

## BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Simulasi Operasi Waduk

Untuk perhitungan simulasi operasi waduk ini menggunakan debit rancangan yang digunakan sebagai data debit outflow, yaitu :

Tabel 4.1 Debit Inflow Bulanan Waduk Kusan 3 (m<sup>3</sup>/det)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Q bulanan Rata-2 tahunan
1952	44.50	66.10	73.70	65.70	62.90	39.50	18.90	13.60	12.30	19.40	33.00	47.60	41.43
1953	57.60	62.70	76.70	65.00	46.50	28.80	10.20	8.50	14.50	16.40	22.30	38.10	37.28
1954	44.70	53.10	66.10	59.80	44.00	41.00	46.20	46.70	33.00	30.10	40.00	64.80	47.46
1955	82.40	79.20	66.60	60.00	54.10	45.30	41.00	40.70	37.60	32.00	40.70	48.50	52.34
1956	48.50	43.30	32.10	33.10	36.60	32.70	23.90	19.40	17.20	22.60	32.90	41.30	31.97
1957	63.00	65.40	56.60	53.40	45.00	30.10	19.40	16.80	7.50	5.80	14.90	38.30	34.68
1958	56.30	54.40	52.80	45.90	40.90	30.00	17.90	16.30	18.10	20.00	30.00	37.10	34.98
1959	44.40	47.80	44.30	35.80	30.80	30.50	21.20	14.50	10.60	10.10	17.00	32.40	28.28
1960	44.50	55.70	57.00	55.00	59.30	44.40	34.10	31.20	24.90	16.80	18.10	35.20	39.68
1961	49.40	57.60	55.50	49.60	40.60	34.60	17.80	7.20	6.10	10.50	23.00	35.60	32.29
1962	55.40	71.70	61.40	48.30	38.40	25.30	17.50	14.50	17.00	20.80	29.50	66.30	38.84
1963	99.20	79.30	61.00	49.70	41.20	21.70	6.50	4.30	3.40	1.30	2.50	15.50	32.13
1964	41.60	48.00	51.20	55.80	48.60	32.10	19.80	11.20	12.30	26.30	45.10	47.70	36.64
1965	40.60	33.70	47.50	42.00	75.00	11.80	8.00	3.40	1.00	1.20	62.00	25.00	29.27
1966	30.20	64.90	49.00	49.20	44.00	25.20	17.10	16.60	15.80	10.30	16.60	81.80	35.06
1967	32.20	44.20	36.40	55.90	60.40	68.50	64.80	15.60	7.80	6.60	16.70	30.30	36.62
1968	71.30	47.00	80.80	82.00	49.60	34.10	35.30	55.40	24.50	11.80	23.50	38.30	46.13
1969	43.50	64.30	70.20	81.30	37.60	31.00	15.20	19.90	8.40	3.90	5.70	26.40	33.95
1970	39.20	66.00	67.00	48.80	49.30	45.10	48.20	26.60	19.20	20.80	26.80	68.90	43.83
1971	60.20	40.30	42.30	33.00	15.90	14.00	7.60	21.30	59.90	35.10	64.30	58.80	37.73
1972	51.90	48.30	69.00	69.90	49.90	18.00	17.50	2.70	2.70	1.30	3.20	13.00	28.95
1973	39.60	61.70	57.10	87.70	82.10	39.70	39.50	31.40	31.30	10.30	35.50	40.40	46.36
1974	39.60	41.70	45.90	40.40	38.30	29.50	25.40	18.40	18.60	32.10	45.50	52.20	35.63
1975	51.30	50.40	52.90	58.90	45.10	30.50	28.70	35.50	37.90	42.90	49.70	60.10	45.33
1976	69.10	66.20	57.10	42.60	24.70	23.10	15.60	5.60	4.90	12.00	31.00	41.90	32.82
1977	48.30	54.70	68.20	58.80	41.00	33.40	21.90	10.30	5.90	4.20	7.70	23.60	31.50
1978	46.30	48.10	52.00	49.50	43.40	49.00	35.10	25.10	23.80	26.30	29.80	43.70	39.34
1979	56.50	48.60	52.30	61.40	51.20	37.30	14.90	4.90	5.10	9.10	17.90	31.90	32.59
1980	50.50	49.20	44.80	43.00	40.30	34.60	21.60	7.30	4.70	9.20	17.30	25.20	28.98
1981	41.30	44.40	43.40	48.60	54.00	32.80	24.40	21.30	13.80	13.50	23.20	51.40	34.34
1982	78.10	75.70	61.90	60.80	50.30	31.30	23.10	2.60	0.80	7.20	20.40	20.50	36.06
1983	29.70	43.70	44.20	42.60	44.30	36.90	27.80	20.40	10.80	12.60	28.80	49.00	32.57
1984	55.80	72.50	76.50	76.50	80.20	66.00	52.60	27.60	18.00	22.30	22.00	35.90	50.49
1985	56.40	62.10	57.60	52.00	41.30	31.50	23.20	22.50	15.00	9.20	14.40	29.40	34.55
1986	48.00	53.20	54.60	59.10	39.60	22.80	19.40	9.10	5.30	14.60	37.20	43.00	33.83
1987	41.60	52.50	61.40	48.30	43.10	47.60	26.80	7.60	0.60	0.40	4.80	34.60	30.78
1988	50.10	47.80	50.20	44.60	36.10	30.30	28.30	35.60	42.40	33.60	29.20	44.50	39.39
1989	53.50	50.10	55.20	47.80	36.70	28.20	24.20	15.60	8.70	11.10	23.00	36.60	32.56
1990	42.80	42.40	40.30	35.20	34.60	28.00	22.00	12.00	1.00	0.50	3.90	16.90	23.30
1991	39.70	43.60	38.50	57.10	61.40	42.70	1.70	1.10	0.90	0.70	3.70	19.50	25.88
1992	38.90	33.50	33.40	45.90	46.70	36.40	22.70	22.70	14.00	18.40	16.20	35.30	30.34
1993	60.50	53.80	44.80	57.30	47.70	57.10	46.80	19.60	6.60	0.30	5.70	34.80	36.25
1994	53.50	39.00	38.50	53.10	44.70	48.30	49.70	22.90	8.30	1.80	1.40	4.70	30.49
1995	38.00	41.20	35.30	30.40	38.40	49.20	28.50	51.50	30.40	10.60	33.30	48.20	36.25
1996	48.30	62.70	42.10	39.20	19.30	28.90	56.60	25.30	29.50	19.80	38.40	38.60	37.39
1997	54.30	40.10	16.20	37.20	14.80	1.60	6.40	0.80	0.70	0.20	0.80	25.60	16.56
1998	36.80	13.40	13.50	28.80	12.20	45.50	43.30	75.00	28.00	53.50	46.60	55.00	37.63
Rerata	50.41	52.9	52.2	52.0	44.3	34.6	26.4	20	15.3	14.9	23.4	39	35.55

Sumber : Tabel Perhitungan

Tabel 4.2 Perhitungan Debit Rencana

Qrata-rata tahunan (m <sup>3</sup> /detik)	35,55	35,55	35,55	35,55	35,55	35,55	35,55	35,55
Draft (%)	100	90	80	77	70	60	50	40
Debit rencana (m <sup>3</sup> /detik)	35,55	31,99	28,44	27,40	24,88	21,33	17,77	14,22

Sumber : Tabel Perhitungan

Jadi untuk mendapatkan harga daya maksimum yang dihasilkan dari unit pembangkit menggunakan debit rencana yaitu 35,55 m<sup>3</sup>/det, 31,99 m<sup>3</sup>/det, 28,44 m<sup>3</sup>/det, 27,71 m<sup>3</sup>/det, 24,88 m<sup>3</sup>/det, 21,33 m<sup>3</sup>/det, 17,77 m<sup>3</sup>/det, dan 14,22 m<sup>3</sup>/det.

Dalam perhitungan simulasi operasi waduk dilakukan pada saat kondisi awal waduk penuh. Kapasitas tampungan aktif waduk pada elevasi +112,9 adalah sebesar 101,39 juta m<sup>3</sup> dan sebagai suatu pola, maka operasi Waduk Kusan 3 menjadi suatu siklus sehingga tampungan pada awal siklus harus sama dengan tampungan pada akhir siklus. Jika peluang kegagalan tak dapat diterima, dipilih lagi debit pembangkit dan langkah di atas di ulang kembali.

Data :

- *Sedimen Level* = 91,5 m
- *Low Water Level* = 100,0 m
- *Normal Water Level* = 120,0 m
- Volume Waduk pada SL = 25,99 juta m<sup>3</sup>
- Volume Waduk pada LWL = 45,40 juta m<sup>3</sup>
- Volume Waduk pada NWL = 146,79 juta m<sup>3</sup>
- Volume Tampungan Efektif = 101,39 juta m<sup>3</sup>
- *Tail Water Level Max* = 63,5 m
- *Tail Water Level Min* = 62,5 m
- *Tail Water Level Average* = 63,0 m
- Evaporasi = 4 mm/hr
- Luas permukaan waduk = 8,1 km<sup>2</sup>

#### 4.1.1 Perhitungan Simulasi Operasi Waduk Alternatif 1 dengan Q 35,55 m<sup>3</sup>/det

1. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

2. Data debit outflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{35,55 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 95,21 \text{ juta m}^3$$

3. Luas Muka Air Waduk ( A )

Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 146,790 \text{ juta m}^3$

$$A = 8,12 \text{ km}^2$$

4. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari

$$\text{Evaporasi} = \frac{4 \text{ mm} / \text{hr} \times 8,1 \text{ km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

5. Tampungan Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungan Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 95,21 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 124,364 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

6. Tampungan Akhir Periode

- Jika tampungan waduk  $< 0$ , maka tampungan akhir periode = 0
- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan waduk
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390 \text{ juta m}^3$

7. Tampungan Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)



$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 8. Spillout

- Jika tampungan waduk < tampungan aktif, maka *spillout* = 0
- Jika tampungan waduk > tampungan aktif, maka *spillout* = (tampungan waduk – tampungan aktif)

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 124,364 - 101,39 = 22,974 \text{ juta m}^3$$

#### 9. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungan dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta m}^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 10. Kesimpulan

- Jika tampungan akhir periode < tampungan mati, maka gagal.
- Jika tampungan akhir periode > tampungan mati, maka sukses

Untuk peluang keandalan sebesar 70,74 %, maka jumlah kegagalan dari keseluruhan tahun adalah sebesar 29,26%.

### 4.1.2 Perhitungan Simulasi Operasi Waduk Alternatif 2 dengan $Q$ 31,99 m<sup>3</sup>/det

#### 1. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

#### 2. Data debit outflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{31,99 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 85,69 \text{ juta m}^3$$

#### 3. Luas Muka Air Waduk ( A )

Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 146,790 \text{ juta m}^3$

$A = 8,12 \text{ km}^2$

#### 4. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari

$$\text{Evaporasi} = \frac{4 \text{ mm} / \text{hr} \times 8,12 \text{ km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

#### 5. Tampungan Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungan Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 85,69 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 133,885 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 6. Tampungan Akhir Periode

- Jika tampungan waduk  $< 0$ , maka tampungan akhir periode = 0
- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan waduk
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390 \text{ juta m}^3$

#### 7. Tampungan Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 8. Spillout

- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka *spillout* = 0
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka *spillout* = (tampungan waduk – tampungan aktif)

Untuk bulan Januari thuan 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 133,885 - 101,39 = 32,495 \text{ juta m}^3$$

#### 9. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungan dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta m}^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 10. Kesimpulan

- Jika tampungan akhir periode < tampungan mati, maka gagal.
- Jika tampungan akhir periode > tampungan mati, maka sukses

Untuk peluang keandalan sebesar 78,55 %, maka jumlah kegagalan dari keseluruhan tahun adalah sebesar 21,45 %.

#### 4.1.3 Perhitungan Simulasi Operasi Waduk Alternatif 3 dengan Q 28,44 m<sup>3</sup>/det

##### 1. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

##### 2. Data debit outflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{28,44 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 76,17 \text{ juta m}^3$$

##### 3. Luas Muka Air Waduk ( A )

Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 146,790 \text{ juta m}^3$

$$A = 8,12 \text{ km}^2$$

##### 4. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari



$$\text{Evaporasi} = \frac{4\text{mm} / \text{hr} \times 8,1\text{km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

#### 5. Tampungannya Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungannya Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 76,17 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 143,406 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 6. Tampungannya Akhir Periode

- Jika tampungannya waduk  $< 0$ , maka tampungannya akhir periode = 0
- Jika tampungannya waduk  $<$  tampungannya aktif, maka tampungannya akhir periode = tampungannya waduk
- Jika tampungannya waduk  $>$  tampungannya aktif, maka tampungannya akhir periode = tampungannya aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390 \text{ juta m}^3$

#### 7. Tampungannya Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 8. *Spillout*

- Jika tampungannya waduk  $<$  tampungannya aktif, maka *spillout* = 0
- Jika tampungannya waduk  $>$  tampungannya aktif, maka *spillout* = (tampungannya waduk - tampungannya aktif)

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 143,406 - 101,39 = 42,016 \text{ juta m}^3$$

#### 9. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungannya dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta m}^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 10. Kesimpulan

- Jika tampungan akhir periode < tampungan mati, maka gagal.
- Jika tampungan akhir periode > tampungan mati, maka sukses

Untuk peluang keandalan sebesar 81,91 %, maka jumlah kegagalan dari keseluruhan tahun adalah sebesar 18,09 %.

#### 4.1.4 Perhitungan Simulasi Operasi Waduk Alternatif 4 dengan Q 27,40 m<sup>3</sup>/det

##### 1. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

##### 2. Data debit outflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{27,40 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 73,40 \text{ juta m}^3$$

##### 3. Luas Muka Air Waduk ( A )

Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 145,405 \text{ juta m}^3$

$$A = 8,12 \text{ km}^2$$

##### 4. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari

$$\text{Evaporasi} = \frac{4 \text{ mm} / \text{hr} \times 8,12 \text{ km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

##### 5. Tampungan Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungan Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 73,40 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 146,177 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

##### 6. Tampungan Akhir Periode



- Jika tampungan waduk  $< 0$ , maka tampungan akhir periode = 0
- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan waduk
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390 \text{ juta m}^3$

#### 7. Tampungan Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 8. Spillout

- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka *spillout* = 0
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka *spillout* = (tampungan waduk – tampungan aktif)

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 146,177 - 101,39 = 44,015 \text{ juta m}^3$$

#### 9. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungan dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta m}^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 10. Kesimpulan

- Jika tampungan akhir periode  $<$  tampungan mati, maka gagal.
- Jika tampungan akhir periode  $>$  tampungan mati, maka sukses

Untuk peluang keandalan sebesar 83,16 %, maka jumlah kegagalan dari keseluruhan tahun adalah sebesar 16,84 %.

#### 4.1.5 Perhitungan Simulasi Operasi Waduk Alternatif 5 dengan $Q$ 24,88 $\text{m}^3/\text{det}$

##### 1. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

2. Data debit outflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{24,88 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 66,65 \text{ juta m}^3$$

3. Luas Muka Air Waduk ( A )

Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 146,790 \text{ juta m}^3$

$$A = 8,12 \text{ km}^2$$

4. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari

$$\text{Evaporasi} = \frac{4 \text{ mm} / \text{hr} \times 8,1 \text{ km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

5. Tampungan Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungan Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 66,65 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 152,927 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

6. Tampungan Akhir Periode

- Jika tampungan waduk  $< 0$ , maka tampungan akhir periode = 0
- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan waduk
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390 \text{ juta m}^3$

7. Tampungan Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 8. Spillout

- Jika tampungan waduk < tampungan aktif, maka *spillout* = 0
- Jika tampungan waduk > tampungan aktif, maka *spillout* = (tampungan waduk – tampungan aktif)

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 152,927 - 101,39 = 51,537 \text{ juta m}^3$$

#### 9. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungan dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta m}^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 10. Kesimpulan

- Jika tampungan akhir periode < tampungan mati, maka gagal.
- Jika tampungan akhir periode > tampungan mati, maka sukses

Untuk peluang keandalan sebesar 86,70 %, maka jumlah kegagalan dari keseluruhan tahun adalah sebesar 13,30%.

