtrasi (Q_f)

Menghitung kapasitas filtrasi sesuai dengan jumlah garis equi-potensial (N_p) = 9 dan garis filtrasi (N_f) = 10.

$$Q_f = K \times h \times L \times \frac{N_f}{N_p}$$

$$= 5,39.10^{-9} \times 42,5 \times 950 \times \frac{10}{9} = 2,42.10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$$

dikontrol dengan 1% dari rata – rata *inflow* waduk maka:

$$Q_f < 1\% \text{ rata – rata I} = 2,42.10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt} < 0,030 \text{ m}^3/\text{dt}$$

4.6 Simulasi Pola Operasi Waduk

Dari serangkaian proses optimasi, sesuai tabel 3.13 dan 3.14, hasil optimal dicapai dengan skenario keempat dan kombinasi ketujuh (AMT 2 – ALT 2). Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai tahapan perhitungan dalam simulasi dengan skenario keempat (sesuai tabel 3.14) dan kombinasi ketujuh (sesuai tabel 3.13) pada periode Nopember II dan keandalan 80% (dry).

- Masukkan data (input) adalah sebagai berikut:

- 1) $Q_{D\max}$ menggunakan AMT 2 dan ALT 2 (tabel 4.19),
- 2) $V_{loss} = ETo^* + Q_f$
dengan nilai ETo^* sesuai dengan tabel 4.21 dan $Q_f = 2,42.10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$,
- 3) Q_{awlr} sesuai dengan tabel 4.1,
- 4) $Q_{sup} = 460 \text{ lt}/\text{dt}$,
- 5) Q_A sesuai dengan tabel 4.12,
- 6) Q_M sesuai dengan tabel berikut ini:

Tabel 4.27 Debit pemeliharaan aliran sungai (Q_M) keandalan 95%

Periode	Q95%	Periode	Q95%
OKT I	0.11	APR I	1.60
OKT II	0.48	APR II	0.67
NOV I	0.30	MEI I	0.49
NOV II	0.44	MEI II	0.61
DES I	0.60	JUN I	0.44
DES II	0.71	JUN II	0.63
JAN I	2.29	JUL I	0.44
JAN II	2.69	JUL II	0.44
FEB I	2.50	AGT I	0.29
FEB II	2.34	AGT II	0.44
MAR I	2.28	SEP I	0.08
MAR II	2.24	SEP II	0.16

Sumber: Hasil perhitungan

- 7) Nilai $K_{\min} = 22\%$,
- 8) $V_{\text{eff}} = 29691627 \text{ m}^3$,
- 9) Volume awal periode ($V_{\text{beg}} = V_{\text{eff}}$
- 10) Awal mulai operasi (AMO): Nopember II,
- 11) Kondisi keandalan: 80% atau *dry*,
- 12) Jumlah hari dalam satu periode (n),
- 13) Kurva tampungan aktual,

14) Debit kebutuhan bersih untuk DI Pandanduri ($Q_{D \text{ net } 1}$) merupakan sama dengan $Q_{D \text{ max } 1}$ karena DI Pandanduri merupakan prioritas utama,

$$Q_{D \text{ net } 1} = Q_{D \text{ max } 1} = 1233 \text{ lt/dt}$$

15) Menghitung debit kebutuhan bersih untuk DI Swangi ($Q_{D \text{ net } 2}$),

$$Q_{D \text{ net } 2} = Q_{D \text{ max } 2} - Q_{A 2} = 1224 - 110 = 1114 \text{ lt/dt}$$

16) Menghitung debit kebutuhan bersih untuk DI Sistem Rere ($Q_{D \text{ net } 3}$),

$$Q_{D \text{ net } 3} = Q_{D \text{ max } 3} - Q_{A 3} = 1223 - 621 = 602 \text{ lt/dt}$$

17) Menghitung debit kebutuhan bersih untuk seluruh DI ($Q_{D \text{ net}}$),

$$Q_{D \text{ net}} = Q_{D \text{ net } 1} + Q_{D \text{ net } 2} + Q_{D \text{ net } 3} = 2950 \text{ lt/dt}$$

18) *Inflow* (I),

$$\begin{aligned} I &= \frac{(Q_{awlr} + Q_{sup}) \times n \times 86400}{1.000} \\ &= \frac{(1209 + 460) \times 15 \times 86400}{1000} \\ &= 2162773 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

19) Volume kebutuhan bersih ($V_{D \text{ net}}$),

$$\begin{aligned} V_{D \text{ net}} &= \frac{Q_{D \text{ net}} \times n \times 86400}{1.000} \\ &= \frac{2950 \times 15 \times 86400}{1.000} \\ &= 3823099 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

20) Volume awal periode ($V_{\text{beg}} = V_{\text{eff}}$),

21) Elevasi muka air (EL) disesuaikan dengan $V_{\text{beg}} = +281,500 \text{ m}$

22) Luas (A) genangan disesuaikan dengan $V_{\text{beg}} = 3.288.361 \text{ m}^2$

23) $V_{\text{loss}} = ETo^* + Qf$

$$\begin{aligned} &= \frac{4,77}{1.000} \times A \times n + 2,42 \cdot 10^{-4} \times n \times 86400 \\ &= 235594 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- *Running* simulasi dengan contoh tahapan pada periode Nopember II:

1) Setelah diiterasi maka nilai $K_{\text{opt}} = 40\%$

2) $V_R = V_{D \text{ net}} \times K_{\text{opt}} = 3823099 \times 40\% = 1529240 \text{ m}^3$

3) $Q_R = V_R \times 1000/86400 \times n$
 $= 1529240 \times \frac{1000}{86400} \times 15 = 1180 \text{ lt/dt}$

4) $V_{\text{cal}} = I + V_{\text{beg}} - V_R - V_{\text{loss}} - V_M$
 $= 2162773 + 29691627 - 1529240 - 235594 - 567001$

$$= 29522566 \text{ m}^3$$

- 5) Jika $V_{cal} > V_{eff}$ maka $V_{end} = V_{eff}$ dan jika $V_{cal} < 0$ maka $V_{end} = 0$

$$V_{end} = 29522566 \text{ m}^3 < V_{eff}$$

- 6) Jika $V_{cal} > V_{eff}$ maka $V_{spill} = V_{cal} - V_{eff}$

$$V_{spill} = 0$$

- 7) Jika $V_{end} \leq 0$ maka status volume = 0 atau kosong, dan sebaliknya

$$V_{end} > 0 \text{ maka status volume} = 1$$

- 8) $dV = 1 - \frac{V_{end\ 24}}{V_{eff}} = 1 - \frac{9800000}{29691627} = 67\%$

- 9) Jika $V_R = 0$ maka $Q_R = 0$, jika tidak maka $Q_{D\ net\ 1}/Q_{D\ net} \times Q_R$

$$Q_{R1} = Q_{D\ net\ 1}/Q_{D\ net} \times Q_R$$

$$= \frac{1223}{2950} \times 1180 = 493 \text{ lt/dt}$$

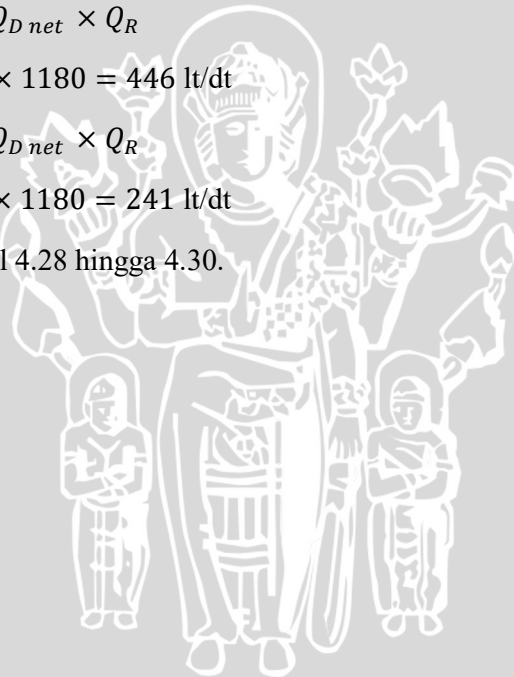
$$Q_{R2} = Q_{D\ net\ 2}/Q_{D\ net} \times Q_R$$

$$= \frac{1114}{2950} \times 1180 = 446 \text{ lt/dt}$$

$$Q_{R3} = Q_{D\ net\ 3}/Q_{D\ net} \times Q_R$$

$$= \frac{602}{2950} \times 1180 = 241 \text{ lt/dt}$$

Selanjutnya disajikan pada tabel 4.28 hingga 4.30.



Tabel 4.28 Pola Operasi Waduk Keandalan 80% AMT 2 ALT 2 Dengan Hasil dV = 67%

NO.	PERIODE	HARI	V _M	Q _{sup}	Q _{A 1}	Q _{D 1}	Q _{D net 1}	Q _{A 2}	Q _{D 2}	Q _{D net 2}	Q _{A 3}	Q _{D 3}	Q _{D net 3}
			m ³	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt
1	NOV II	15	567001	460	1209	1233	1233	110	1224	1114	621	1223	602
2	DES I	15	779822	460	926	2091	2091	100	2824	2724	654	2367	1713
3	DES II	16	983668	460	1235	3428	3428	86	3765	3679	590	3085	2496
4	JAN I	15	2968701	460	3121	2761	2761	93	4382	4289	765	3581	2816
5	JAN II	16	3723679	460	3182	2309	2309	85	3846	3761	784	2997	2213
6	FEB I	14	3024000	460	3558	1877	1877	95	3426	3331	829	2884	2054
7	FEB II	14	2833953	460	2775	1723	1723	93	3181	3088	712	3052	2340
8	MAR I	15	2951570	460	2994	1085	1085	86	2336	2250	724	2133	1409
9	MAR II	16	3100308	460	4754	1340	1340	69	2078	2009	536	1820	1285
10	APR I	15	2067141	460	2507	2231	2231	66	2684	2618	543	2272	1729
11	APR II	15	865666	460	945	2865	2865	60	3180	3120	516	2775	2259
12	MEI I	15	632798	460	762	3758	3758	54	3981	3927	490	3340	2850
13	MEI II	16	841517	460	856	4758	4758	45	5000	4955	436	4207	3771
14	JUN I	15	567000	460	459	4199	4199	44	4392	4349	442	3708	3266
15	JUN II	15	821491	460	921	3562	3562	39	3727	3688	420	3146	2726
16	JUL I	15	564404	460	444	3893	3893	35	4072	4037	399	3438	3039
17	JUL II	16	613632	460	580	3104	3104	30	3247	3218	355	2741	2386
18	AGT I	15	371113	460	369	2125	2125	29	2223	2195	360	1877	1517
19	AGT II	16	604800	460	477	1224	1224	24	1280	1256	321	1113	793
20	SEP I	15	107885	460	187	262	262	23	475	452	325	525	200
21	SEP II	15	203467	460	299	149	149	21	481	460	309	571	263
22	OKT I	15	141051	460	199	0	0	19	0	0	293	0	0
23	OKT II	16	657761	460	756	0	0	16	0	0	261	0	0
24	NOV I	15	388800	460	447	0	0	15	0	0	265	0	0

Sumber: Hasil perhitungan

(lanjutan tabel 4.28)

Q _{D net}	I	V _{D net}	K	V _{beg}	EL	A	V _{loss}	V _R	Q _R	V _{cal}	V _{end}	V _{spill}	STATUS
lt/dt	m ³	m ³		m ³	m	m ²	m ³	m ³	lt/dt	m ³	m ³	m ³	VOL
2950	2162773	3823099	40%	29691627	281.50	3288361	235594	1529240	1180	29522566	29522566	0	1
6528	1795727	8460278	22%	29522566	281.50	3288361	218377	1861261	1436	28458833	28458833	0	1
9603	2343223	13274640	22%	28458833	281.50	3288361	225624	2920421	2113	26672344	26672344	0	1
9867	4641088	12786990	22%	26672344	280.98	3211759	209179	2813138	2171	25322413	25322413	0	1
8283	5034085	11450711	22%	25322413	280.55	3144386	225665	2519156	1822	23887998	23887998	0	1
7263	4860469	8784849	22%	23887998	280.09	3072312	194534	1932667	1598	23597266	23597266	0	1
7151	3912583	8649783	22%	23597266	280.00	3058210	199777	1902952	1573	22573167	22573167	0	1
4745	4476885	6149449	22%	22573167	279.66	2988927	193509	1352879	1044	22552095	22552095	0	1
4633	7208025	6404621	22%	22552095	279.65	2986889	212155	1409017	1019	25038639	25038639	0	1
6578	3845161	8525423	22%	25038639	280.46	3130284	162879	1875593	1447	24778187	24778187	0	1
8245	1820318	10684976	22%	24778187	280.38	3117750	177860	2350695	1814	23204285	23204285	0	1
10536	1584191	13654185	22%	23204285	279.87	3031720	150423	3003921	2318	21001335	21001335	0	1
13484	1819647	18640585	22%	21001335	279.12	2878889	147697	4100929	2967	17730839	17730839	0	1
11814	1191113	15310310	22%	17730839	277.92	2571617	115840	3368268	2599	14870844	14870844	0	1
9976	1790009	12928989	22%	14870844	276.73	2250365	97512	2844378	2195	12897473	12897473	0	1
10969	1170948	14215207	22%	12897473	275.82	2067985	97568	3127346	2413	10279103	10279103	0	1
8708	1438373	12037718	22%	10279103	274.47	1830769	97254	2648298	1916	8358293	8358293	0	1
5837	1074403	7564551	22%	8358293	273.37	1652882	101433	1664201	1284	7295949	7295949	0	1
3273	1295453	4524403	22%	7295949	272.71	1516675	99658	995369	720	6891576	6891576	0	1
915	839063	1185775	22%	6891576	272.43	1444724	107796	260870	201	7254087	7254087	0	1
872	983031	1129465	22%	7254087	272.68	1508966	114018	248482	192	7671150	7671150	0	1
0	854052	0		7671150	272.95	1578348	120136	0	0	8264015	8264015	0	1
0	1681118	0		8264015	273.32	1644546	141819	0	0	9145553	9145553	0	1
0	1174842	0		9145553	273.84	1731239	131596	0	0	9800000	9800000	0	1

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan (kolom):

- | | | | |
|----|--------------------------------------|----|---|
| 1 | Nomor urut | 15 | Debit kebutuhan netto total = $(8)+(11)+(14)$ |
| 2 | Periode | 16 | Volume masukkan air waduk = $(6).86400.(3)/1000$ |
| 3 | Jumlah hari periode | 17 | Volume kebutuhan total netto = $(15).86400.(3)/1000$ |
| 4 | Volume air untuk pemeliharaan sungai | 18 | Nilai faktor K optimasi |
| 5 | Debit suplesi B. Tempasan | 19 | Volume awal mulai operasi |
| 6 | Debit AWLR Suradadi | 20 | Elevasi muka air waduk |
| 7 | Debit kebutuhan DI Pandanduri | 21 | Luas genangan |
| 8 | Debit kebutuhan netto = (7) | 22 | Volume kehilangan air di waduk |
| 9 | Debit tersedia CA Swangi | 23 | Volume lepasan waduk = $(17).(18)$ |
| 10 | Debit kebutuhan DI Swangi | 24 | Debit lepasan waduk = $(22).1000/86400.(3)$ |
| 11 | Debit kebutuhan netto = $(10)-(9)$ | 25 | Volume kalkulasi = $(16)+(19)-(23)-(22)-(4)$ |
| 12 | Debit tersedia CA Sistem Rere | 26 | Volume akhir periode waduk = (25) |
| 13 | Debit kebutuhan DI Sistem Rere | 27 | Volume limpahan air waduk = $(25)-V_{eff}$ |
| 14 | Debit kebutuhan netto = $(13)-(12)$ | 28 | Status dari Volume kalkulasi jika $(25) \geq$ atau \leq atau < 0 (1 atau 0) |