#### 4.1.6 Perhitungan Simulasi Operasi Waduk Alternatif 6 dengan Q 21,33 m<sup>3</sup>/det

##### 1. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

##### 2. Data debit outflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{21,33 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 57,13 \text{ juta m}^3$$

##### 3. Luas Muka Air Waduk ( A )



Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 146,790 \text{ juta m}^3$

$A = 8,12 \text{ km}^2$

#### 4. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari

$$\text{Evaporasi} = \frac{4 \text{ mm} / \text{hr} \times 8,12 \text{ km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

#### 5. Tampungan Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungan Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 57,13 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 162,448 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 6. Tampungan Akhir Periode

- Jika tampungan waduk  $< 0$ , maka tampungan akhir periode = 0
- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan waduk
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390 \text{ juta m}^3$

#### 7. Tampungan Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 8. Spillout

- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka *spillout* = 0
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka *spillout* = (tampungan waduk – tampungan aktif)

Untuk bulan Januari thuan 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 162,448 - 101,39 = 61,058 \text{ juta m}^3$$

#### 9. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungan dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta m}^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 10. Kesimpulan

- Jika tampungan akhir periode < tampungan mati, maka gagal.
- Jika tampungan akhir periode > tampungan mati, maka sukses

Untuk peluang keandalan sebesar 91,31 %, maka jumlah kegagalan dari keseluruhan tahun adalah sebesar 8,69%.

#### 4.1.7 Perhitungan Simulasi Operasi Waduk Alternatif 7 dengan Q 17,77 m<sup>3</sup>/det

##### 1. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

##### 2. Data debit outflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{17,77 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 47,61 \text{ juta m}^3$$

##### 3. Luas Muka Air Waduk ( A )

Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 146,790 \text{ juta m}^3$

$$A = 8,12 \text{ km}^2$$

##### 4. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari

$$\text{Evaporasi} = \frac{4\text{mm} / \text{hr} \times 8,1\text{km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

#### 5. Tampungannya Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungannya Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 47,61 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 171,969 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 6. Tampungannya Akhir Periode

- Jika tampungannya waduk  $< 0$ , maka tampungannya akhir periode = 0
- Jika tampungannya waduk  $<$  tampungannya aktif, maka tampungannya akhir periode = tampungannya waduk
- Jika tampungannya waduk  $>$  tampungannya aktif, maka tampungannya akhir periode = tampungannya aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390 \text{ juta m}^3$

#### 7. Tampungannya Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 8. *Spillout*

- Jika tampungannya waduk  $<$  tampungannya aktif, maka *spillout* = 0
- Jika tampungannya waduk  $>$  tampungannya aktif, maka *spillout* = (tampungannya waduk - tampungannya aktif)

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 171,969 - 101,39 = 70,579 \text{ juta m}^3$$

#### 9. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungannya dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta m}^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 10. Kesimpulan



- Jika tampungan akhir periode < tampungan mati, maka gagal.
- Jika tampungan akhir periode > tampungan mati, maka sukses

Untuk peluang keandalan sebesar 95,04 %, maka jumlah kegagalan dari keseluruhan tahun adalah sebesar 4,96%.

#### 4.1.8 Perhitungan Simulasi Operasi Waduk Alternatif 8 dengan Q 14,22 m<sup>3</sup>/det

##### 1. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

##### 2. Data debit outflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{14,22 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 38,08 \text{ juta m}^3$$

##### 3. Luas Muka Air Waduk ( A )

Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 146,790 \text{ juta m}^3$

$$A = 8,12 \text{ km}^2$$

##### 4. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari

$$\text{Evaporasi} = \frac{4 \text{ mm} / \text{hr} \times 8,12 \text{ km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

##### 5. Tampungan Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungan Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 38,08 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 181,490 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

##### 6. Tampungan Akhir Periode

- Jika tampungan waduk  $< 0$ , maka tampungan akhir periode = 0
- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan waduk
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390$  juta  $m^3$

#### 7. Tampungan Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta } m^3 \end{aligned}$$

#### 8. Spillout

- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka *spillout* = 0
- Jika tampungan waduk  $>$  tampungan aktif, maka *spillout* = (tampungan waduk – tampungan aktif)

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 181,490 - 101,39 = 80,100 \text{ juta } m^3$$

#### 9. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungan dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta } m^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 10. Kesimpulan

- Jika tampungan akhir periode  $<$  tampungan mati, maka gagal.
- Jika tampungan akhir periode  $>$  tampungan mati, maka sukses

Untuk peluang keandalan sebesar 97,52 %, maka jumlah kegagalan dari keseluruhan tahun adalah sebesar 2,48%.

Dari 8 alternatif perhitungan analisis simulasi operasi waduk di dapatkan rekap perhitungan yang mana salah satu dari hasil simulasi tersebut nantinya digunakan untuk perhitungan PLTA.

Tabel 4.3 Ringkasan Analisis Simulasi Operasi Waduk Untuk Berbagai Draft Outflow.

Uraian	Satuan	Alt-1	Alt-2	Alt-3	Alt-4	Alt-5	Alt-6	Alt-7	Alt-8
Elevasi NWL	m	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Elevasi LWL	m	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40
Elevasi Tamp.Sedimen	m	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50
Volume waduk pada NWL	Juta m <sup>3</sup>	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79
Volume waduk pada LWL	Juta m <sup>3</sup>	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40
Volume tamp.sedimen	Juta m <sup>3</sup>	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99
Volume efektif waduk	Juta m <sup>3</sup>	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39
Debit inflow rata-2	m <sup>3</sup> /det	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55
Draft debit otflow		1.0	0.9	0.8	0.7709	0.7	0.6	0.5	0.4
Debit pembangkit	m <sup>3</sup> /det	35.55	31.99	28.44	27.40	24.88	21.33	17.77	14.22
Jumlah periode gagal	bulan	165	121	102	94	75	49	28	14
Jumlah periode simulasi	bulan	564	564	564	564	564	564	564	564
Probabilitas kegagalan simulasi per th	%	29.26%	21.45%	18.09%	16.67%	13.30%	8.69%	4.96%	2.48%
Probabilitas keberhasilan simulasi per th	%	70.74%	78.55%	81.91%	83.33%	86.70%	91.31%	95.04%	97.52%
Probabilitas kegagalan simulasi per th	hari	107	78	66	61	49	32	18	9
Probabilitas keberhasilan simulasi per th	hari	258	287	299	304	316	333	347	356

Sumber : Tabel Perhitungan

#### 4.2 Tinggi Jatuh Bruto ( $H_{gross}$ )

Tinggi jatuh bruto (*head gross*) adalah selisih antara muka air waduk dan muka air pada saluran buritan (TWL). Sesuai dengan skema PLTA, maka didapat TWL adalah +63,00 m dan dipertahankan pada level tersebut. Perhitungan tinggi jatuh bruto pada bulan Januari adalah sebagai berikut :

$$\text{Elevasi Muka Air Waduk (EMAW) bulan Januari} = +120,00$$

$$\text{Tile Water Level (TWL)} = +63,00$$

$$H_{gross} = \text{EMAW} - \text{TWL}$$

$$= 120 - 63$$

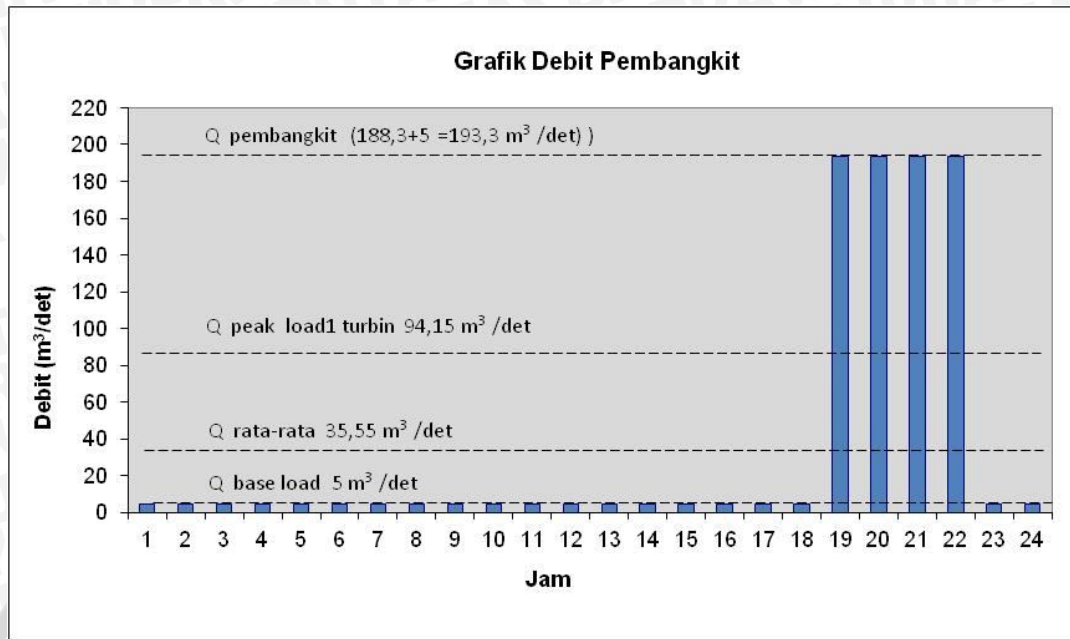
$$= 57 \text{ m}$$

#### 4.3 Pipa Pesat

##### 4.3.1 Diameter Pipa

Analisa yang dilakukan pada pipa pesat pada studi ini adalah diameter pipa dan kehilangan tinggi tekan pipa pesat. Pada perhitungan dimensi pipa, debit desain yang masuk pada pipa pesat sebesar 193,3 m<sup>3</sup>/det dengan rincian (2x94,15 m<sup>3</sup>/det pipa penstock utama) dan (1x5 m<sup>3</sup>/det pada penstock mini) yang di dapat dari perhitungan dengan menggunakan alternatif 1 dengan  $Q_{inflow \text{ rata-rata}} = 35,55 \text{ m}^3/\text{det}$ .





Gambar 4.1 Grafik Debit Pembangkit  
Sumber: Hasil Analisis

Q pembangkit rata-rata : 35,55 m<sup>3</sup>/det

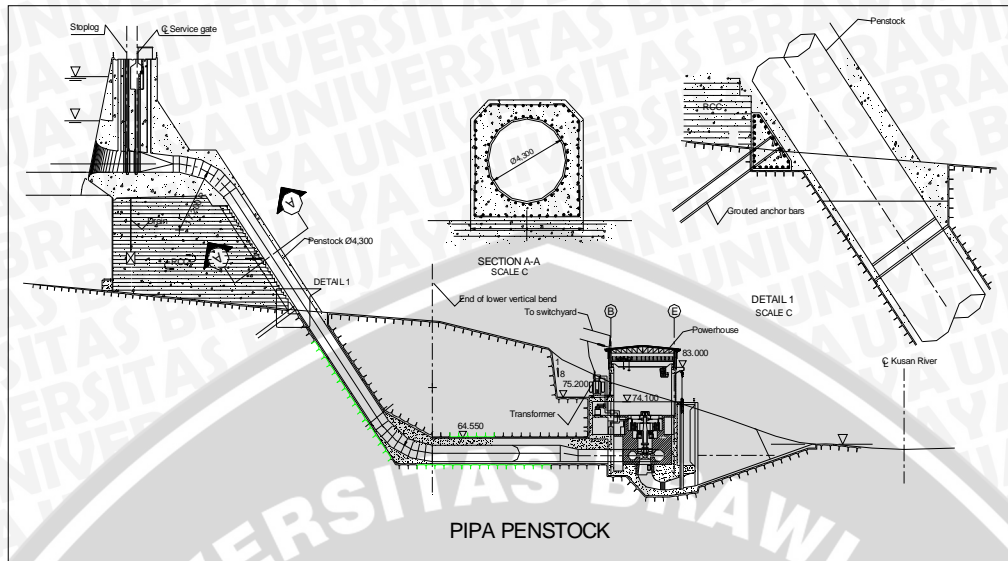
Q base load : 5 m<sup>3</sup>/det

Durasi beban puncak : 4 jam

Durasi beban dasar : 20 jam

$$\begin{aligned}
 Q \text{ peak load 2 turbin} &= \frac{(t \times Q_{\text{rata-rata}}) - (t_{\text{base load}} \times Q_{\text{base load}})}{t_{\text{peak load}}} \\
 &= \frac{24 \times 35,55 - 20 \times 5}{4} \\
 &= 188,3 \text{ m}^3/\text{det} \\
 &= (2 \times 94,15 \text{ m}^3/\text{det})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ desain} &= Q \text{ peak load 2 turbin} + Q \text{ base load 1 turbin} \\
 &= (2 \times 94,15 \text{ m}^3/\text{det}) + (1 \times 5 \text{ m}^3/\text{det}) \\
 &= 193,3 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.2 Pipa Penstock  
Sumber: Hasil Analisis

Makadidapat perhitungan sebagai berikut :

**a. Pipa Penstock utama**

- Diameter pipa penstock

$$D = 1,12 \times \frac{Q^{0,45}}{H^{0,12}}$$

$$= 1,12 \times \frac{193,3^{0,45}}{54,15^{0,12}}$$

$$= 1,12 \times 6,695$$

$$= 7,41 \text{ m}$$

- Luas penampang pipa

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_1^2$$

$$= 1/4 \cdot \pi \cdot 7,41^2$$

$$= 43,14 \text{ m}^2$$

- Kecepatan aliran dalam pipa

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{193,3}{4314}$$

$$= 4,5 \text{ m/dtk}$$

### b. Pipa *Penstock* cabang mini

- Diameter pipa *penstock*

$$D = 1,12 \times \frac{Q^{0,45}}{H^{0,12}}$$

$$= 1,12 \times \frac{5^{0,45}}{54,15^{0,12}}$$

$$= 1,12 \times 1,278$$

$$= 1,39 \text{ m}$$

- Luas penampang pipa

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_2^2$$

$$= 1/4 \cdot \pi \cdot 1,39^2$$

$$= 1,51 \text{ m}^2$$

- Kecepatan aliran dalam pipa

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{5}{1,51}$$

$$= 3,31 \text{ m/dtk}$$

### 4.3.2 Kehilangan Tinggi Tekan

Pada studi ini kehilangan tinggi tekan yang dihitung adalah pada pipa pesat yang disebabkan karena trashrack, penyempitan, katub, belokan, percabangan dan gesekan. Berikut adalah perhitungan kehilangan tinggi tekan pada alternatif 1. Untuk perhitungan lain disajikan pada Tabel 4.4 – 4.11 dan pembagian pias disajikan pada Gambar 4.3.