Tabel 4.29 Pola Operasi Waduk Keandalan 50% AMT 2 ALT 2 Dengan Hasil dV = 17%

NO.	PERIODE	HARI	V _M	Q _{sup}	QA 1	QD 1	QD net 1	QA 2	QD 2	QD net 2	QA 3	QD 3	QD net 3
			m ³	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt
1	NOV II	15	567001	460	2335	1233	1233	103	1224	1122	1007	1223	216
2	DES I	15	779822	460	2719	2091	2091	101	2824	2723	1059	2367	1308
3	DES II	16	983668	460	4330	3428	3428	92	3765	3673	1080	3085	2005
4	JAN I	15	2968701	460	4737	2761	2761	115	4382	4267	1370	3581	2212
5	JAN II	16	3723679	460	5483	2309	2309	99	3846	3747	1276	2997	1721
6	FEB I	14	3024000	460	4798	1877	1877	113	3426	3313	1388	2884	1496
7	FEB II	14	2833953	460	4726	1723	1723	112	3181	3069	1361	3052	1691
8	MAR I	15	2951570	460	4869	1085	1085	106	2336	2230	1322	2133	811
9	MAR II	16	3100308	460	5855	1340	1340	94	2078	1983	1084	1820	737
10	APR I	15	2067141	460	4527	2231	2231	98	2684	2586	1110	2272	1162
11	APR II	15	865666	460	3274	2865	2865	87	3180	3093	963	2775	1812
12	MEI I	15	632798	460	1497	3758	3758	77	3981	3904	899	3340	2441
13	MEI II	16	841517	460	1999	4758	4758	69	5000	4932	801	4207	3406
14	JUN I	15	567000	460	1079	4199	4199	69	4392	4323	811	3708	2897
15	JUN II	15	821491	460	1414	3562	3562	66	3727	3661	771	3146	2375
16	JUL I	15	564404	460	665	3893	3893	63	4072	4010	732	3438	2705
17	JUL II	16	613632	460	1008	3104	3104	56	3247	3192	652	2741	2089
18	AGT I	15	371113	460	478	2125	2125	57	2223	2167	661	1877	1216
19	AGT II	16	604800	460	929	1224	1224	50	1280	1230	589	1113	525
20	SEP I	15	107885	460	457	262	262	51	475	424	596	525	0
21	SEP II	15	203467	460	1044	149	149	49	481	432	567	571	5
22	OKT I	15	141051	460	516	0	0	47	0	0	538	0	0
23	OKT II	16	657761	460	1116	0	0	84	0	0	514	0	0
24	NOV I	15	388800	460	933	0	0	98	0	0	712	0	0

Sumber: Hasil perhitungan

(lanjutan tabel 4.29)

Q _{D net}	I	V _{D net}	K	V _{beg}	EL	A	V _{loss}	V _R	Q _R	V _{cal}	V _{end}	V _{spill}	STATUS
lt/dt	m ³	m ³		m ³	m	m ²	m ³	m ³	lt/dt	m ³	m ³	m ³	VOL
2572	3622643	3332665	100%	29691627	281.50	3288361	235594	3332665	2572	29179010	29179010	0	1
6123	4120072	7935386	100%	29179010	281.50	3288361	218377	7935386	6123	24365498	24365498	0	1
9106	6622293	12588749	100%	24365498	280.24	3095814	212433	12588749	9106	17202942	17202942	0	1
9240	6734879	11974542	60%	17202942	277.72	2513707	163784	7184725	5544	13620610	13620610	0	1
7778	8215118	10752133	22%	13620610	276.16	2134536	153298	2365469	1711	15593283	15593283	0	1
6685	6360651	8086735	22%	15593283	277.05	2319709	146952	1779082	1471	17003901	17003901	0	1
6483	6273473	7841986	22%	17003901	277.64	2490543	162748	1725237	1426	18555435	18555435	0	1
4126	6906312	5347320	22%	18555435	278.24	2657098	172061	1176410	908	21161705	21161705	0	1
4060	8730480	5612037	22%	21161705	279.18	2891116	205363	1234648	893	25351866	25351866	0	1
5979	6462956	7748686	22%	25351866	280.56	3145952	163693	1704711	1315	27879277	27879277	0	1
7770	4839121	10070072	22%	27879277	281.35	3266321	186320	2215416	1709	29450997	29450997	0	1
10103	2535677	13093748	22%	29450997	281.50	3288361	163130	2880625	2223	28310122	28310122	0	1
13097	3398847	18104690	22%	28310122	281.48	3285422	168506	3983032	2881	26715914	26715914	0	1
11418	1994597	14798076	22%	26715914	280.99	3213326	144667	3255577	2512	24743267	24743267	0	1
9598	2428226	12439548	22%	24743267	280.37	3116183	134909	2736700	2112	23478393	23478393	0	1
10608	1457463	13747700	22%	23478393	279.96	3050059	143753	3024494	2334	21203204	21203204	0	1
8385	2028760	11591303	22%	21203204	279.19	2893153	153495	2550087	1845	19914750	19914750	0	1
5508	1215643	7138402	22%	19914750	278.74	2786926	170810	1570448	1212	19018022	19018022	0	1
2979	1920290	4117711	22%	19018022	278.41	2701240	177233	905896	655	19250383	19250383	0	1
687	1188161	889917	22%	19250383	278.50	2724609	203015	195782	151	19931862	19931862	0	1
586	1949013	759346	23%	19931862	278.74	2786926	210315	174649	135	21292443	21292443	0	1
0	1264362	0		21292443	279.22	2899267	220415	0	0	22195338	22195338	0	1
0	2178202	0		22195338	279.53	2962437	255201	0	0	23460578	23460578	0	1
0	1804856	0		23460578	279.95	3048022	231449	0	0	24645185	24645185	0	1

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan (kolom):

- | | | | |
|----|--------------------------------------|----|---|
| 1 | Nomor urut | 15 | Debit kebutuhan netto total = $(8)+(11)+(14)$ |
| 2 | Periode | 16 | Volume masukkan air waduk = $(6).86400.(3)/1000$ |
| 3 | Jumlah hari periode | 17 | Volume kebutuhan total netto = $(15).86400.(3)/1000$ |
| 4 | Volume air untuk pemeliharaan sungai | 18 | Nilai faktor K optimasi |
| 5 | Debit suplesi B. Tempasan | 19 | Volume awal mulai operasi |
| 6 | Debit AWLR Suradadi | 20 | Elevasi muka air waduk |
| 7 | Debit kebutuhan DI Pandanduri | 21 | Luas genangan |
| 8 | Debit kebutuhan netto = (7) | 22 | Volume kehilangan air di waduk |
| 9 | Debit tersedia CA Swangi | 23 | Volume lepasan waduk = $(17).(18)$ |
| 10 | Debit kebutuhan DI Swangi | 24 | Debit lepasan waduk = $(22).1000/86400.(3)$ |
| 11 | Debit kebutuhan netto = $(10)-(9)$ | 25 | Volume kalkulasi = $(16)+(19)-(23)-(22)-(4)$ |
| 12 | Debit tersedia CA Sistem Rere | 26 | Volume akhir periode waduk = (25) |
| 13 | Debit kebutuhan DI Sistem Rere | 27 | Volume limpahan air waduk = $(25)-V_{eff}$ |
| 14 | Debit kebutuhan netto = $(13)-(12)$ | 28 | Status dari Volume kalkulasi jika $(25) \geq$ atau \leq atau < 0 (1 atau 0) |

Tabel 4.30 Pola Operasi Waduk Keandalan 20% AMT 2 ALT 2 Dengan Hasil dV = 0%

NO.	PERIODE	HARI	V _M	Q _{sup}	Q _{A 1}	Q _{D 1}	Q _{D net 1}	Q _{A 2}	Q _{D 2}	Q _{D net 2}	Q _{A 3}	Q _{D 3}	Q _{D net 3}
			m ³	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt	lt/dt
1	NOV II	15	567001	460	4244	2466	2466	158	1224	1066	1413	2446	1034
2	DES I	15	779822	460	6289	2461	2461	149	2824	2676	1478	2954	1476
3	DES II	16	983668	460	8410	4342	4342	134	3765	3631	1433	3912	2478
4	JAN I	15	2968701	460	9338	2297	2297	156	4382	4225	1895	3171	1276
5	JAN II	16	3723679	460	8700	1834	1834	155	3846	3692	1796	2578	782
6	FEB I	14	3024000	460	6592	1996	1996	167	3426	3260	1978	2989	1011
7	FEB II	14	2833953	460	8175	1259	1259	167	3181	3014	1938	2348	410
8	MAR I	15	2951570	460	10470	706	706	149	2336	2187	1914	1419	0
9	MAR II	16	3100308	460	10967	1869	1869	142	2078	1936	1856	2288	432
10	APR I	15	2067141	460	8948	2779	2779	154	2684	2530	1891	2755	864
11	APR II	15	865666	460	5397	3365	3365	136	3180	3044	1645	3217	1572
12	MEI I	15	632798	460	3592	4758	4758	116	3981	3865	1423	4230	2807
13	MEI II	16	841517	460	4788	4242	4242	103	5000	4898	1256	3751	2495
14	JUN I	15	567000	460	2008	3676	3676	104	4392	4288	1273	3247	1974
15	JUN II	15	821491	460	2465	3711	3711	99	3727	3628	1209	3277	2068
16	JUL I	15	564404	460	1221	3142	3142	94	4072	3978	1149	2775	1626
17	JUL II	16	613632	460	1743	2138	2138	84	3247	3164	1023	1888	865
18	AGT I	15	371113	460	927	1165	1165	85	2223	2138	1037	1044	7
19	AGT II	16	604800	460	1671	356	356	76	1280	1205	923	504	0
20	SEP I	15	107885	460	1224	68	68	77	475	399	936	606	0
21	SEP II	15	203467	460	1893	231	231	73	481	408	889	850	0
22	OKT I	15	141051	460	1154	0	0	110	0	0	890	0	0
23	OKT II	16	657761	460	1876	0	0	150	0	0	1162	0	0
24	NOV I	15	388800	460	2617	1334	1334	164	0	0	1326	1320	0

Sumber: Hasil perhitungan

(lanjutan tabel 4.30)

QD net	I	V _{D net}	K	V _{beg}	EL	A	V _{loss}	V _R	Q _R	V _{cal}	V _{end}	V _{spill}	STATUS
lt/dt	m ³	m ³		m ³	m	m ²	m ³	m ³	lt/dt	m ³	m ³	m ³	VOL
4566	6096739	5917398	100%	29691627	281.50	3288361	235594	5917398	4566	29068373	29068373	0	1
6612	8746505	8569399	100%	29068373	281.50	3288361	218377	8569399	6612	28247279	28247279	0	1
10451	12262488	14447052	100%	28247279	281.46	3282484	225221	14447052	10451	24853826	24853826	0	1
7798	12698317	10106696	100%	24853826	280.40	3120883	203269	10106696	7798	24273477	24273477	0	1
6308	12662784	8719890	100%	24273477	280.22	3092680	221960	8719890	6308	24270732	24270732	0	1
6267	8530449	7580099	100%	24270732	280.21	3091114	195722	7580099	6267	22001360	22001360	0	1
4682	10444566	5663947	100%	22001360	279.46	2948172	192599	5663947	4682	23755427	23755427	0	1
2893	14165390	3749233	100%	23755427	280.05	3066045	198494	3749233	2893	31021520	29691627	1329893	1
4237	15797015	5856752	100%	29691627	281.50	3288361	233534	5856752	4237	36298048	29691627	6606421	1
6173	12192216	8000788	100%	29691627	281.50	3288361	171089	8000788	6173	31644826	29691627	1953198	1
7981	7590340	10343968	63%	29691627	281.50	3288361	187575	6516700	5028	29712027	29691627	20399	1
11430	5251926	14813098	41%	29691627	281.50	3288361	163130	6073370	4686	28074256	28074256	0	1
11635	7255048	16083937	41%	28074256	281.41	3275137	167980	6594414	4770	27725392	27725392	0	1
9939	3198900	12880392	41%	27725392	281.30	3258974	146718	5280961	4075	24929614	24929614	0	1
9406	3790238	12190381	41%	24929614	280.43	3125584	135315	4998056	3857	22764990	22764990	0	1
8746	2178694	11334532	41%	22764990	279.72	3001154	141453	4647158	3586	19590668	19590668	0	1
6166	3045725	8524402	41%	19590668	278.62	2755767	146222	3495005	2528	18381533	18381533	0	1
3311	1798193	4290918	42%	18381533	278.17	2638923	161756	1802186	1391	17844672	17844672	0	1
1561	2945223	2158259	42%	17844672	277.97	2586095	169692	906469	656	19108934	19108934	0	1
467	2182901	604996	41%	19108934	278.44	2709029	201856	248048	191	20734045	20734045	0	1
639	3049596	828708	41%	20734045	279.03	2860549	215863	339770	262	23024541	23024541	0	1
0	2091716	0		23024541	279.81	3019493	229542	0	0	24745663	24745663	0	1
0	3229445	0		24745663	280.37	3116183	268428	0	0	27048919	27048919	0	1
1334	3988363	1729180	41%	27048919	281.09	3228117	245106	708964	547	29694412	29691627	2785	1

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan (kolom):