- Koefisien kehilangan pada PIAS 1

- Koefisien akibat trashrack

Direncanakan :

- Bentuk tirai dengan nilai  $k = 2,34$  agar penyaringan maksimum
- Sudut *trashrack* diambil  $80^\circ$  terhadap bidang datar agar mempermudah dalam pemeliharaan dan pengerukkan sampah
- Tebal tirai (t) direncanakan 0,1 m ditambah 0,01 m sebagai pengaman terhadap korosi sehingga  $t = 0,11 \text{ m}$
- Jarak antar tirai direncanakan 0,5 m



- Rasio pengurangan diambil 20% (Anonim, 2004:X-1)

$$(t'/b') = \frac{t/b + (db/b)}{1 - (db/b)}$$

$$(t'/b') = \frac{0,11/0,5 + 0,2}{1 - 0,2}$$

$$(t'/b') = 0,525$$

$$k = \beta \cdot \sin \theta \cdot (t'/b')^{4/3}$$

$$k = 2,34 \cdot \sin 80^\circ \cdot (0,525)^{4/3}$$

$$k = 0,98$$

- Koefisien akibat Katub

Katub 1

$$kb = 0,2; \text{terbuka penuh (Liu, 1986:123)}$$

- Gesekan/kekasaran

$$hl = \frac{124,5 \cdot n^2 \cdot L \cdot v^2}{D_1^{1/3} \cdot 2 \cdot g}$$

$$hl = \frac{124,5 \cdot 0,01^2 \cdot 41 \cdot 4,49^2}{7,41^{1/3} \cdot 2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,036$$

- Koefisien kehilangan pada PIAS 2

- Koefisien akibat belokan

Belokan ke 1

Hinds's Formula (Simon, 1986:122)

$$kl = (0,13 + 1,85 \cdot (r/R)^{3,5}) \cdot \sqrt{\alpha^\circ / 180^\circ}$$

$$kl = (0,13 + 1,85 \cdot (3,7/10)^{3,5}) \cdot \sqrt{130^\circ / 180^\circ}$$

$$= 0,16$$

Belokan ke 2

$$kl = (0,13 + 1,85 \cdot (3,7/10)^{3,5}) \cdot \sqrt{130^\circ / 180^\circ}$$

$$= 0,16$$

- Gesekan/kekasaran

$$hl = \frac{124,5 \cdot 0,01^2 \cdot 20,86 \cdot 4,49^2}{7,41^{1/3} \cdot 2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,02$$

- Koefisien kehilangan pada PIAS 3

- Koefisien akibat belokan

Belokan ke 3

$$kl\ 3 = (0,13 + 1,85 \cdot (3,7/10)^{3,5} \cdot \sqrt{130^0 / 180^0})$$

$$= 0,16$$

- Gesekan/kekasaran

$$hl\ 3 = \frac{124,5 \cdot 0,01^2 \cdot 77,14}{7,41^{1/3}} \cdot \frac{4,49^2}{2,9,81}$$

$$= 0,07$$

- Koefisien kehilangan pada PIAS 4

- Percabangan

$$kp = 0,1$$

- Gesekan/kekasaran

$$hl\ 4 = \frac{124,5 \cdot 0,01^2 \cdot 57,35}{7,41^{1/3}} \cdot \frac{4,49^2}{2,9,81}$$

$$= 0,05$$

- Koefisien kehilangan pada PIAS 5

- Koefisien akibat Katub

Katub 2

$$kb = 0,2; \text{terbuka penuh (Liu, 1986:123)}$$

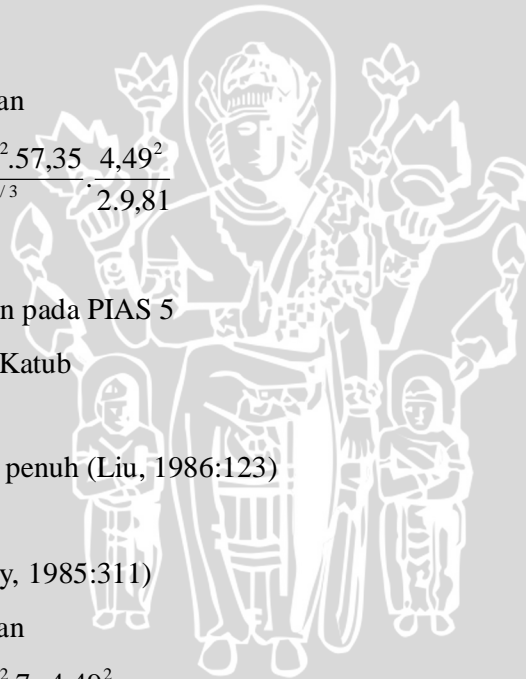
- Penyempitan

$$ka = 0,24 \text{ (Linsley, 1985:311)}$$

- Gesekan/kekasaran

$$hl\ 5 = \frac{124,5 \cdot 0,01^2 \cdot 7}{7,41^{1/3}} \cdot \frac{4,49^2}{2,9,81}$$

$$= 0,01$$



Tabel 4.4 Kehilangan Tinggi pada Pipa Pesat alternatif 1

Bulan	Debit Outflow		PIAS 1			PIAS 2			PIAS 3			PIAS 4			PIAS 5			Total h1					
	(m <sup>3</sup> /dtk)	(m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1.1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1.2 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1.3 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)		Total h1.4 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1.5 (m)
Januari	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
Februari	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
Maret	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
April	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
Mei	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
Juni	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
Juli	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
Agustus	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
September	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
Oktober	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
November	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38
Desember	193.30	1.18	4.49	0.04	1.18	1.22	4.49	0.02	0.32	0.34	4.49	0.07	0.16	0.23	4.49	0.05	0.10	0.15	5.15	0.01	0.44	0.45	2.38

Sumber: Tabel Perhitungan

Tabel 4.5 Kehilangan Tinggi pada Pipa Pesat alternatif 2

Bulan	Debit Outflow		PIAS 1			PIAS 2			PIAS 3			PIAS 4			PIAS 5			Total h1					
	(m <sup>3</sup> /dtk)	(m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1.1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1.2 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1.3 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)		Total h1.4 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1.5 (m)
Januari	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
Februari	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
Maret	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
April	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
Mei	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
Juni	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
Juli	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
Agustus	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
September	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
Oktober	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
November	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36
Desember	171.97	1.18	4.44	0.04	1.18	1.22	4.44	0.02	0.30	0.32	4.44	0.07	0.15	0.22	4.44	0.05	0.10	0.15	5.13	0.01	0.44	0.45	2.36

Sumber: Tabel Perhitungan



Tabel 4.6 Kehilangan Tinggi pada Pipa Pesat alternatif 3

Bulan	Debit Outflow (m <sup>3</sup> /dtk)	PIAS 1			PIAS 2			PIAS 3			PIAS 4			PIAS 5			Total Hl (m)					
		Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total hl 1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total hl 2 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total hl 3 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)		Total hl 4 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total hl 5 (m)
Januari	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
Februari	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
Maret	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
April	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
Mei	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
Juni	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
Juli	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
Agustus	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
September	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
Oktober	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
November	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35
Desember	150.64	4.38	0.040	1.18	1.22	4.38	0.020	0.29	0.31	4.38	0.076	0.14	0.22	4.38	0.056	0.10	0.16	5.10	0.010	0.44	0.45	2.35

Sumber : Tabel Perhitungan

Tabel 4.7 Kehilangan Tinggi pada Pipa Pesat alternatif 4

Bulan	Debit Outflow (m <sup>3</sup> /dtk)	PIAS 1			PIAS 2			PIAS 3			PIAS 4			PIAS 5			Total Hl (m)					
		Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total hl 1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total hl 2 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total hl 3 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)		Total hl 4 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total hl 5 (m)
Januari	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
Februari	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
Maret	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
April	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
Mei	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
Juni	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
Juli	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
Agustus	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
September	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
Oktober	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
November	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35
Desember	144.43	4.36	0.041	1.18	1.22	4.36	0.021	0.28	0.30	4.36	0.077	0.14	0.22	4.36	0.057	0.10	0.16	5.04	0.010	0.44	0.45	2.35

Sumber : Tabel Perhitungan

Tabel 4.8 Kehilangan Tinggi pada Pipa Pesat alternatif 5

Bulan	Debit Outflow		PIAS 1			PIAS 2			PIAS 3			PIAS 4			PIAS 5			Total h1					
	(m <sup>3</sup> /dtk)	(m <sup>3</sup> /dtk)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)		Total h1 (m)				
Januari	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
Februari	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
Maret	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
April	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
Mei	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
Juni	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
Juli	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
Agustus	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
September	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
Oktober	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
November	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35
Desember	129.31	4.31	4.31	0.043	1.18	1.22	4.31	0.022	0.27	0.29	4.31	0.080	0.14	0.22	4.31	0.060	0.10	0.16	5.09	0.011	0.44	0.45	2.35

Sumber : Tabel Perhitungan

Tabel 4.9 Kehilangan Tinggi pada Pipa Pesat alternatif 6

Bulan	Debit Outflow		PIAS 1			PIAS 2			PIAS 3			PIAS 4			PIAS 5			Total h1					
	(m <sup>3</sup> /dtk)	(m <sup>3</sup> /dtk)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)	Total h1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hi mayor (m)	hi minor (m)		Total h1 (m)				
Januari	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
Februari	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
Maret	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
April	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
Mei	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
Juni	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
Juli	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
Agustus	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
September	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
Oktober	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
November	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34
Desember	107.98	4.24	4.24	0.046	1.18	1.23	4.24	0.023	0.26	0.28	4.24	0.086	0.13	0.22	4.24	0.064	0.10	0.16	5.08	0.013	0.44	0.45	2.34

Sumber : Tabel Perhitungan

Tabel 4.10 Kehilangan Tinggi pada Pipa Pesat alternatif 7

Bulan	Debit Outflow		PIAS 1			PIAS 2			PIAS 3			PIAS 4			PIAS 5			Total hl					
	(m <sup>3</sup> /dtk)	(m/dtk)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)	Total hl 1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)	Total hl 2 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)	Total hl 3 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)		Total hl 4 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)	Total hl 5 (m)
Januari	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
Februari	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
Maret	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
April	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
Mei	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
Juni	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
Juli	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
Agustus	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
September	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
Oktober	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
November	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34
Desember	86.65	4.14	4.14	0.050	1.18	1.23	4.14	0.025	0.25	0.27	4.14	0.094	0.12	0.21	4.14	0.070	0.10	0.17	5.06	0.015	0.44	0.45	2.34

Sumber: Tabel Perhitungan

Tabel 4.11 Kehilangan Tinggi pada Pipa Pesat alternatif 8

Bulan	Debit Outflow		PIAS 1			PIAS 2			PIAS 3			PIAS 4			PIAS 5			Total hl					
	(m <sup>3</sup> /dtk)	(m/dtk)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)	Total hl 1 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)	Total hl 2 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)	Total hl 3 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)		Total hl 4 (m)	Kecepatan (m/dtk)	hl mayor (m)	hl minor (m)	Total hl 5 (m)
Januari	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
Februari	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
Maret	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
April	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
Mei	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
Juni	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
Juli	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
Agustus	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
September	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
Oktober	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
November	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36
Desember	65.32	4.03	4.03	0.056	1.18	1.24	4.03	0.029	0.24	0.27	4.03	0.106	0.12	0.23	4.03	0.078	0.10	0.18	5.07	0.018	0.44	0.46	2.36

Sumber: Tabel Perhitungan



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



### 4.3.3 Tebal Pipa

Tebal pipa pesat direncanakan dengan menggunakan persamaan (2-23) , tebal dan diameter pipa pesat (D) dinyatakan dengan inci. Sehingga :

- $D_1 = 7,41 \text{ m} = 296,52 \text{ inci}$
- $D_2 = 1,39 \text{ m} = 55,61 \text{ inci}$

Kode ASME (Gedeon,1995:4-15):

#### a. Pipa *Penstock* utama

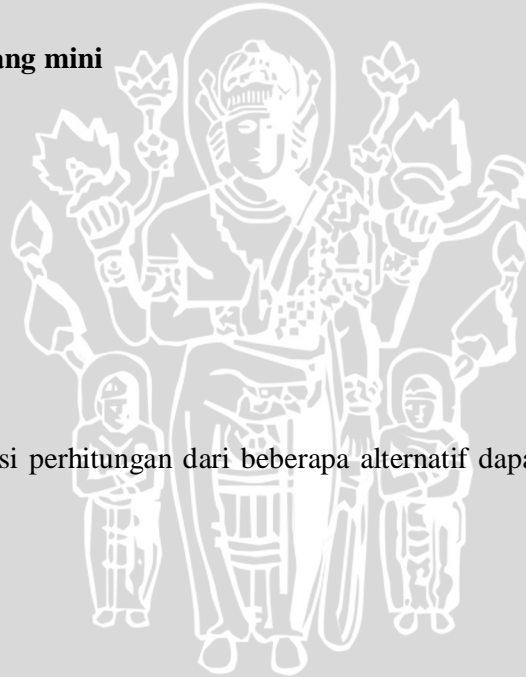
$$\begin{aligned} T &= \frac{D_1 + 20}{400} \\ &= \frac{296,52 + 20}{400} \\ &= 0,791 \text{ inci} \\ &= 2,01 \text{ cm} \end{aligned}$$

#### b. Pipa *Penstock* cabang mini

$$\begin{aligned} T &= \frac{D_2 + 20}{400} \\ &= \frac{55,62 + 20}{400} \\ &= 0,791 \text{ inci} \\ &= 2,01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Untuk rekapitulasi perhitungan dari beberapa alternatif dapat dilihat pada tabel

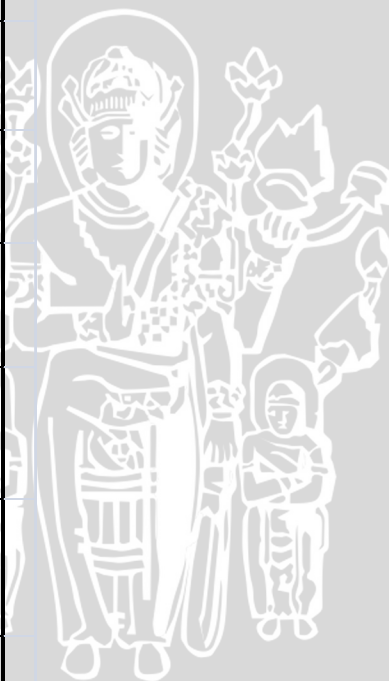
4.12.



Tabel 4.12 Rekapitulasi nilai Diameter Penstock untuk berbagai alternatif

Alternatif	Q pembangkit		H m	L			D		A		V		T	
	unit utama m <sup>3</sup> /det	unit mini m <sup>3</sup> /det		Unit utama (L1) m	Unit utama (L2) m	Unit mini (L3) m	Unit utama m	Unit mini m	Unit utama m <sup>2</sup>	Unit mini m <sup>2</sup>	Unit utama m/det	Unit mini m/det	Unit utama cm	Unit mini cm
1	193.30	5.00	54.62	217.96	217.96	28.89	7.41	1.39	43.05	1.51	4.49	3.31	2.01	0.48
2	171.97	5.00	54.64	217.96	217.96	28.89	7.03	1.39	38.74	1.51	4.44	3.31	1.91	0.48
3	150.64	5.00	54.65	217.96	217.96	28.89	6.62	1.39	34.39	1.51	4.38	3.31	1.81	0.48
4	144.43	5.00	54.65	217.96	217.96	28.89	6.49	1.39	33.11	1.51	4.36	3.31	1.78	0.48
5	129.31	5.00	54.65	217.96	217.96	28.89	6.18	1.39	29.97	1.51	4.31	3.31	1.70	0.48
6	107.98	5.00	54.66	217.96	217.96	28.89	5.70	1.39	25.48	1.51	4.24	3.31	1.57	0.48
7	86.65	5.00	54.66	217.96	217.96	28.89	5.16	1.39	20.91	1.51	4.14	3.31	1.44	0.48
8	65.32	5.00	54.64	217.96	217.96	28.89	4.54	1.39	16.21	1.51	4.03	3.31	1.28	0.48

Sumber : Tabel Perhitungan





#### 4.4 Tinggi Jatuh Efektif ( $H_{\text{eff}}$ )

Tinggi jatuh antara elevasi bendung (hulu) dengan rumah pembangkit adalah 57 meter. Tinggi jatuh efektif didapatkan dengan mengurangi tinggi jatuh bruto dengan total kehilangan tinggi. Berikut adalah contoh perhitungan tinggi jatuh efektif Bulan Januari pada alternatif 1. Tinggi jatuh efektif setiap bulan disajikan dalam Tabel simulasi operasi waduk pada lampiran (halaman 207) dan tinggi jatuh efektif diilustrasikan pada Gambar 4.4.