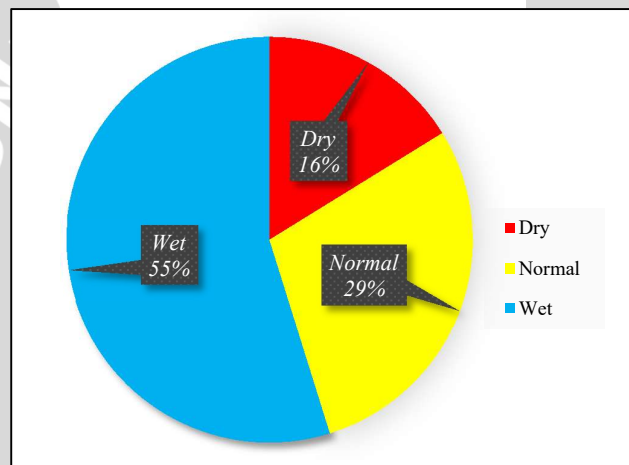
- | | | | |
|----|--------------------------------------|----|---|
| 1 | Nomor urut | 15 | Debit kebutuhan netto total = $(8)+(11)+(14)$ |
| 2 | Periode | 16 | Volume masukkan air waduk = $(6).86400.(3)/1000$ |
| 3 | Jumlah hari periode | 17 | Volume kebutuhan total netto = $(15).86400.(3)/1000$ |
| 4 | Volume air untuk pemeliharaan sungai | 18 | Nilai faktor K optimasi |
| 5 | Debit suplesi B. Tempasan | 19 | Volume awal mulai operasi |
| 6 | Debit AWLR Suradadi | 20 | Elevasi muka air waduk |
| 7 | Debit kebutuhan DI Pandanduri | 21 | Luas genangan |
| 8 | Debit kebutuhan netto = (7) | 22 | Volume kehilangan air di waduk |
| 9 | Debit tersedia CA Swangi | 23 | Volume lepasan waduk = $(17).(18)$ |
| 10 | Debit kebutuhan DI Swangi | 24 | Debit lepasan waduk = $(22).1000/86400.(3)$ |
| 11 | Debit kebutuhan netto = $(10)-(9)$ | 25 | Volume kalkulasi = $(16)+(19)-(23)-(22)-(4)$ |
| 12 | Debit tersedia CA Sistem Rere | 26 | Volume akhir periode waduk = (25) |
| 13 | Debit kebutuhan DI Sistem Rere | 27 | Volume limpahan air waduk = $(25)-V_{eff}$ |
| 14 | Debit kebutuhan netto = $(13)-(12)$ | 28 | Status dari Volume kalkulasi jika $(25) \geq$ atau \leq atau < 0 (1 atau 0) |

4.7 Poin – Poin Hasil Pembahasan

Dari pembahasan pada bagian sebelumnya, terdapat beberapa poin yang dapat diambil sebagai hasil pembahasan. Poin – poin hasil pembahasan ini berkorelasi dengan rumusan masalah pada kajian ini dan akan menjadi sumber yang relevan untuk bagian kesimpulan dan saran.

1) Ketersediaan air andalan

- *Inflow* (I) waduk dengan Q_{awlr} memiliki nilai minimum pada periode September I sebesar $0,19 \text{ m}^3/\text{dt}$ (keandalan 80%) dan nilai maksimum pada periode Maret II sebesar $10,97 \text{ m}^3/\text{dt}$ (keandalan 20%). Dan apabila dikonversikan menjadi volume maka volume I/tahun untuk keandalan 80% = $44,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, keandalan 50% = $79,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ dan keandalan 20% = $150,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

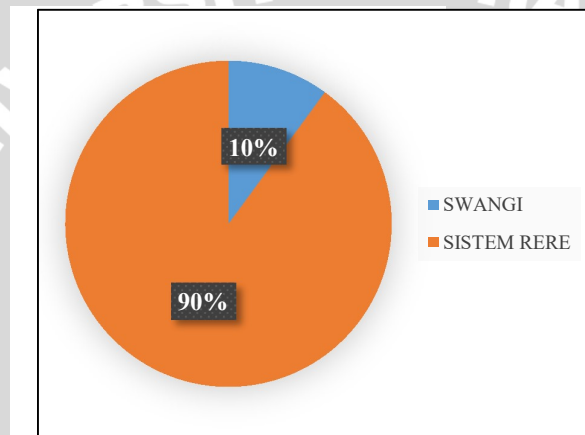


Gambar 4.17 Prosentase volume *inflow* dari AWLR Suradadi tiap keandalan
Sumber: Hasil perhitungan

- Pengaruh nilai *inflow* terhadap pola operasi waduk sangatlah besar karena sesuai dengan persamaan *mass – balance*, tampungan waduk hanya memiliki satu variabel masukan sedangkan memiliki lebih dari satu variabel, seperti V_R , V_{loss} dan V_M . Sehingga nilai Q_R pada kondisi keandalan *dry* < kondisi keandalan *normal* < kondisi keandalan *wet*.
- ##### 2) Evapotranspirasi standar (ET_o)
- Karena kurangnya stasiun klimatologi (CR) di WS Lombok maka untuk mendapatkan nilai evapotranspirasi di CA kajian digunakan 2 (dua) stasiun yang berdekatan dengan CA kajian yaitu Keruak dan Kopang. Sehingga nilai ET_o yang dihitung dengan metode panci kelas A memiliki nilai yang sama antar CA dan nilai rata – rata ET_o untuk satu tahun adalah 4,19 mm/hari.

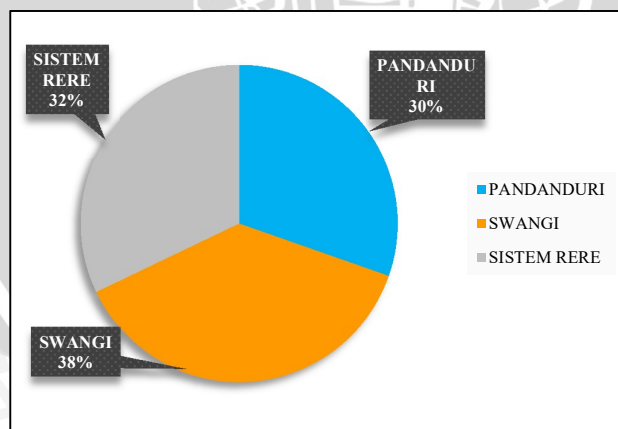
3) Debit tersedia model *F.J Mock* (Q_A)

- Dari grafik Q_A tiap keandalan (gambar 4.9 – gambar 4.11) dengan model *F.J Mock* maka terdapat nilai Q_A CA Swangi < Q_A CA sistem Rere penembem. Selisih ini dikarenakan luasan CA yang berbeda, yaitu luas CA Swangi = 3,1 km² dan luas CA sistem Rere Penembem = 43,2 km². Luas CA sistem Rere Penembem memiliki nilai besar karena merupakan gabungan dari 6 (enam) CA.
- Dari gambar 4.8 dapat terlihat bahwa *trend* nilai debit model tiap keandalan menyerupai dengan *trend* nilai hujan keandalan. Sehingga dapat dikatakan bahwa parameter – parameter yang telah dikalibrasi dari BWS NT – I dapat menjadi acuan untuk menggunakan model *F.J Mock*.



Gambar 4.18 Prosentase Q_A (lt/dt)
Sumber: Hasil perhitungan

4) Kebutuhan air irigasi ($Q_{D \max}$)

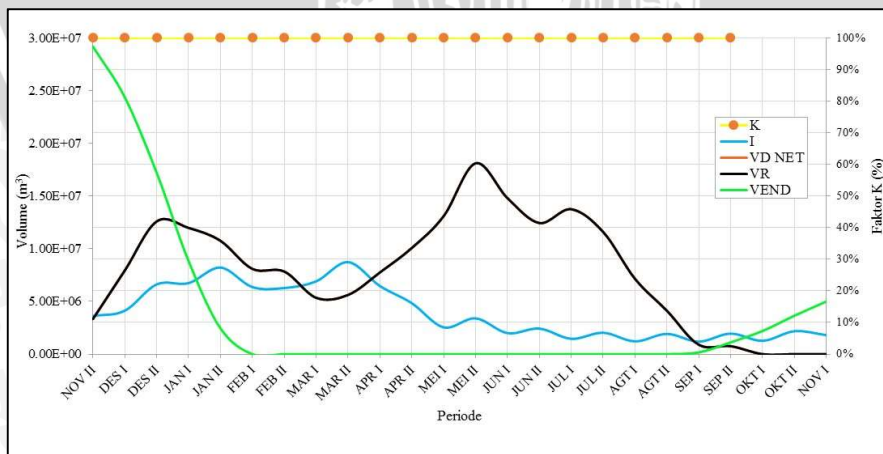


Gambar 4.19 Prosentase $Q_{D \max}$ (lt/dt) AMT 2 dan ALT 2
Sumber: Hasil perhitungan

- Dari tabel 4.19 dan gambar 4.12 maka dapat terlihat bahwa terdapat 2 (dua) puncak $Q_{D \max}$ pada periode Januari I (4382 lt/dt) dan Mei II (5000 lt/dt) di DI Swangi

dikarenakan DI Swangi memiliki AI (3151 ha) > AI Pandanduri (3012 ha) > AI sistem Rere Penembem (2660 ha) dan AMT yang sama yaitu AMT 2 dan penyebab selanjutnya adalah R80 DI Swangi < R80 DI Pandanduri < R80 DI sistem Rere Penembem sehingga prosentase $Q_{D \max}$ adalah DI Swangi 38%, DI sistem Rere Penembem 32% dan DI Pandanduri 30% untuk AMT 2 dan ALT 2.

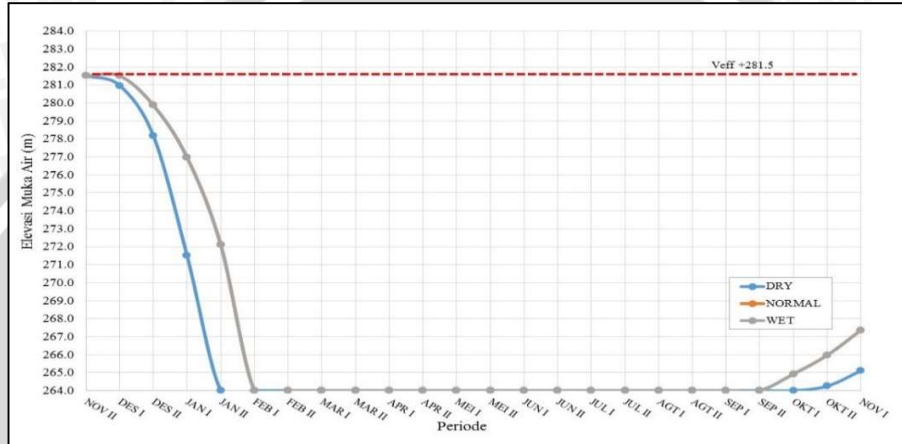
- 5) Kehilangan air di waduk (V_{loss})
 - Nilai ET_o^* dengan metode *Penman* modifikasi, terdapat nilai maksimum pada periode Oktober II = 5,38 mm/hari dan minimum pada periode Juni II = 2,88 mm/hari.
 - Mendapatkan hasil nilai Q_f dengan *flownet* yang sesuai dan terkontrol oleh 1% dari debit rata – rata *inflow* waduk (Q_{awlr}).
- 6) CI termaksimum dan dV terminimum (67%) untuk keandalan 80% adalah dengan skenario nomor 4 (empat), yaitu dengan tambahan $Q_{\text{sup}} = 460$ lt/dt dari B. Tempasan dan dengan ALT 2 (padi – padi – pal) serta AMT 2 (Nop II – Nop II – Nop II). Nilai CI terdapat pada Lampiran.
- 7) Simulasi dengan $K = 100\%$
 - Nilai CI tiap MT sangat dipengaruhi oleh nilai I dan $V_{D \text{net}}$. Hal ini dikarenakan pada aturan lepasan berdasarkan kebutuhan ($K=100\%$) sehingga nilai CI dapat menjadi sangat rendah walaupun dengan penambahan suplesi dari bendung Tempasan dan tanpa pengaturan selisih dV . Pada tabel – tabel pola distribusi air dalam jaringan irigasi terdapat kekosongan nilai faktor K karena status volume per periode = 0 (nol) atau volume kosong atau $V_{D \text{net}} = 0$ (nol).



Gambar 4.20 Hubungan volume – volume dengan faktor K (%) simulasi $K=100\%$ pada kondisi 80% dengan ALT 2 dan AMT 2

Sumber: Hasil perhitungan

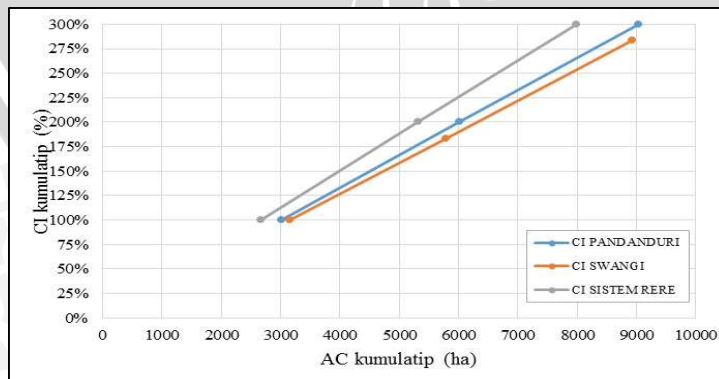
- Dengan menggunakan simulasi $K=100\%$ maka V_{end} mengalami penurunan yang drastis begitu juga dengan tinggi muka air di waduk sehingga simulasi ini sangat memiliki resiko tinggi untuk di terapkan di lapangan. Apabila dilihat dari gambar 4.20 maka V_{end} mengalami kekosongan pada periode Oktober I – Nopember I dan apabila ini terjadi maka tampungan waduk akan mengalami kesulitan untuk operasi tahun berikutnya sehingga diperlukan aturan selisih tampungan atau dV_x dan optimasi faktor K .



Gambar 4.21 Elevasi muka air waduk simulasi $K = 100\%$ pada kondisi 80% dengan ALT 2 dan AMT 2

Sumber: Hasil perhitungan

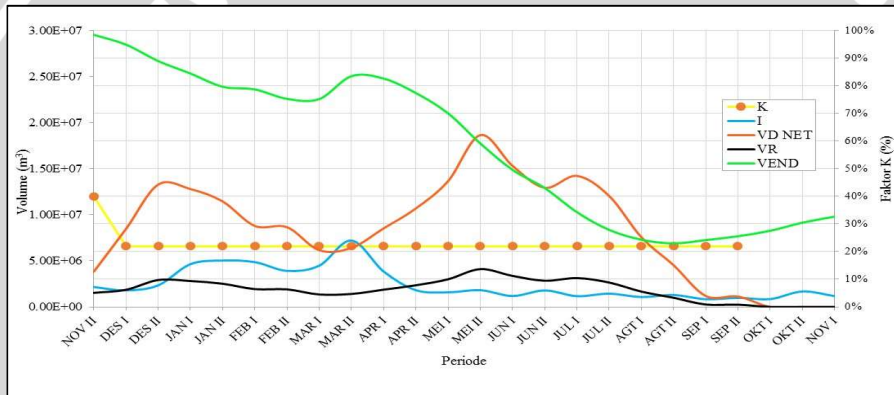
- Dengan menggunakan simulasi $K=100\%$ maka terdapat kekosongan tampungan.
- 8) Simulasi dengan optimasi K
- Dari tabel – tabel nilai hasil CI skenario nomor 3 (tiga) dan 4 (empat) maka CI maksimum untuk keandalan 80% adalah dengan skenario nomor 4 (empat) ALT 2 AMT 2. Hal ini mengartikan bahwa waduk Pandanduri sangat tergantung dari tambahan air dari *east diversion* sebesar 460 lt/dt tiap periodenya untuk meningkatkan CI di tiap – tiap daerah layanan.