##### a. Kehilangan tinggi *major losses*

###### - PIAS 1

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Manning} &= 0,0125 \\ \text{Panjang pias pertama (L)} &= 41 \text{ m} \\ \text{Diameter} &= 7,41 \text{ m} \\ Q_{\text{maks}} &= 193,3 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0,25 \cdot \pi \cdot 7,41^2 \\ &= 43,05 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_1 &= Q_{\text{maks}}/A_1 \\ &= 193,3/43,05 \\ &= 4,49 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

$$h_l = \frac{124,5 \cdot n^2 \cdot L}{D_1^{1/3}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

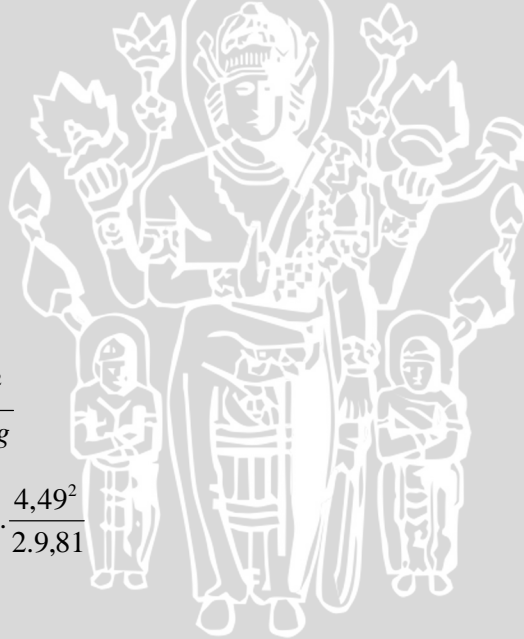
$$\begin{aligned} h_l &= \frac{124,5 \cdot 0,01^2 \cdot 41}{7,41^{1/3}} \cdot \frac{4,49^2}{2 \cdot 9,81} \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

###### - PIAS 2

$$\begin{aligned} \text{Panjang pias pertama (L)} &= 20,86 \text{ m} \\ \text{Diameter} &= 7,41 \text{ m} \\ Q_{\text{maks}} &= 193,3 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0,25 \cdot \pi \cdot 7,41^2 \\ &= 43,05 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$v_1 = Q_{\text{maks}}/A_1$$



$$= 193,3/43,05$$

$$= 4,49 \text{ m/dtk}$$

$$hl = \frac{124,5 \cdot n^2 \cdot L}{D_1^{1/3}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$hl = \frac{124,5 \cdot 0,01^2 \cdot 20,86}{7,41^{1/3}} \cdot \frac{4,49^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,02$$

- PIAS 3

$$\text{Panjang pias pertama (L)} = 77,144 \text{ m}$$

$$\text{Diameter} = 7,41 \text{ m}$$

$$Q_{\text{maks}} = 193,3 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$A = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2$$

$$= 0,25 \cdot \pi \cdot 7,41^2$$

$$= 43,05 \text{ m}^2$$

$$v_1 = Q_{\text{maks}}/A_1$$

$$= 193,3/43,05$$

$$= 4,49 \text{ m/dtk}$$

$$hl = \frac{124,5 \cdot n^2 \cdot L}{D_1^{1/3}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$hl = \frac{124,5 \cdot 0,01^2 \cdot 77,144}{7,41^{1/3}} \cdot \frac{4,49^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,07$$

- PIAS 4

$$\text{Panjang pias pertama (L)} = 57,346 \text{ m}$$

$$\text{Diameter} = 7,41 \text{ m}$$

$$Q_{\text{maks}} = 193,3 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$A = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2$$

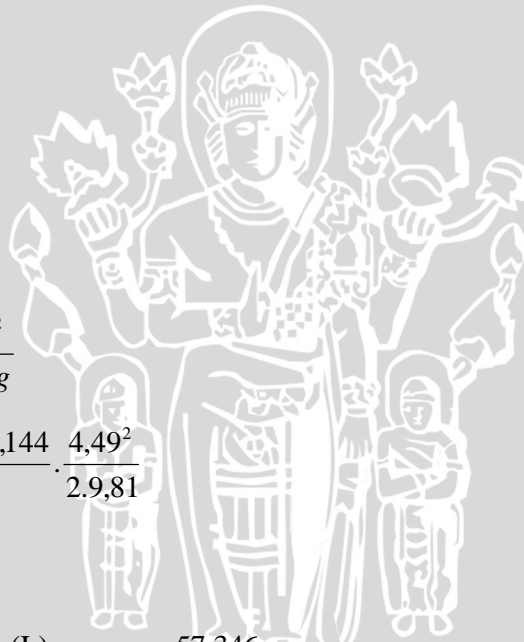
$$= 0,25 \cdot \pi \cdot 7,41^2$$

$$= 43,05 \text{ m}^2$$

$$v_1 = Q_{\text{maks}}/A_1$$

$$= 193,3/43,05$$

$$= 4,49 \text{ m/dtk}$$



$$hl = \frac{124,5.n^2.L}{D_1^{1/3}} \cdot \frac{v^2}{2.g}$$

$$hl = \frac{124,5.0,01^2.57,346}{7,41^{1/3}} \cdot \frac{4,49^2}{2,9,81}$$

$$= 0,05$$

- PIAS 5

$$\text{Panjang pias pertama (L)} = 7 \text{ m}$$

$$\text{Diameter} = 6,91 \text{ m}$$

$$Q_{\text{maks}} = 193,3 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$A = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2$$

$$= 0,25 \cdot \pi \cdot 6,91^2$$

$$= 37,50 \text{ m}^2$$

$$v_1 = \frac{Q_{\text{maks}}}{A_1}$$

$$= 193,3/37,50$$

$$= 5,15 \text{ m/dtk}$$

$$hl = \frac{124,5.n^2.L}{D_1^{1/3}} \cdot \frac{v^2}{2.g}$$

$$hl = \frac{124,5.0,01^2.7}{7,41^{1/3}} \cdot \frac{4,49^2}{2,9,81}$$

$$= 0,01$$

Sehingga total kehilangan tinggi *major losses* sebesar :

$$HI = 0,04 + 0,02 + 0,07 + 0,05 + 0,01$$

$$= 0,183$$

b. Kehilangan tinggi *minor losses*

- PIAS 1

- Koefisien akibat trashrack

Direncanakan :

- Bentuk tirai dengan nilai  $k = 2,34$  agar penyaringan maksimum
- Sudut *trashrack* diambil  $80^\circ$  terhadap bidang datar agar mempermudah dalam pemeliharaan dan pengerukkan sampah
- Tebal tirai (t) direncanakan 0,1 m ditambah 0,01 m sebagai pengaman terhadap korosi sehingga  $t = 0,11 \text{ m}$
- Jarak antar tirai direncanakan 0,5 m



- Rasio pengurangan diambil 20% (Anonim, 2004:X-1)

$$(t'/b') = \frac{t/b + (db/b)}{1 - (db/b)}$$

$$(t'/b') = \frac{0,11/0,5 + 0,2}{1 - 0,2}$$

$$(t'/b') = 0,525$$

$$k = \beta \cdot \sin \theta \cdot (t'/b')^{4/3}$$

$$k = 2,34 \cdot \sin 80^\circ \cdot (0,525)^{4/3}$$

$$k = 0,98$$

- Koefisien akibat katub

$$k_b = 0,2; \text{terbuka penuh (Liu, 1986:123)}$$

- PIAS 2

- Koefisien akibat belokan 1

$$\text{Hinds's Formula (Simon, 1986:122)}$$

$$k_l = (0,13 + 1,85 \cdot (r/R)^{3,5}) \cdot \sqrt{\alpha^\circ / 180^\circ}$$

$$k_l = (0,13 + 1,85 \cdot (3,7/10)^{3,5}) \cdot \sqrt{130^\circ / 180^\circ}$$

$$= 0,16$$

- Koefisien akibat belokan 2

$$k_l = (0,13 + 1,85 \cdot (3,7/10)^{3,5}) \cdot \sqrt{130^\circ / 180^\circ}$$

$$= 0,16$$

- PIAS 3

- Koefisien akibat belokan 3

$$k_l = (0,13 + 1,85 \cdot (3,7/10)^{3,5}) \cdot \sqrt{130^\circ / 180^\circ}$$

$$= 0,16$$

- PIAS 4

- Koefisien akibat percabangan

$$k = 0,1$$

- PIAS 5

- Koefisien akibat katub

$$k_b = 0,2; \text{terbuka penuh (Liu, 1986:123)}$$

- Koefisien akibat penyempitan

$$k_a = 0,24 \text{ (Linsley, 1985:311)}$$

Sehingga total kehilangan tinggi *minor losses* sebesar :

$$\begin{aligned} H_l &= 0,98 + 0,2 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,1 + 0,2 + 0,24 \\ &= 2,20 \end{aligned}$$

- c. Perhitungan tinggi jatuh efektif

$$H_{\text{gross}} = 57 \text{ m}$$

$$h_l = h_l \text{ major} + h_l \text{ minor}$$

$$= 0,18 + 2,20$$

$$= 2,38$$

$$H_{\text{eff}} = H_{\text{gross}} - h_l$$

$$= 57 - 2,38$$

$$= 54,62 \text{ m}$$



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

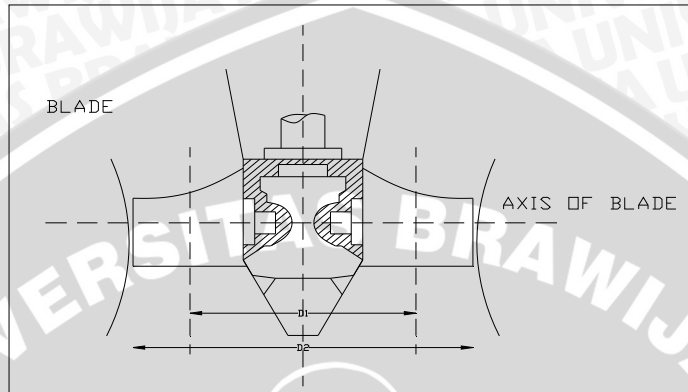




### 4.5 Turbin

Turbin yang digunakan dalam perencanaan PLTA Kusan 3 ini adalah turbin vertical-kaplan pada unit utama dan vertical-francis pada unit kecil, penentuan turbin ini dapat dilihat pada Tabel 2.3 didasarkan pada tinggi jatuh efektif sebesar 54,62 m.

#### a. Turbin utama



Gambar 4.5 Diameter Turbin Kaplan  
Sumber: Varshney, 1977:616

- Diameter *Runner* bagian luar (D2)

$$D2 = 38,93x \frac{\sqrt{H}}{N}$$

$$= 38,93x \frac{\sqrt{54,62}}{250}$$

$$= 1,15 \text{ m}$$

- Diameter Runner Bagian Dalam

Ditentukan perbandingan diameter runner bagian dalam dan (D<sub>1</sub>) dan diameter runner bagian luar (D<sub>2</sub>) adalah 2:3, maka

$$\frac{D1}{D2} = \frac{2}{3}$$

$$D1 = \frac{2}{3} D2$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 1,15$$

$$= 0,77 \text{ m}$$

- Kecepatan Spesifik

Ditentukan kecepatan putaran (N) = 250 rpm (asumsi)

Daya turbin maksimum = 42,31 MW

$$\text{Tinggi jatuh efektif maksimum (H}_{\text{eff}}) = 54,62 \text{ m}$$

$$N_s = N \frac{P^{\frac{1}{2}}}{H_{\text{eff}}^{\frac{5}{4}}}$$

$$= 250 \frac{42.678,72^{\frac{1}{2}}}{54,62^{\frac{5}{4}}}$$

$$= 347,82 \text{ rpm}$$

- Faktor Kecepatan

$$\phi = \frac{D \cdot N}{84,6 \cdot \sqrt{H_{\text{eff}}}}$$

$$\phi = \frac{1,15085}{84,6 \cdot \sqrt{54,62}}$$

$$\phi = 0,46$$

- Jarak Sudu Turbin

$$t = \frac{D_r \cdot \pi}{n}$$

$$= \frac{0,959 \cdot 3,14}{6}$$

$$= 0,50 \text{ m}$$

- Kavitasi

Kavitasi berakibat terjadinya erosi pada turbin, apabila terjadi erosi pada turbin akan berakibat menurunnya efisiensi turbin. Sehingga diperlukan kontrol terhadap timbulnya kavitasi pada turbin. Untuk mengontrol kavitasi digunakan rumus Thoma (persamaan 2-26). Adapun perhitungan kavitasi tersebut adalah sebagai berikut.

- Direncanakan kecepatan putaran turbin adalah,  $N = 250 \text{ rpm}$

- Kecepatan spesifik turbin adalah,  $N_s = 347,82 \text{ rpm}$

Turbin akan aman terhadap kavitasi apabila  $\sigma > \sigma_{\text{crit}}$ , nilai  $\sigma_{\text{crit}}$  berdasarkan persamaan (2-26).

$$\sigma_{\text{crit}} = 1,1 \left[ 0,28 + \frac{1}{660} + \left( \frac{N_s}{100} \right)^3 \right]$$

$$= 1,1 \left[ 0,28 + \frac{1}{660} + \left( \frac{347,82}{100} \right)^3 \right]$$

$$= 0,378$$

$$\sigma = \frac{H_a - H_w - H_s}{H}$$

- Tekanan atmosfer apabila TWL pada elevasi + 63,  $H_a = 9,945$  m
- Tekanan uap pada suhu  $20^0$  adalah,  $H_w = 0,24$  m (berdasarkan Tabel 2.6)
- Tinggi jatuh efektif Bulan Januari tahun 1952,  $H_{\text{eff}} = 54,62$  m

$H_s = \text{Elevasi runner} - \text{Elevasi TWL}$

$$= 51,5 - 63$$

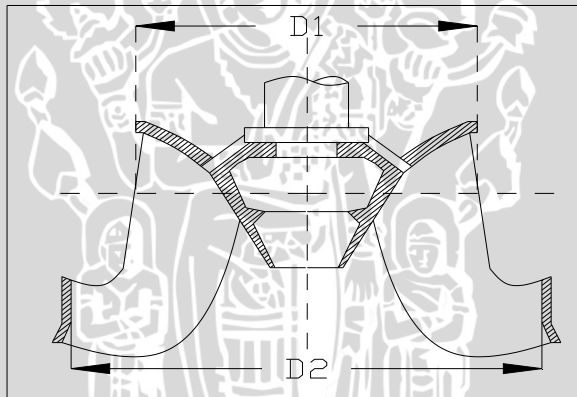
$$= -11,50 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{9,944 - 0,24 - (-11,50)}{54,62}$$

$$= 0,388 \text{ m}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa turbin aman terhadap kavitasi karena  $\sigma > \sigma_{\text{crit}}$  ( $0,388 > 0,378$ ).