Gambar 4.22 Hubungan CI dan AC kumulatif ALT 2 AMT 2 keandalan 80%

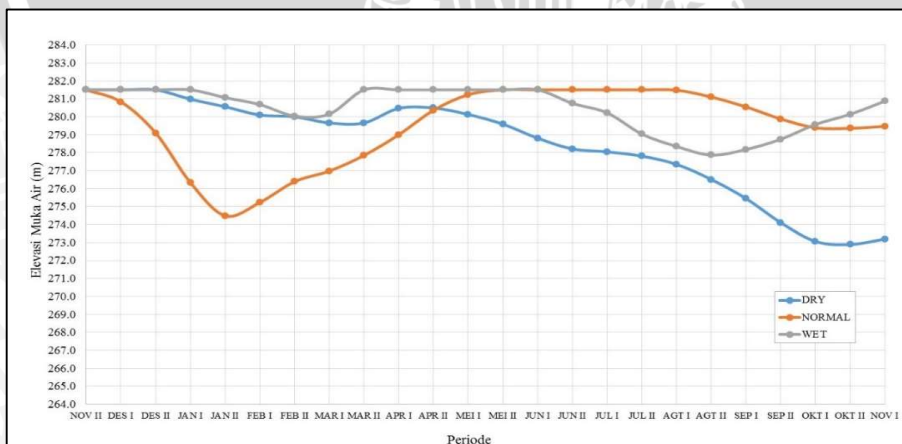
Sumber: Hasil perhitungan

- Dengan menggunakan optimasi K maka V_{end} menurun sesuai dengan K_{opt} sehingga di periode Nopember I (periode ke - 24) volume waduk kembali sebesar selisih dVx dan ini berdampak positif pada operasi waduk tahun berikutnya. Nilai faktor K_{opt} dari periode Nopember II (40%) ke Desember I (22%) mengalami penurunan yang cukup besar karena perbandingan I dan $V_{D net}$ sangat signifikan.
- Nilai faktor K_{opt} dari periode Desember I hingga September II memiliki nilai yang sama (22%) karena waduk harus memenuhi variabel keputusan dengan fungsi – fungsi kendala yang ada, seperti $dV \geq dVx$. Dan juga terdapat kekosongan nilai faktor K_{opt} pada periode Oktober I – Nopember I karena $V_{D net} = 0$ (nol)
- Dengan optimasi faktor K maka tidak terdapat kekosongan tampungan dan dapat meminimalisir air yang terbuang atau melimpah kecuali $V_{D net} \gg \gg I$ seperti ALT 1 (padi – padi –padi) pada AMT tertentu.



Gambar 4.23 Hubungan volume – volume dengan faktor K (%) simulasi optimasi K pada kondisi 80% dengan ALT 2 dan AMT 2 sesuai tabel 4.28

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.24 Elevasi muka air waduk simulasi optimasi K pada kondisi 80% dengan ALT 2 dan AMT 2 sesuai tabel 4.28

Sumber: Hasil perhitungan

- Dengan optimasi K dan dengan hasil CI termaksimum adalah dengan ALT 2 AMT 2 maka prosentase pemenuhan kebutuhan dari volume lepasan (V_R) / volume kebutuhan *netto* ($V_{D_{net}} = 65,2\%$ dan $V_{spill} = 47,2\%$ dari V_{eff} .
- 9) Pola distribusi air dalam jaringan DI dengan simulasi K = 100% dan optimasi K
- Dengan simulasi K = 100% maka kekosongan faktor K disebabkan oleh 2 (dua) hal yaitu karena status $V_{end} = 0$ (nol) atau $V_{D_{net}} = 0$ (nol). Apabila status $V_{end} = 0$ (nol) maka tidak ada air yang teririgasi untuk DI dan apabila $V_{D_{net}} = 0$ (nol) maka DI tidak membutuhkan irigasi sehingga waduk tidak melepaskan air atau $Q_R = 0$ (nol).
 - Dengan simulasi K = 100% kekosongan nilai faktor K lebih banyak disebabkan oleh $V_{end} = 0$ (nol) sebesar 75% atau 18/24 periode untuk kondisi keandalan 80%.
 - Dengan simulasi optimasi K maka kekosongan faktor K disebabkan oleh $V_{D_{net}} = 0$ (nol). Apabila $V_{D_{net}} = 0$ (nol) maka DI tidak membutuhkan irigasi sehingga waduk tidak melepaskan air atau $Q_R = 0$ (nol).
 - Dengan simulasi optimasi K kekosongan nilai faktor K tidak terjadi di tiap kondisi keandalan karena terdapat variabel keputusan yang mewajibkan optimasi harus memenuhi variabel keputusan tersebut.
- 10) Aturan operasi waduk yang terbaik adalah dengan skenario keempat dan kombinasi ketujuh (AMT 2 – ALT 2), dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.31 Aturan Operasi Waduk Optimal

No.	Periode	Hari	80% (Dry)		50% (Normal)		20% (Wet)	
			K	V_R (m ³)	K	V_R (m ³)	K	V_R (m ³)
1	NOV II	15	40%	1529240	100%	3332665	100%	2979643
2	DES I	15	22%	1861261	100%	7935386	100%	7330333
3	DES II	16	22%	2920421	100%	12588749	100%	12042051
4	JAN I	15	22%	2813138	60%	7184725	100%	11240325
5	JAN II	16	22%	2519156	22%	2365469	100%	9955702
6	FEB I	14	22%	1932667	22%	1779082	100%	7308919
7	FEB II	14	22%	1902952	22%	1725237	100%	7076515
8	MAR I	15	22%	1352879	22%	1176410	100%	4524467
9	MAR II	16	22%	1409017	22%	1234648	100%	4527969
10	APR I	15	22%	1875593	22%	1704711	100%	6664642
11	APR II	15	22%	2350695	22%	2215416	74%	6751273
12	MEI I	15	22%	3003921	22%	2880625	38%	4698563
13	MEI II	16	22%	4100929	22%	3983032	38%	6622606
14	JUN I	15	22%	3368268	22%	3255577	38%	5378952
15	JUN II	15	22%	2844378	22%	2736700	38%	4494927
16	JUL I	15	22%	3127346	22%	3024494	38%	5003630
17	JUL II	16	22%	2648298	22%	2550087	38%	4195223
18	AGT I	15	22%	1664201	22%	1570448	38%	2513595

(lanjutan tabel 4.31)

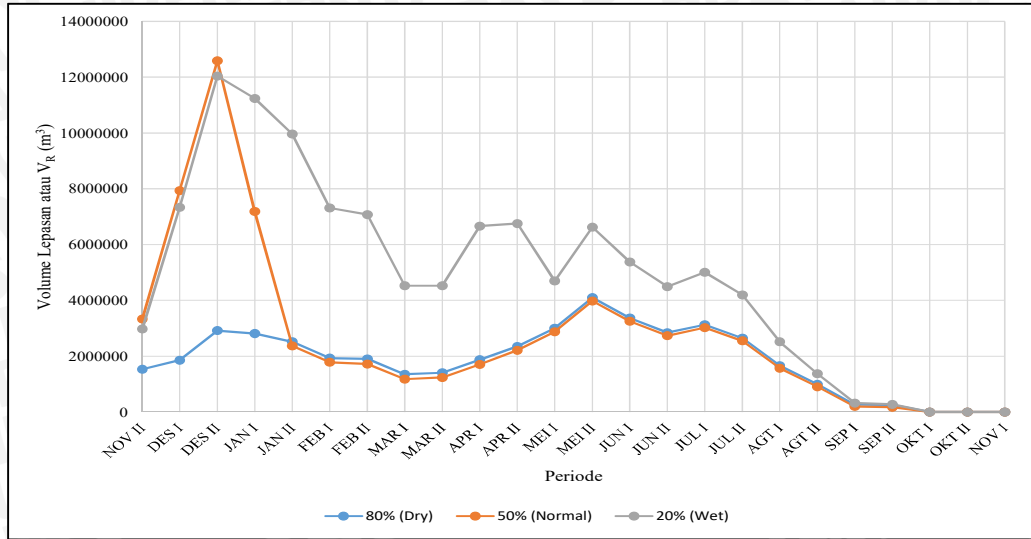
19	AGT II	16	22%	995369	22%	905896	38%	1375682
20	SEP I	15	22%	260870	22%	195782	38%	325598
21	SEP II	15	22%	248482	23%	174649	38%	274249
22	OKT I	15		0		0		0
23	OKT II	16		0		0		0
24	NOV I	15		0		0		0