**b. Turbin mini**



Gambar 4.6 Diameter Turbin Francis  
Sumber: Varshney, 1977:616

- Diameter *Runner* bagian luar (D2)

$$D2 = 38,93x \frac{\sqrt{H}}{N}$$

$$= 38,93x \frac{\sqrt{54,62}}{750}$$

$$= 0,38 \text{ m}$$



- Diameter Runner Bagian Dalam

Ditentukan perbandingan diameter runner bagian dalam dan ( $D_1$ ) dan diameter runner bagian luar ( $D_2$ ) adalah 2:3, maka

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{2}{3}$$

$$D_1 = \frac{2}{3} D_2$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 0,38$$

$$= 0,26 \text{ m}$$

- Kecepatan Spesifik

Ditentukan kecepatan putaran ( $N$ ) = 750 rpm (asumsi)

Daya turbin maksimum = 2,27 MW

Tinggi jatuh efektif maksimum ( $H_{\text{eff}}$ ) = 54,62 m

$$N_s = \frac{3470}{H_d^{0.625}}$$

$$= \frac{3470}{54,62^{0.625}}$$

$$= 284,76 \text{ rpm}$$

- Faktor Kecepatan

$$\phi = \frac{D \cdot N}{84,6 \cdot \sqrt{H_{\text{eff}}}}$$

$$\phi = \frac{0,38 \cdot 750}{84,6 \cdot \sqrt{54,62}}$$

$$\phi = 0,46$$

- Jarak Sudu Turbin

$$t = \frac{Dr \cdot \pi}{n}$$

$$= \frac{0,319 \cdot 3,14}{12}$$

$$= 0,08 \text{ m}$$

- Kavitasi

- Direncanakan kecepatan putaran turbin adalah,  $N = 750 \text{ rpm}$

- Kecepatan spesifik turbin adalah,  $N_s = 284,76 \text{ rpm}$



Turbin akan aman terhadap kavitasi apabila  $\sigma > \sigma_{crit}$ , nilai  $\sigma_{crit}$  berdasarkan persamaan (2-26).

$$\begin{aligned}\sigma_{crit} &= 1,1 \left[ 0,28 + \frac{1}{660} + \left( \frac{N_s}{100} \right)^3 \right] \\ &= 1,1 \left[ 0,28 + \frac{1}{660} + \left( \frac{284,76}{100} \right)^3 \right] \\ &= 0,346\end{aligned}$$

$$\sigma = \frac{H_a - H_w - H_s}{H}$$

- Tekanan atmosfer apabila TWL pada elevasi + 63,  $H_a = 9,945$  m
- Tekanan uap pada suhu  $20^0$  adalah,  $H_w = 0,24$  m (berdasarkan Tabel 2.6)
- Tinggi jatuh efektif Bulan Januari tahun 1952,  $H_{eff} = 54,62$  m

$H_s = \text{Elevasi runner} - \text{Elevasi TWL}$

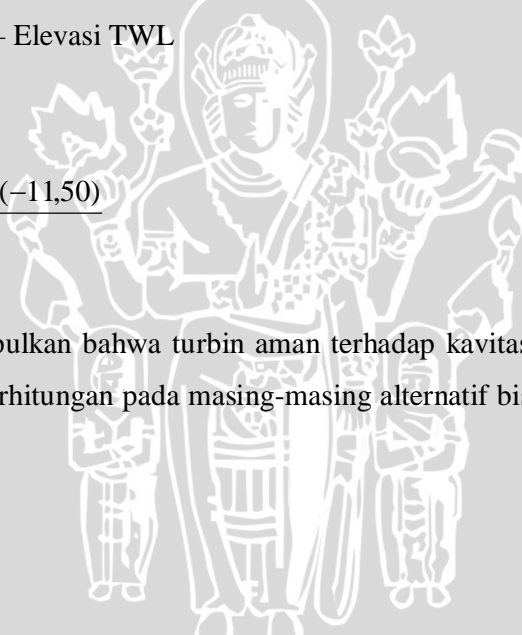
$$= 51,5 - 63$$

$$= -11,50 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{9,944 - 0,24 - (-11,50)}{54,62}$$

$$= 0,388 \text{ m}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa turbin aman terhadap kavitasi karena  $\sigma > \sigma_{crit}$  ( $0,388 > 0,346$ ). Untuk perhitungan pada masing-masing alternatif bisa dilihat pada tabel 4.13.



Tabel 4.13 Rekapitulasi Perhitungan Diameter Turbin pada masing-masing Alternatif

Alternatif	P		H	N		D2 runner		D1 runner		Ns		σ ort		σ		t		Keterangan	
	Unit utama	Unit mini		Unit Utama	Unit mini	Unit Utama	Unit mini	Unit Utama	Unit mini	Unit Utama	Unit Utama	Unit mini	Unit Utama	Unit mini	Unit Utama	Unit mini	Unit Utama	Unit mini	Unit Utama
1	MW	2.27	54.62	rpm	750	m	1.15	0.38	0.77	0.26	rpm	284.76	0.346	0.388	0.388	m	0.50	0.08	aman
2	MW	2.27	54.64	rpm	750	m	1.15	0.38	0.77	0.26	rpm	327.44	0.367	0.388	0.388	m	0.50	0.08	aman
3	MW	2.27	54.65	rpm	750	m	1.15	0.77	0.77	0.26	rpm	305.77	0.356	0.388	0.388	m	0.50	0.13	aman
4	MW	2.27	54.65	rpm	750	m	1.15	0.38	0.77	0.26	rpm	299.18	0.346	0.388	0.388	m	0.50	0.08	aman
5	MW	2.27	54.65	rpm	750	m	1.15	0.38	0.77	0.26	rpm	282.49	0.346	0.388	0.388	m	0.50	0.08	aman
6	MW	2.27	54.66	rpm	750	m	1.15	0.38	0.77	0.26	rpm	257.08	0.336	0.388	0.388	m	0.50	0.08	aman
7	MW	2.27	54.66	rpm	750	m	1.15	0.38	0.77	0.26	rpm	228.91	0.328	0.388	0.388	m	0.50	0.08	aman
8	MW	2.27	54.64	rpm	750	m	1.15	0.38	0.77	0.26	rpm	196.81	0.321	0.388	0.388	m	0.50	0.08	aman

Sumber: Hasil Perhitungan





#### 4.6 Perhitungan Penentuan Daya Terpasang

Sesuai dengan perhitungan simulasi kapasitas tampungan waduk dengan menggunakan alternatif 1 yang memiliki tingkat probabilitas keandalan 70,74% membutuhkan data sebagai berikut :

- Sedimen Level = 91,5 m
- Low Water Level = 100,0 m
- Normal Water Level = 120,0 m
- Volume Waduk pada SL = 25,99 juta m<sup>3</sup>
- Volume Waduk pada LWL = 45,40 juta m<sup>3</sup>
- Volume Waduk pada NWL = 146,79 juta m<sup>3</sup>
- Volume Tampungan Efektif = 101,39 juta m<sup>3</sup>
- Evaporasi = 4 mm/hr
- Luas permukaan waduk = 8,1 km<sup>2</sup>
- Lengkung Kapasitas = Waduk Kusan 3
- Q base load = 5 m<sup>3</sup>/det (1 turbin)
- Q peak load = 188,30 m<sup>3</sup>/det (94,15 m<sup>3</sup>/det x 2 turbin)
- Durasi beban dasar = 20 jam
- Durasi beban puncak = 4 jam
- Efisiensi turbin dan generator = 90% dan 94%

Langkah Perhitungan :

Contoh Operasi PLTA Bulan Januari Tahun 1952 :

2. Data debit inflow

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$I = \frac{44,5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 119,19 \text{ juta m}^3$$

2. Data debit outflow *Peak Load*

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{188,30 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 84,06 \text{ juta m}^3$$

### 3. Data debit outflow *Base Load*

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$O = \frac{5 \text{ m}^3/\text{det} \times 31 \text{ hari} \times 24 \times 60 \times 60}{1000000} = 11,16 \text{ juta m}^3$$

### 4. Data debit outflow Total

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} \text{Outflow Total} &= 84,06 + 11,16 \text{ juta m}^3 \\ &= 95,22 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

### 5. Luas Muka Air Waduk ( A )

Didapat dari nilai  $S_{\text{total periode}}$  yang kemudian dihubungkan dengan Luas genangan dan Volume tampungan waduk yang terdapat pada Kurva Kapasitas Tampungan Waduk.

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari),  $S_{\text{total periode}} = 146,790 \text{ juta m}^3$

$$A = 8,12 \text{ km}^2$$

### 6. Evaporasi Air Bebas

Contoh :

Bulan Januari tahun 1952 (31 hari), evaporasi sebesar 4 mm/hari

$$\text{Evaporasi} = \frac{4 \text{ mm} / \text{hr} \times 8,1 \text{ km}^2 \times 31 \times 1000}{1000000} = 1,004 \text{ juta m}^3$$

### 7. Tampungan Waduk ( $S_{n+1}$ ) :

Contoh :

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{n+1} &= \text{Tampungan Awal} + \text{Inflow} - \text{Outflow Total} - \text{Evaporasi} \\ &= (101,39 + 119,19 - 95,22 - 1,004) \times 10^6 \\ &= 124,36 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

### 8. Tampungan Akhir Periode

- Jika tampungan waduk  $< 0$ , maka tampungan akhir periode = 0
- Jika tampungan waduk  $<$  tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan waduk

- Jika tampungan waduk > tampungan aktif, maka tampungan akhir periode = tampungan aktif

Maka : Untuk bulan Januari tahun 1952,  $S_{\text{akhir periode}} = 101,390 \text{ juta m}^3$

#### 9. Tampungan Total Periode

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\begin{aligned} S_{\text{total periode}} &= S_{\text{akhir periode}} + \text{LWL} \\ &= 101,390 + 45,40 \\ &= 146,79 \text{ juta m}^3 \end{aligned}$$

#### 10. Spillout

- Jika tampungan waduk < tampungan aktif, maka  $\text{spillout} = 0$
- Jika tampungan waduk > tampungan aktif, maka  $\text{spillout} = (\text{tampungan waduk} - \text{tampungan aktif})$

Untuk bulan Januari tahun 1952 (31 hari)

$$\text{Spillout} = 124,36 - 101,39 = 22,97 \text{ juta m}^3$$

#### 11. Elevasi Muka Air

Untuk mencari elevasi muka air, digunakan persamaan lengkung kapasitas yang diperoleh dari hubungan antara tampungan dengan elevasi muka air, yaitu :

Contoh :

Untuk bulan Januari periode 1

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= 146,790 \text{ juta m}^3 \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 12. $H = \text{EMAW} - \text{elevasi TWL}$

$$\begin{aligned} &= 120 - 63 \\ &= 57 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 13. $H_l \text{ mayor} = 0,18$

#### 14. $H_l \text{ minor} = 2,20$

#### 15. Head Loss = $h_l \text{ mayor} + h_l \text{ minor}$

$$\begin{aligned} &= 0,18 + 2,20 \\ &= 2,38 \end{aligned}$$

#### 16. Net Head = $H - \text{Head Loss}$

$$\begin{aligned} &= 57 - 2,38 \\ &= 54,62 \end{aligned}$$

#### 17. Perhitungan Daya *Peak Load*

$$P_{\text{Peak Load}} = 9,8 \times H_{\text{eff}} \times Q \times \eta_t \times \eta_g$$



$$= 9,8 \times 54,62 \times 188,3 \times 90\% \times 94\%$$

$$= 85357,44 \text{ kW}$$

18. Perhitungan *Daya Base Load*

$$P \text{ Base Load} = 9,8 \times H_{\text{eff}} \times Q \times \eta_t \times \eta_g$$

$$= 9,8 \times 54,62 \times 5 \times 90\% \times 94\%$$

$$= 2266,53 \text{ kW}$$

19. Daya generator = daya peak load + daya base load

$$= 85357,44 + 2266,53$$

$$= 87623,97 \text{ kW}$$

$$= 87,62 \text{ MW}$$

20. Daya riil

- Jika daya nyata < daya teoritis, maka daya riil = daya riil = 88 MW
- Jika daya nyata > daya teoritis, maka daya riil = daya teoritis = 87,62 MW

21. Energi *Peak Load*

$$E \text{ Peak Load} = P \text{ Peak Load} \times t \times n$$

$$= 85357,44 \times 4 \times 31$$

$$= 10584322,68 \text{ kWh}$$

22. Energi *Base Load*

$$E \text{ Base Load} = P \text{ Base Load} \times t \times n$$

$$= 2266,53 \times 20 \times 31$$

$$= 1405247,30 \text{ kWh}$$

23. Energi riil

$$E \text{ riil} = \text{Daya riil} \times t \times n$$

$$= 87623,97 \times 24 \times 31$$

$$= 65192232,82 \text{ kWh}$$

24. Energi per tahun (1952) = 653303147,57 kWh

$$= 653,30 \text{ GWh}$$

Dari proses perhitungan ini di dapatkan nilai maksimal daya peak load dan base load yang nantinya dipakai sebagai dasar perencanaan daya terpasang 2 unit utama dan 1 unit kecil dengan daya maksimal peak load sebesar 87,62 MW dan base load sebesar 2,27 MW (tabel 4.14).

$$\text{Perencanaan Daya Terpasang } 88 \text{ MW} = (2 \times 42,68 \text{ MW}) + (1 \times 2,27 \text{ MW})$$

$$= 87,82 \text{ MW}$$

Tabel 4.14 Perencanaan Daya Terpasang PLTA Kusan 3 dengan Berbagai Alternatif.

Uraian	Satuan	Alt-1	Alt-2	Alt-3	Alt-4	Alt-5	Alt-6	Alt-7	Alt-8
Elevasi NWL	m	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Elevasi LWL	m	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40
Elevasi Tamp.Sedimen	m	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50
Volume waduk pada NWL	Juta m <sup>3</sup>	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79
Volume waduk pada LWL	Juta m <sup>3</sup>	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40
Volume tamp.sedimen	Juta m <sup>3</sup>	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99
Volume efektif waduk	Juta m <sup>3</sup>	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39
Debit inflow rata-2	m <sup>3</sup> /det	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55
Draft debit offlow		1.0	0.9	0.8	0.7709	0.7	0.6	0.5	0.4
Debit pembangkit	m <sup>3</sup> /det	35.55	31.99	28.44	27.40	24.88	21.33	17.77	14.22
Debit pembangkit peak load	m <sup>3</sup> /det	188.30	166.97	145.64	141.29	124.31	102.98	81.65	60.32
Debit pembangkit base load	m <sup>3</sup> /det	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Jumlah periode gagal	bulan	165	121	102	94	75	49	28	14
Jumlah periode simulasi	bulan	564	564	564	564	564	564	564	564
Probabilitas kegagalan simulasi per th	%	29.26%	21.45%	18.09%	16.67%	13.30%	8.69%	4.96%	2.48%
Probabilitas keberhasilan simulasi per th	%	70.74%	78.55%	81.91%	83.33%	86.70%	91.31%	95.04%	97.52%
Probabilitas kegagalan simulasi per th	hari	107	78	66	61	49	32	18	9
Probabilitas keberhasilan simulasi per th	hari	258	287	299	304	316	333	347	356
Output energy tahunan	GWh	638.08	589.79	530.04	510.8	464.32	399.58	326.06	251.49
Daya generator	MW	87.62	77.98	68.32	65.51	58.65	48.98	39.31	29.62
Daya riil	MW	87.62	77.98	68.00	65.00	58.65	48.98	39.00	29.62
Daya Terpasang	MW	88	78	68	65	59	49	39	30

Sumber : Tabel Perhitungan

## 4.7 Analisis Kelayakan Ekonomi

### 4.7.1 Biaya (Cost)

Komponen biaya pada studi ini terdiri dari biaya modal dan biaya OP. Biaya modal meliputi biaya langsung (pipa pesat, rumah pembangkit dan instalasi pembangkit) dan biaya tak langsung (*contingencies* dan biaya *engineering*). Sedangkan biaya OP sebesar 2,5% dari biaya investasi.