Sumber: Hasil Perhitungan

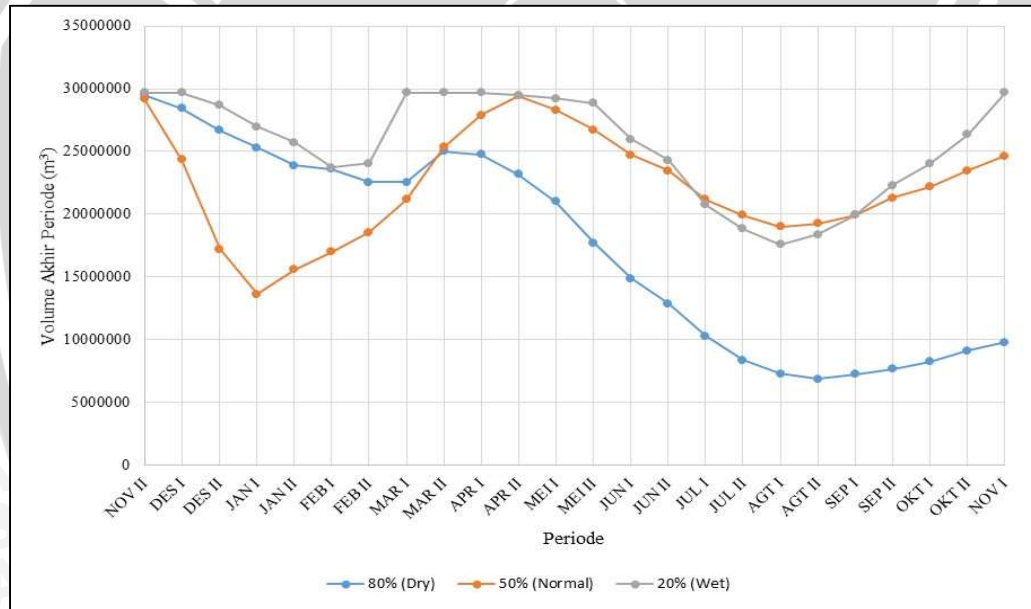
Tabel 4.32. Volume Akhir Periode (V_{End}) Untuk Tiap Keandalan Berdasarkan Pedoman Operasi Optimal

No.	Periode	Hari	80% (Dry)		50% (Normal)		20% (Wet)	
			K	V_{End} (m ³)	K	V_{End} (m ³)	K	V_{End} (m ³)
1	NOV II	15	40%	29522566	100%	29179010	100%	29691627
2	DES I	15	22%	28458833	100%	24365498	100%	29691627
3	DES II	16	22%	26672344	100%	17202942	100%	28702772
4	JAN I	15	22%	25322413	60%	13620610	100%	26977903
5	JAN II	16	22%	23887998	22%	15593283	100%	25729851
6	FEB I	14	22%	23597266	22%	17003901	100%	23727003
7	FEB II	14	22%	22573167	22%	18555435	100%	24060916
8	MAR I	15	22%	22552095	22%	21161705	100%	29691627
9	MAR II	16	22%	25038639	22%	25351866	100%	29691627
10	APR I	15	22%	24778187	22%	27879277	100%	29691627
11	APR II	15	22%	23204285	22%	29450997	74%	29477453
12	MEI I	15	22%	21001335	22%	28310122	38%	29234889
13	MEI II	16	22%	17730839	22%	26715914	38%	28857157
14	JUN I	15	22%	14870844	22%	24743267	38%	25962067
15	JUN II	15	22%	12897473	22%	23478393	38%	24298407
16	JUL I	15	22%	10279103	22%	21203204	38%	20763309
17	JUL II	16	22%	8358293	22%	19914750	38%	18848301
18	AGT I	15	22%	7295949	22%	19018022	38%	17597172
19	AGT II	16	22%	6891576	22%	19250383	38%	18394117
20	SEP I	15	22%	7254087	22%	19931862	38%	19946701
21	SEP II	15	22%	7671150	23%	21292443	38%	22308070
22	OKT I	15		8264015		22195338		24032905
23	OKT II	16		9145553		23460578		26339261
24	NOV I	15		9800000		24645185		29691627

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.25 Volume lepasan untuk tiap keandalan
Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.26 Volume akhir periode untuk tiap keandalan
Sumber: Hasil perhitungan

11) Kebutuhan air irigasi optimal tiap DI ($Q_{D opt}$)

- Nilai $Q_{D opt}$ merupakan nilai Q_R atau debit lepasan adalah debit kebutuhan yang optimal sehingga terdapat nilai $Q_{D opt}$ yang memiliki nilai 0 (nol) atau kurang dari $Q_{D max}$ dan ini berlaku untuk skenario $K = 100\%$ dan optimasi K .
- Dengan simulasi optimasi K maka nilai $Q_{D opt}$ minimum ($Q_{D opt} \neq 0$) adalah 33 lt/dt untuk DI Pandanduri pada periode September II dan $Q_{D opt}$ maksimum adalah 1090 lt/dt untuk DI Swangi pada periode Mei II.

Tabel 4.33 Nilai – Nilai $Q_{D\text{ opt}}$ Keandalan 80% AMT 2 dan ALT 2 (lt/dt)

DI	AMT	Min	Max.	Rerata
PANDANDURI	NOV II	33	1047	467
SWANGI	NOV II	99	1090	563
SISTEM RERE	NOV II	44	830	387

Sumber: Hasil perhitungan

12) Perbandingan nilai CI kajian dengan CI *existing*

- Dari perbandingan CI *existing* dengan CI kajian pada tabel 4.120 ($K = 100\%$) maka secara keseluruhan CI kajian dengan $K = 100\% < CI\ existing$.

Tabel 4.34 Perbandingan CI *Existing* Dengan CI Kajian ($K = 100\%$)

No.	Daerah Irigasi	CI <i>existing</i>	CI kajian		
			<i>dry</i>	<i>normal</i>	<i>wet</i>
1	Pandanduri	232%	231%	200%	300%
2	Swangi	265%	40%	135%	142%
3	Sistem Rere Penembem*	217%	281%	300%	300%

*) Rata – rata dari 6 (enam) DI

Sumber: Hasil perhitungan dan data BWS NT – I, 2015

- Dari perbandingan CI *existing* dengan CI kajian pada tabel 4.121 (optimasi K) untuk AMT 2 dan ALT 2 maka CI kajian untuk DI Swangi $< CI\ existing$.

Tabel 4.35 Perbandingan CI *Existing* Dengan CI Kajian (optimasi K)

No.	Daerah Irigasi	CI <i>existing</i>	CI kajian		
			<i>dry</i>	<i>normal</i>	<i>wet</i>
1	Pandanduri	232%	289%	300%	300%
2	Swangi	265%	194%	241%	291%
3	Sistem Rere Penembem*	217%	300%	300%	300%

*) Rata – rata dari 6 (enam) DI

Sumber: Hasil perhitungan dan data BWS NT – I, 2015