Adapun perhitungan biaya modal dengan menggunakan alternatif 1 adalah sebagai berikut.

diketahui:

- Diameter pipa pesat, DP 1 = 7,41 m , DP 2 = 7,41 m, DP 3 = 1,39 M
- Panjang pipa pesat, LPT 1 = 217,96 m , LPT 2 = 217,96 m, LPT 3 = 28,89 m
- Debit pembangkit, Qp = 193,3 m<sup>3</sup>/dtk
- Tinggi jatuh efektif, Heff = 54,62 m
- Daya, P = 87623,97 MW
- Jumlah unit pembangkit, N = 3
- Nilai tukar rupiah Rp.9.590,00 per 8 Oktober 2012 (berdasarkan BI rate),

Maka dengan menggunakan persamaan (2-34) sampai (2-40) diperoleh besar biaya langsung sebagai berikut.

a. *Main Dam*

$$\begin{aligned} \text{CDD} &= 100 \times \text{VDD}^{0,9} \\ &= 100 \times 396000^{0,9} \\ &= \text{US\$ } 10.912.535,44 \end{aligned}$$

b. *Intake*

$$\begin{aligned} A &= (54,62 + 7,41) \times 193,3 \times 2^{1/3} \\ &= 72,998 \\ \text{CIP} &= 38 \times 10^3 \times 72,998^{1,11} \\ &= \text{US\$ } 4.446.891,54 \end{aligned}$$

c. *Penstock (pipa pesat)*- *Penstock main unit*

$$\begin{aligned} \text{CPS 1} &= 800 \times \text{DP1}^{1,66} \times \text{LPT1} \times \text{N} \\ &= 800 \times 7,41^{1,66} \times 217,96 \times 1 \\ &= \text{US\$ } 4.840.647,31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CPS 2} &= 800 \times \text{DP2}^{1,66} \times \text{LPT2} \times \text{N} \\ &= 800 \times 7,41^{1,66} \times 217,96 \times 1 \\ &= \text{US\$ } 4.840.647,31 \end{aligned}$$

- *Penstock cabang mini unit*

$$\begin{aligned} \text{CPS 3} &= 800 \times \text{DP3}^{1,66} \times \text{LPT3} \times \text{N} \\ &= 800 \times 1,39^{1,66} \times 28,89 \times 1 \\ &= \text{US\$ } 39.800,70 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CPS} &= \text{CPS 1} + \text{CPS 2} + \text{CPS 3} \\ &= 4.840.647,31 + 4.840.647,31 + 39.800,70 \\ &= \text{US\$ } 9.721.095,31 \end{aligned}$$

d. *Power house (rumah pembangkit)*

$$\begin{aligned} \text{CHP1} &= 3,9 \times 10^3 \times (\text{P/HeF}^{1/2})^{0,71} \\ &= 3,9 \times 10^3 \times (87.623,97/54,62^{1/2})^{0,71} \\ &= \text{US\$ } 3.044.857,89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CHP2} &= 6,0 \times 10^3 \times (\text{Qp} \times \text{HeF}^{2/3} \times \text{N}^{1/2})^{0,85} \\ &= 6,0 \times 10^3 \times (193,3 \times 54,62^{2/3} \times 3^{1/2})^{0,85} \\ &= \text{US\$ } 8.104.461,32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CHP} &= \text{CHP1} + \text{CHP2} \\ &= 3.044.857,89 + 8.104.461,32 \\ &= \text{US\$ } 11.149.319,21 \end{aligned}$$



e. *Power equipment* (instalasi pembangkit)

$$\begin{aligned} \text{CPE} &= 5,9 \times 10^3 \times (\text{P}/\text{Hef}^{1/2})^{0,90} \\ &= 5,9 \times 10^3 \times (87.623,97/54,62^{1/2})^{0,90} \\ &= \text{US\$ } 27.378.167,54 \end{aligned}$$

Sehingga biaya langsung adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{CT} &= \text{CDD} + \text{CIP} + \text{CPS} + \text{CHP} + \text{CPE} \\ &= 10.912.535,44 + 4.446.891,54 + 9.721.095,31 + 11.149.319,21 \\ &\quad + 27.378.167,54 \\ &= \text{US\$ } 63.608.009,05 \end{aligned}$$

Harga satuan pada perhitungan biaya konstruksi PLTA tersebut adalah harga pada tahun 1983, maka untuk menentukan harga nyata pada tahun sekarang 2012 harus dibagi dengan faktor eskalasi. Sedang untuk menentukan faktor eskalasi diperoleh dengan Tabel 4.15 dan Gambar 4.7. Perubahan harga untuk mata uang asing mengikuti didasarkan pada persamaan dalam Gambar 4.7.

$$Y = 7,7858 \cdot X - 15317$$

Dari tabel 4.7, indeks harga untuk mata uang asing pada tahun 1963 sebesar 122. Untuk tahun 2012, nilai  $X = 2012$  maka faktor eskalasi dapat dihitung :

$$\begin{aligned} Y &= 7,7858 \cdot 2012 - 15317 \\ &= 348,12 \end{aligned}$$

$$\text{Faktor eskalasi EF} = 1 - \frac{348,12 - 122}{348,12} = 0,35$$

Jadi total biaya untuk tahun 2012 sebesar :

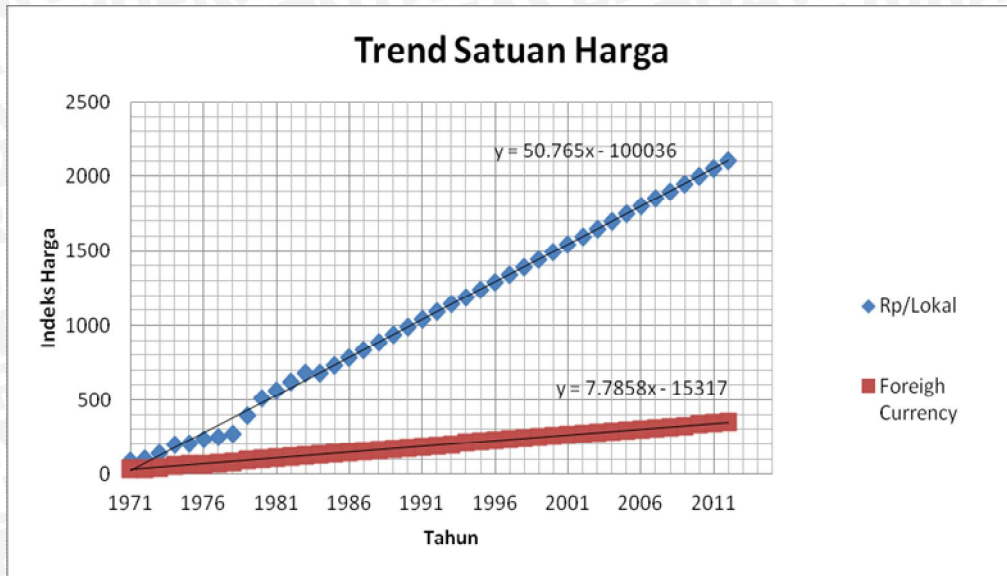
$$\begin{aligned} \text{CT}^* &= \frac{\text{CT}}{\text{EF}} \\ &= \frac{\text{US\$ } 63.608.009,05}{0,35} \\ &= \text{US\$ } 181.501.804,17 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Indeks Harga dan Faktor Eskalasi

Tahun	Uang Rupiah		Uang Asing	
	Indeks Harga	Faktor Eskalasi	Indeks Harga	Faktor Eskalasi
1971	87	7.84	32.9	3.7
1972	100	6.82	36.4	3.35
1973	135	5.05	43.8	2.79
1974	194	3.52	54.5	2.24
1975	207	3.29	62.9	1.94
1976	230	2.97	64	1.91
1977	251	2.72	69	1.77
1978	272	2.51	80	1.53
1979	392	1.74	90.6	1.35
1980	509	1.34	100	1.22
1981	563	1.21	109	1.13
1982	620	1.1	117	1.04
1983	682	1	122	1
1984	682	1.00	130	0.94
1985	732	0.93	138	0.89
1986	783	0.87	146	0.84
1987	834	0.82	153	0.80
1988	885	0.77	161	0.76
1989	936	0.73	169	0.72
1990	986	0.69	177	0.69
1991	1037	0.66	185	0.66
1992	1088	0.63	192	0.63
1993	1139	0.60	200	0.61
1994	1189	0.57	208	0.59
1995	1240	0.55	216	0.57
1996	1291	0.53	223	0.55
1997	1342	0.51	231	0.53
1998	1392	0.49	239	0.51
1999	1443	0.47	247	0.49
2000	1494	0.46	255	0.48
2001	1545	0.44	262	0.46
2002	1595	0.43	270	0.45
2003	1646	0.41	278	0.44
2004	1697	0.40	286	0.43
2005	1748	0.39	294	0.42
2006	1798	0.38	301	0.40
2007	1849	0.37	309	0.39
2008	1900	0.36	317	0.38
2009	1951	0.35	325	0.38
2010	2002	0.34	333	0.37
2011	2052	0.33	340	0.36
2012	2103	0.32	348	0.35

Sumber : Hasil Perhitungan





Gambar 4.7 Satuan Harga  
Sumber : Hasil Perhitungan

Sedangkan biaya tak langsung dari proyek pembangunan PLTA ini terdiri dari (Kodoatie, 1995:72):

- Biaya *Contingecies* (5% dari biaya langsung)
- Biaya *Engineering* (5 % dari biaya langsung)

a. *Contingecies*, adalah cadangan biaya tak terduga untuk pengeluaran yang belum pasti atau belum dapat diperkirakan sekarang, diambil 5% dari biaya langsung.

$$\begin{aligned} \text{Biaya } \textit{Contingecies} &= 0,05 \times \text{US\$ } 181.501.804,17 \\ &= \text{US\$ } 9.075.090,21 \end{aligned}$$

b. *Engineering*, adalah biaya untuk kegiatan yang terkait dengan aspek *engineering* mulai dari awal studi hingga detail desain, diambil 5% dari biaya langsung.

$$\begin{aligned} \text{Biaya } \textit{Contingecies} &= 0,05 \times \text{US\$ } 181.501.804,17 \\ &= \text{US\$ } 9.075.090,21 \end{aligned}$$

maka

$$\begin{aligned} \text{Biaya tak langsung} &= \text{biaya } \textit{contingecies} + \text{biaya } \textit{engineering} \\ &= \text{US\$ } 9.075.090,21 + \text{US\$ } 9.075.090,21 \\ &= \text{US\$ } 18.150.180,42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya modal} &= \text{biaya langsung} + \text{biaya tak langsung} \\ &= \text{US\$ } 181.501.804,17 + \text{US\$ } 18.150.180,42 \\ &= \text{US\$ } 199.651.984,59 \end{aligned}$$



Jadi biaya modal yang harus dikeluarkan untuk pembangunan PLTA adalah US\$ 199.651.984,59

Selain biaya modal, terdapat biaya tahunan yang harus disediakan. Dalam studi ini biaya tahunan berupa biaya O&P (operasi dan pemeliharaan) yang besarnya diperkirakan dari prosentase biaya modal. Biaya O&P untuk PLTA sebesar 2,5% dari biaya modal.

$$\begin{aligned}\text{Biaya O\&P} &= 0,025 \times \text{US\$ } 199.651.984,59 \\ &= \text{US\$ } 4.991.299,61\end{aligned}$$

Untuk rekapitulasi perhitungan dari beberapa alternatif dapat dilihat pada tabel 4.16-4.17.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tabel 4.16 Perhitungan Biaya Konstruksi pada berbagai Alternatif Debit Pembangkit

Alternatif	Q Pembangkit (m <sup>3</sup> /detik)	H efektif (m)	P (kW)	Nilai Tukar (Rp)	Biaya Main Dam	Biaya Intake	Biaya Pipa Pesat	Biaya Power House	Biaya Power Equipment	Total Biaya
1	193.30	54.62	87623.97	Rp9.590.00	\$ 10,912,535.44	\$ 4,446,891.54	\$ 9,721,095.31	\$ 11,149,319.21	\$ 27,378,167.54	\$ 63,608,009.05
2	171.97	54.64	77983.51	Rp9.590.00	\$ 10,912,535.44	\$ 4,154,048.53	\$ 8,910,736.46	\$ 10,141,913.79	\$ 24,647,602.31	\$ 58,766,836.53
3	150.64	54.65	68000.00	Rp9.590.00	\$ 10,912,535.44	\$ 3,845,892.03	\$ 8,074,907.57	\$ 9,101,341.85	\$ 21,786,850.75	\$ 53,721,527.63
4	144.43	54.62	65000.00	Rp9.590.00	\$ 10,912,535.44	\$ 3,752,892.66	\$ 7,826,277.42	\$ 8,790,746.75	\$ 20,919,844.78	\$ 52,202,297.05
5	129.31	54.65	58649.14	Rp9.590.00	\$ 10,912,535.44	\$ 3,519,337.11	\$ 7,208,813.84	\$ 8,049,569.64	\$ 19,070,932.12	\$ 48,761,188.16
6	107.98	54.66	48983.78	Rp9.590.00	\$ 10,912,535.44	\$ 3,170,550.08	\$ 6,305,384.37	\$ 6,956,849.81	\$ 16,216,150.57	\$ 43,561,470.27
7	86.65	54.66	39000.00	Rp9.590.00	\$ 10,912,535.44	\$ 2,792,130.47	\$ 5,355,581.22	\$ 5,812,664.32	\$ 13,208,661.96	\$ 38,081,573.42
8	65.32	54.62	29620.76	Rp9.590.00	\$ 10,912,535.44	\$ 2,372,730.53	\$ 4,344,327.87	\$ 4,632,896.03	\$ 10,313,565.10	\$ 32,576,054.96
<b>Jumlah</b>					\$ 87,300,283.56	\$ 28,054,472.95	\$ 57,747,124.05	\$ 64,635,301.39	\$ 153,541,775.12	\$ 391,278,957.06

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.17 Perhitungan Biaya Konstruksi pada berbagai Alternatif Debit Pembangkit

Alternatif	Q Pembangkit (m <sup>3</sup> /detik)	Faktor Eskalasi EF	Total Biaya CT	Total Biaya CT'	Biaya			Biaya Modal	Biaya Operasional	Biaya Total
					Contingencies	Engineering	Operasional			
1	193.3	0.350	\$ 63,608,009.05	\$ 181,501,804.17	\$ 9,075,090.21	\$ 9,075,090.21	\$ 199,651,984.59	\$ 4,991,299.61	\$ 204,643,284.21	
2	171.97	0.350	\$ 58,766,836.53	\$ 167,687,796.17	\$ 8,384,389.81	\$ 8,384,389.81	\$ 184,456,575.78	\$ 4,611,414.39	\$ 189,067,990.18	
3	150.64	0.350	\$ 53,721,527.63	\$ 153,291,296.72	\$ 7,664,564.84	\$ 7,664,564.84	\$ 168,620,426.39	\$ 4,215,510.66	\$ 172,835,937.05	
4	144.43	0.350	\$ 52,202,297.05	\$ 148,956,259.42	\$ 7,447,812.97	\$ 7,447,812.97	\$ 163,851,885.36	\$ 4,096,297.13	\$ 167,948,182.50	
5	129.31	0.350	\$ 48,761,188.16	\$ 139,137,252.64	\$ 6,956,862.63	\$ 6,956,862.63	\$ 153,050,977.90	\$ 3,826,274.45	\$ 156,877,252.35	
6	107.98	0.350	\$ 43,561,470.27	\$ 124,300,155.98	\$ 6,215,007.80	\$ 6,215,007.80	\$ 136,730,171.58	\$ 3,418,254.29	\$ 140,148,425.87	
7	86.65	0.350	\$ 38,081,573.42	\$ 108,663,584.73	\$ 5,433,179.24	\$ 5,433,179.24	\$ 119,529,943.20	\$ 2,988,248.58	\$ 122,518,191.78	
8	65.32	0.350	\$ 32,576,054.96	\$ 92,953,903.72	\$ 4,647,695.19	\$ 4,647,695.19	\$ 102,249,294.09	\$ 2,556,232.35	\$ 104,805,526.44	
<b>Jumlah</b>			\$ 391,278,957.06	\$ 1,116,492,053.55	\$ 55,824,602.68	\$ 55,824,602.68	\$ 1,228,141,258.90	\$ 30,703,531.47	\$ 1,258,844,790.37	

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.7.2 Manfaat (*Benefit*)

Komponen benefit dari studi ini didasarkan atas harga jual listrik yang dikeluarkan oleh PLN sebesar Rp 782,00. Diasumsi pembangunan PLTA Kusan 3 mulai dikerjakan pada tahun 2013 di saat selesainya pembangunan Waduk Kusan dengan jangka waktu pelaksanaan selama 5 tahun sehingga selesai akhir tahun 2018, maka harga listrik yang digunakan adalah pada tahun 2018 sebesar Rp 815,00 (harga listrik mengalami kenaikan karena pengaruh inflasi 12% setiap periode). Pada studi ini juga diperkirakan bahwa harga listrik mengalami kenaikan dalam 1 periode sekali sebesar 12% dari harga awal hingga akhir usia guna waduk. Berikut adalah perhitungan manfaat PLTA Kusan 3 dalam satu tahun (tahun 2018) pada alternatif 1.

Produksi energi tahunan = 638.078.649,10 kWh

Harga jual listrik = Rp 876,00/kWh

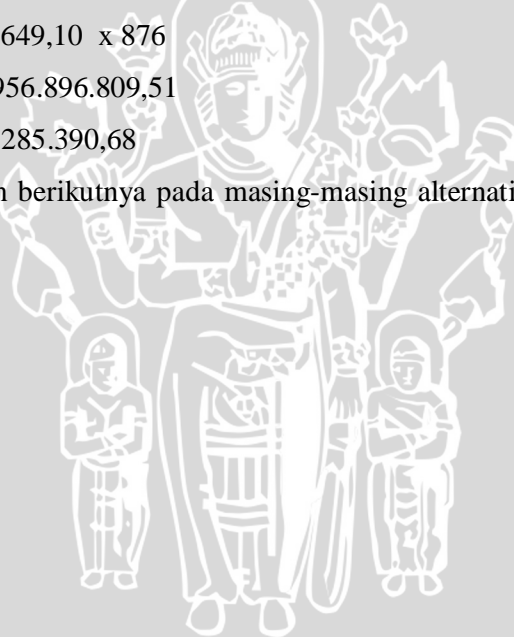
Benefit PLTA = produksi energi tahunan x harga jual listrik

= 638.078.649,10 x 876

= Rp 558.956.896.809,51

= US\$ 58.285.390,68

Besar benefit untuk tahun berikutnya pada masing-masing alternatif dapat dilihat pada tabel 4.18 -4.25.





Tabel 4.18 Benefit PLTA pada Alternatif 1

No	Tahun	Energi (kWh)	Harga Jual Listrik	Manfaat Tahunan Rp	Manfaat Tahunan US \$
1	2009	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
2	2010	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
3	2011	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
4	2012	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
5	2013	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
6	2014	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
7	2015	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
8	2016	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
9	2017	638,078,649.10	Rp 782.00	Rp -	\$ -
10	2018	638,078,649.10	Rp 876.00	Rp 558,956,896,609.51	\$ 58,285,390.68
11	2019	638,078,649.10	Rp 876.00	Rp 558,956,896,609.51	\$ 58,285,390.68
12	2020	638,078,649.10	Rp 970.00	Rp 618,936,289,624.69	\$ 64,539,759.08
13	2021	638,078,649.10	Rp 970.00	Rp 618,936,289,624.69	\$ 64,539,759.08
14	2022	638,078,649.10	Rp 1,064.00	Rp 678,915,682,639.86	\$ 70,794,127.49
15	2023	638,078,649.10	Rp 1,064.00	Rp 678,915,682,639.86	\$ 70,794,127.49
16	2024	638,078,649.10	Rp 1,158.00	Rp 738,895,075,655.04	\$ 77,048,495.90
17	2025	638,078,649.10	Rp 1,158.00	Rp 738,895,075,655.04	\$ 77,048,495.90
18	2026	638,078,649.10	Rp 1,252.00	Rp 798,874,468,670.21	\$ 83,302,864.30
19	2027	638,078,649.10	Rp 1,252.00	Rp 798,874,468,670.21	\$ 83,302,864.30
20	2028	638,078,649.10	Rp 1,346.00	Rp 858,853,861,685.39	\$ 89,557,232.71
21	2029	638,078,649.10	Rp 1,346.00	Rp 858,853,861,685.39	\$ 89,557,232.71
22	2030	638,078,649.10	Rp 1,440.00	Rp 918,833,254,700.56	\$ 95,811,601.12
23	2031	638,078,649.10	Rp 1,440.00	Rp 918,833,254,700.56	\$ 95,811,601.12
24	2032	638,078,649.10	Rp 1,534.00	Rp 978,812,647,715.74	\$ 102,065,969.52
25	2033	638,078,649.10	Rp 1,534.00	Rp 978,812,647,715.74	\$ 102,065,969.52
26	2034	638,078,649.10	Rp 1,628.00	Rp 1,038,792,040,730.91	\$ 108,320,337.93
27	2035	638,078,649.10	Rp 1,628.00	Rp 1,038,792,040,730.91	\$ 108,320,337.93
28	2036	638,078,649.10	Rp 1,722.00	Rp 1,098,771,433,746.09	\$ 114,574,706.33
29	2037	638,078,649.10	Rp 1,722.00	Rp 1,098,771,433,746.09	\$ 114,574,706.33
30	2038	638,078,649.10	Rp 1,816.00	Rp 1,158,750,826,761.27	\$ 120,829,074.74
31	2039	638,078,649.10	Rp 1,816.00	Rp 1,158,750,826,761.27	\$ 120,829,074.74
32	2040	638,078,649.10	Rp 1,910.00	Rp 1,218,730,219,776.44	\$ 127,083,443.15
33	2041	638,078,649.10	Rp 1,910.00	Rp 1,218,730,219,776.44	\$ 127,083,443.15
34	2042	638,078,649.10	Rp 2,004.00	Rp 1,278,709,612,791.62	\$ 133,337,811.55
35	2043	638,078,649.10	Rp 2,004.00	Rp 1,278,709,612,791.62	\$ 133,337,811.55
36	2044	638,078,649.10	Rp 2,098.00	Rp 1,338,689,005,806.79	\$ 139,592,179.96
37	2045	638,078,649.10	Rp 2,098.00	Rp 1,338,689,005,806.79	\$ 139,592,179.96
38	2046	638,078,649.10	Rp 2,192.00	Rp 1,398,668,398,821.97	\$ 145,846,548.37
39	2047	638,078,649.10	Rp 2,192.00	Rp 1,398,668,398,821.97	\$ 145,846,548.37
40	2048	638,078,649.10	Rp 2,286.00	Rp 1,458,647,791,837.14	\$ 152,100,916.77
41	2049	638,078,649.10	Rp 2,286.00	Rp 1,458,647,791,837.14	\$ 152,100,916.77
42	2050	638,078,649.10	Rp 2,380.00	Rp 1,518,627,184,852.32	\$ 158,355,285.18
43	2051	638,078,649.10	Rp 2,380.00	Rp 1,518,627,184,852.32	\$ 158,355,285.18
44	2052	638,078,649.10	Rp 2,474.00	Rp 1,578,606,577,867.50	\$ 164,609,653.58
45	2053	638,078,649.10	Rp 2,474.00	Rp 1,578,606,577,867.50	\$ 164,609,653.58
46	2054	638,078,649.10	Rp 2,568.00	Rp 1,638,585,970,882.67	\$ 170,864,021.99
47	2055	638,078,649.10	Rp 2,568.00	Rp 1,638,585,970,882.67	\$ 170,864,021.99
48	2056	638,078,649.10	Rp 2,662.00	Rp 1,698,565,363,897.85	\$ 177,118,390.40
49	2057	638,078,649.10	Rp 2,662.00	Rp 1,698,565,363,897.85	\$ 177,118,390.40
50	2058	638,078,649.10	Rp 2,756.00	Rp 1,758,544,756,913.02	\$ 183,372,758.80
51	2059	638,078,649.10	Rp 2,756.00	Rp 1,758,544,756,913.02	\$ 183,372,758.80
52	2060	638,078,649.10	Rp 2,850.00	Rp 1,818,524,149,928.20	\$ 189,627,127.21
53	2061	638,078,649.10	Rp 2,850.00	Rp 1,818,524,149,928.20	\$ 189,627,127.21
54	2062	638,078,649.10	Rp 2,944.00	Rp 1,878,503,542,943.37	\$ 195,881,495.61
55	2063	638,078,649.10	Rp 2,944.00	Rp 1,878,503,542,943.37	\$ 195,881,495.61
			Total	Rp 56,061,590,109,716.30	\$ 5,845,838,384.75
			Rerata	Rp 1,019,301,638,358.48	\$ 106,287,970.63

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.19 Benefit PLTA pada Alternatif 2

No	Tahun	Energi (kWh)	Harga Jual Listrik	Manfaat Tahunan Rp	Manfaat Tahunan US \$
1	2009	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
2	2010	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
3	2011	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
4	2012	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
5	2013	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
6	2014	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
7	2015	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
8	2016	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
9	2017	589,789,899.56	Rp 782.00	Rp -	\$ -
10	2018	589,789,899.56	Rp 876.00	Rp 516,655,952,010.22	\$ 53,874,447.55
11	2019	589,789,899.56	Rp 876.00	Rp 516,655,952,010.22	\$ 53,874,447.55
12	2020	589,789,899.56	Rp 970.00	Rp 572,096,202,568.39	\$ 59,655,495.58
13	2021	589,789,899.56	Rp 970.00	Rp 572,096,202,568.39	\$ 59,655,495.58
14	2022	589,789,899.56	Rp 1,064.00	Rp 627,536,453,126.57	\$ 65,436,543.60
15	2023	589,789,899.56	Rp 1,064.00	Rp 627,536,453,126.57	\$ 65,436,543.60
16	2024	589,789,899.56	Rp 1,158.00	Rp 682,976,703,684.74	\$ 71,217,591.63
17	2025	589,789,899.56	Rp 1,158.00	Rp 682,976,703,684.74	\$ 71,217,591.63
18	2026	589,789,899.56	Rp 1,252.00	Rp 738,416,954,242.91	\$ 76,998,639.65
19	2027	589,789,899.56	Rp 1,252.00	Rp 738,416,954,242.91	\$ 76,998,639.65
20	2028	589,789,899.56	Rp 1,346.00	Rp 793,857,204,801.09	\$ 82,779,687.67
21	2029	589,789,899.56	Rp 1,346.00	Rp 793,857,204,801.09	\$ 82,779,687.67
22	2030	589,789,899.56	Rp 1,440.00	Rp 849,297,455,359.26	\$ 88,560,735.70
23	2031	589,789,899.56	Rp 1,440.00	Rp 849,297,455,359.26	\$ 88,560,735.70
24	2032	589,789,899.56	Rp 1,534.00	Rp 904,737,705,917.44	\$ 94,341,783.72
25	2033	589,789,899.56	Rp 1,534.00	Rp 904,737,705,917.44	\$ 94,341,783.72
26	2034	589,789,899.56	Rp 1,628.00	Rp 960,177,956,475.61	\$ 100,122,831.75
27	2035	589,789,899.56	Rp 1,628.00	Rp 960,177,956,475.61	\$ 100,122,831.75
28	2036	589,789,899.56	Rp 1,722.00	Rp 1,015,618,207,033.78	\$ 105,903,879.77
29	2037	589,789,899.56	Rp 1,722.00	Rp 1,015,618,207,033.78	\$ 105,903,879.77
30	2038	589,789,899.56	Rp 1,816.00	Rp 1,071,058,457,591.96	\$ 111,684,927.80
31	2039	589,789,899.56	Rp 1,816.00	Rp 1,071,058,457,591.96	\$ 111,684,927.80
32	2040	589,789,899.56	Rp 1,910.00	Rp 1,126,498,708,150.13	\$ 117,465,975.82
33	2041	589,789,899.56	Rp 1,910.00	Rp 1,126,498,708,150.13	\$ 117,465,975.82
34	2042	589,789,899.56	Rp 2,004.00	Rp 1,181,938,958,708.30	\$ 123,247,023.85
35	2043	589,789,899.56	Rp 2,004.00	Rp 1,181,938,958,708.30	\$ 123,247,023.85
36	2044	589,789,899.56	Rp 2,098.00	Rp 1,237,379,209,266.48	\$ 129,028,071.87
37	2045	589,789,899.56	Rp 2,098.00	Rp 1,237,379,209,266.48	\$ 129,028,071.87
38	2046	589,789,899.56	Rp 2,192.00	Rp 1,292,819,459,824.65	\$ 134,809,119.90
39	2047	589,789,899.56	Rp 2,192.00	Rp 1,292,819,459,824.65	\$ 134,809,119.90
40	2048	589,789,899.56	Rp 2,286.00	Rp 1,348,259,710,382.83	\$ 140,590,167.92
41	2049	589,789,899.56	Rp 2,286.00	Rp 1,348,259,710,382.83	\$ 140,590,167.92
42	2050	589,789,899.56	Rp 2,380.00	Rp 1,403,699,960,941.00	\$ 146,371,215.95
43	2051	589,789,899.56	Rp 2,380.00	Rp 1,403,699,960,941.00	\$ 146,371,215.95
44	2052	589,789,899.56	Rp 2,474.00	Rp 1,459,140,211,499.17	\$ 152,152,263.97
45	2053	589,789,899.56	Rp 2,474.00	Rp 1,459,140,211,499.17	\$ 152,152,263.97
46	2054	589,789,899.56	Rp 2,568.00	Rp 1,514,580,462,057.35	\$ 157,933,312.00
47	2055	589,789,899.56	Rp 2,568.00	Rp 1,514,580,462,057.35	\$ 157,933,312.00
48	2056	589,789,899.56	Rp 2,662.00	Rp 1,570,020,712,615.52	\$ 163,714,360.02
49	2057	589,789,899.56	Rp 2,662.00	Rp 1,570,020,712,615.52	\$ 163,714,360.02
50	2058	589,789,899.56	Rp 2,756.00	Rp 1,625,460,963,173.70	\$ 169,495,408.05
51	2059	589,789,899.56	Rp 2,756.00	Rp 1,625,460,963,173.70	\$ 169,495,408.05
52	2060	589,789,899.56	Rp 2,850.00	Rp 1,680,901,213,731.87	\$ 175,276,456.07
53	2061	589,789,899.56	Rp 2,850.00	Rp 1,680,901,213,731.87	\$ 175,276,456.07
54	2062	589,789,899.56	Rp 2,944.00	Rp 1,736,341,464,290.04	\$ 181,057,504.10
55	2063	589,789,899.56	Rp 2,944.00	Rp 1,736,341,464,290.04	\$ 181,057,504.10
			Total	Rp 51,818,940,574,906.00	\$ 5,403,434,887.89
			Rerata	Rp 942,162,555,907.38	\$ 98,244,270.69

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.20 Benefit PLTA pada Alternatif 3

No	Tahun	Energi (kWh)	Harga Jual Listrik		Manfaat Tahunan Rp		Manfaat Tahunan US \$
1	2009	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
2	2010	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
3	2011	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
4	2012	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
5	2013	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
6	2014	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
7	2015	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
8	2016	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
9	2017	530,038,618.57	Rp	782.00	Rp	-	\$ -
10	2018	530,038,618.57	Rp	876.00	Rp	464,313,829,867.32	\$ 48,416,457.75
11	2019	530,038,618.57	Rp	876.00	Rp	464,313,829,867.32	\$ 48,416,457.75
12	2020	530,038,618.57	Rp	970.00	Rp	514,137,460,012.90	\$ 53,611,831.08
13	2021	530,038,618.57	Rp	970.00	Rp	514,137,460,012.90	\$ 53,611,831.08
14	2022	530,038,618.57	Rp	1,064.00	Rp	563,961,090,158.48	\$ 58,807,204.40
15	2023	530,038,618.57	Rp	1,064.00	Rp	563,961,090,158.48	\$ 58,807,204.40
16	2024	530,038,618.57	Rp	1,158.00	Rp	613,784,720,304.06	\$ 64,002,577.72
17	2025	530,038,618.57	Rp	1,158.00	Rp	613,784,720,304.06	\$ 64,002,577.72
18	2026	530,038,618.57	Rp	1,252.00	Rp	663,608,350,449.64	\$ 69,197,951.04
19	2027	530,038,618.57	Rp	1,252.00	Rp	663,608,350,449.64	\$ 69,197,951.04
20	2028	530,038,618.57	Rp	1,346.00	Rp	713,431,980,595.22	\$ 74,393,324.36
21	2029	530,038,618.57	Rp	1,346.00	Rp	713,431,980,595.22	\$ 74,393,324.36
22	2030	530,038,618.57	Rp	1,440.00	Rp	763,255,610,740.80	\$ 79,588,697.68
23	2031	530,038,618.57	Rp	1,440.00	Rp	763,255,610,740.80	\$ 79,588,697.68
24	2032	530,038,618.57	Rp	1,534.00	Rp	813,079,240,886.38	\$ 84,784,071.00
25	2033	530,038,618.57	Rp	1,534.00	Rp	813,079,240,886.38	\$ 84,784,071.00
26	2034	530,038,618.57	Rp	1,628.00	Rp	862,902,871,031.96	\$ 89,979,444.32
27	2035	530,038,618.57	Rp	1,628.00	Rp	862,902,871,031.96	\$ 89,979,444.32
28	2036	530,038,618.57	Rp	1,722.00	Rp	912,726,501,177.54	\$ 95,174,817.64
29	2037	530,038,618.57	Rp	1,722.00	Rp	912,726,501,177.54	\$ 95,174,817.64
30	2038	530,038,618.57	Rp	1,816.00	Rp	962,550,131,323.12	\$ 100,370,190.96
31	2039	530,038,618.57	Rp	1,816.00	Rp	962,550,131,323.12	\$ 100,370,190.96
32	2040	530,038,618.57	Rp	1,910.00	Rp	1,012,373,761,468.70	\$ 105,565,564.28
33	2041	530,038,618.57	Rp	1,910.00	Rp	1,012,373,761,468.70	\$ 105,565,564.28
34	2042	530,038,618.57	Rp	2,004.00	Rp	1,062,197,391,614.28	\$ 110,760,937.60
35	2043	530,038,618.57	Rp	2,004.00	Rp	1,062,197,391,614.28	\$ 110,760,937.60
36	2044	530,038,618.57	Rp	2,098.00	Rp	1,112,021,021,759.86	\$ 115,956,310.92
37	2045	530,038,618.57	Rp	2,098.00	Rp	1,112,021,021,759.86	\$ 115,956,310.92
38	2046	530,038,618.57	Rp	2,192.00	Rp	1,161,844,651,905.44	\$ 121,151,684.24
39	2047	530,038,618.57	Rp	2,192.00	Rp	1,161,844,651,905.44	\$ 121,151,684.24
40	2048	530,038,618.57	Rp	2,286.00	Rp	1,211,668,282,051.02	\$ 126,347,057.57
41	2049	530,038,618.57	Rp	2,286.00	Rp	1,211,668,282,051.02	\$ 126,347,057.57
42	2050	530,038,618.57	Rp	2,380.00	Rp	1,261,491,912,196.60	\$ 131,542,430.89
43	2051	530,038,618.57	Rp	2,380.00	Rp	1,261,491,912,196.60	\$ 131,542,430.89
44	2052	530,038,618.57	Rp	2,474.00	Rp	1,311,315,542,342.18	\$ 136,737,804.21
45	2053	530,038,618.57	Rp	2,474.00	Rp	1,311,315,542,342.18	\$ 136,737,804.21
46	2054	530,038,618.57	Rp	2,568.00	Rp	1,361,139,172,487.76	\$ 141,933,177.53
47	2055	530,038,618.57	Rp	2,568.00	Rp	1,361,139,172,487.76	\$ 141,933,177.53
48	2056	530,038,618.57	Rp	2,662.00	Rp	1,410,962,802,633.34	\$ 147,128,550.85
49	2057	530,038,618.57	Rp	2,662.00	Rp	1,410,962,802,633.34	\$ 147,128,550.85
50	2058	530,038,618.57	Rp	2,756.00	Rp	1,460,786,432,778.92	\$ 152,323,924.17
51	2059	530,038,618.57	Rp	2,756.00	Rp	1,460,786,432,778.92	\$ 152,323,924.17
52	2060	530,038,618.57	Rp	2,850.00	Rp	1,510,610,062,924.50	\$ 157,519,297.49
53	2061	530,038,618.57	Rp	2,850.00	Rp	1,510,610,062,924.50	\$ 157,519,297.49
54	2062	530,038,618.57	Rp	2,944.00	Rp	1,560,433,693,070.08	\$ 162,714,670.81
55	2063	530,038,618.57	Rp	2,944.00	Rp	1,560,433,693,070.08	\$ 162,714,670.81
			Total		Rp	46,569,193,027,560.30	\$ 4,856,015,956.99
			Rerata		Rp	846,712,600,501.10	\$ 88,291,199.22

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.21 Benefit PLTA pada Alternatif 4

No	Tahun	Energi (kWh)	Harga Jual Listrik	Manfaat Tahunan Rp	Manfaat Tahunan US \$
1	2009	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
2	2010	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
3	2011	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
4	2012	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
5	2013	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
6	2014	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
7	2015	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
8	2016	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
9	2017	510,762,190.90	Rp 782.00	Rp -	\$ -
10	2018	510,762,190.90	Rp 876.00	Rp 447,427,679,227.60	\$ 46,655,649.55
11	2019	510,762,190.90	Rp 876.00	Rp 447,427,679,227.60	\$ 46,655,649.55
12	2020	510,762,190.90	Rp 970.00	Rp 495,439,325,172.11	\$ 51,662,077.70
13	2021	510,762,190.90	Rp 970.00	Rp 495,439,325,172.11	\$ 51,662,077.70
14	2022	510,762,190.90	Rp 1,064.00	Rp 543,450,971,116.63	\$ 56,668,505.85
15	2023	510,762,190.90	Rp 1,064.00	Rp 543,450,971,116.63	\$ 56,668,505.85
16	2024	510,762,190.90	Rp 1,158.00	Rp 591,462,617,061.14	\$ 61,674,934.00
17	2025	510,762,190.90	Rp 1,158.00	Rp 591,462,617,061.14	\$ 61,674,934.00
18	2026	510,762,190.90	Rp 1,252.00	Rp 639,474,263,005.65	\$ 66,681,362.15
19	2027	510,762,190.90	Rp 1,252.00	Rp 639,474,263,005.65	\$ 66,681,362.15
20	2028	510,762,190.90	Rp 1,346.00	Rp 687,485,908,950.17	\$ 71,687,790.30
21	2029	510,762,190.90	Rp 1,346.00	Rp 687,485,908,950.17	\$ 71,687,790.30
22	2030	510,762,190.90	Rp 1,440.00	Rp 735,497,554,894.68	\$ 76,694,218.45
23	2031	510,762,190.90	Rp 1,440.00	Rp 735,497,554,894.68	\$ 76,694,218.45
24	2032	510,762,190.90	Rp 1,534.00	Rp 783,509,200,839.19	\$ 81,700,646.59
25	2033	510,762,190.90	Rp 1,534.00	Rp 783,509,200,839.19	\$ 81,700,646.59
26	2034	510,762,190.90	Rp 1,628.00	Rp 831,520,846,783.71	\$ 86,707,074.74
27	2035	510,762,190.90	Rp 1,628.00	Rp 831,520,846,783.71	\$ 86,707,074.74
28	2036	510,762,190.90	Rp 1,722.00	Rp 879,532,492,728.22	\$ 91,713,502.89
29	2037	510,762,190.90	Rp 1,722.00	Rp 879,532,492,728.22	\$ 91,713,502.89
30	2038	510,762,190.90	Rp 1,816.00	Rp 927,544,138,672.74	\$ 96,719,931.04
31	2039	510,762,190.90	Rp 1,816.00	Rp 927,544,138,672.74	\$ 96,719,931.04
32	2040	510,762,190.90	Rp 1,910.00	Rp 975,555,784,617.25	\$ 101,726,359.19
33	2041	510,762,190.90	Rp 1,910.00	Rp 975,555,784,617.25	\$ 101,726,359.19
34	2042	510,762,190.90	Rp 2,004.00	Rp 1,023,567,430,561.76	\$ 106,732,787.34
35	2043	510,762,190.90	Rp 2,004.00	Rp 1,023,567,430,561.76	\$ 106,732,787.34
36	2044	510,762,190.90	Rp 2,098.00	Rp 1,071,579,076,506.28	\$ 111,739,215.49
37	2045	510,762,190.90	Rp 2,098.00	Rp 1,071,579,076,506.28	\$ 111,739,215.49
38	2046	510,762,190.90	Rp 2,192.00	Rp 1,119,590,722,450.79	\$ 116,745,643.63
39	2047	510,762,190.90	Rp 2,192.00	Rp 1,119,590,722,450.79	\$ 116,745,643.63
40	2048	510,762,190.90	Rp 2,286.00	Rp 1,167,602,368,395.30	\$ 121,752,071.78
41	2049	510,762,190.90	Rp 2,286.00	Rp 1,167,602,368,395.30	\$ 121,752,071.78
42	2050	510,762,190.90	Rp 2,380.00	Rp 1,215,614,014,339.82	\$ 126,758,499.93
43	2051	510,762,190.90	Rp 2,380.00	Rp 1,215,614,014,339.82	\$ 126,758,499.93
44	2052	510,762,190.90	Rp 2,474.00	Rp 1,263,625,660,284.33	\$ 131,764,928.08
45	2053	510,762,190.90	Rp 2,474.00	Rp 1,263,625,660,284.33	\$ 131,764,928.08
46	2054	510,762,190.90	Rp 2,568.00	Rp 1,311,637,306,228.85	\$ 136,771,356.23
47	2055	510,762,190.90	Rp 2,568.00	Rp 1,311,637,306,228.85	\$ 136,771,356.23
48	2056	510,762,190.90	Rp 2,662.00	Rp 1,359,648,952,173.36	\$ 141,777,784.38
49	2057	510,762,190.90	Rp 2,662.00	Rp 1,359,648,952,173.36	\$ 141,777,784.38
50	2058	510,762,190.90	Rp 2,756.00	Rp 1,407,660,598,117.87	\$ 146,784,212.53
51	2059	510,762,190.90	Rp 2,756.00	Rp 1,407,660,598,117.87	\$ 146,784,212.53
52	2060	510,762,190.90	Rp 2,850.00	Rp 1,455,672,244,062.39	\$ 151,790,640.67
53	2061	510,762,190.90	Rp 2,850.00	Rp 1,455,672,244,062.39	\$ 151,790,640.67
54	2062	510,762,190.90	Rp 2,944.00	Rp 1,503,683,890,006.90	\$ 156,797,068.82
55	2063	510,762,190.90	Rp 2,944.00	Rp 1,503,683,890,006.90	\$ 156,797,068.82
			Total	Rp 44,875,566,092,393.50	\$ 4,679,412,522.67
			Rerata	Rp 815,919,383,498.06	\$ 85,080,227.68

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.22 Benefit PLTA pada Alternatif 5

No	Tahun	Energi (kWh)	Harga Jual Listrik	Manfaat Tahunan Rp	Manfaat Tahunan US \$
1	2009	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
2	2010	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
3	2011	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
4	2012	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
5	2013	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
6	2014	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
7	2015	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
8	2016	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
9	2017	464,324,176.79	Rp 782.00	Rp -	\$ -
10	2018	464,324,176.79	Rp 876.00	Rp 406,747,978,864.08	\$ 42,413,762.13
11	2019	464,324,176.79	Rp 876.00	Rp 406,747,978,864.08	\$ 42,413,762.13
12	2020	464,324,176.79	Rp 970.00	Rp 450,394,451,481.91	\$ 46,965,010.58
13	2021	464,324,176.79	Rp 970.00	Rp 450,394,451,481.91	\$ 46,965,010.58
14	2022	464,324,176.79	Rp 1,064.00	Rp 494,040,924,099.75	\$ 51,516,259.03
15	2023	464,324,176.79	Rp 1,064.00	Rp 494,040,924,099.75	\$ 51,516,259.03
16	2024	464,324,176.79	Rp 1,158.00	Rp 537,687,396,717.58	\$ 56,067,507.48
17	2025	464,324,176.79	Rp 1,158.00	Rp 537,687,396,717.58	\$ 56,067,507.48
18	2026	464,324,176.79	Rp 1,252.00	Rp 581,333,869,335.41	\$ 60,618,755.93
19	2027	464,324,176.79	Rp 1,252.00	Rp 581,333,869,335.41	\$ 60,618,755.93
20	2028	464,324,176.79	Rp 1,346.00	Rp 624,980,341,953.25	\$ 65,170,004.37
21	2029	464,324,176.79	Rp 1,346.00	Rp 624,980,341,953.25	\$ 65,170,004.37
22	2030	464,324,176.79	Rp 1,440.00	Rp 668,626,814,571.08	\$ 69,721,252.82
23	2031	464,324,176.79	Rp 1,440.00	Rp 668,626,814,571.08	\$ 69,721,252.82
24	2032	464,324,176.79	Rp 1,534.00	Rp 712,273,287,188.92	\$ 74,272,501.27
25	2033	464,324,176.79	Rp 1,534.00	Rp 712,273,287,188.92	\$ 74,272,501.27
26	2034	464,324,176.79	Rp 1,628.00	Rp 755,919,759,806.75	\$ 78,823,749.72
27	2035	464,324,176.79	Rp 1,628.00	Rp 755,919,759,806.75	\$ 78,823,749.72
28	2036	464,324,176.79	Rp 1,722.00	Rp 799,566,232,424.59	\$ 83,374,998.17
29	2037	464,324,176.79	Rp 1,722.00	Rp 799,566,232,424.59	\$ 83,374,998.17
30	2038	464,324,176.79	Rp 1,816.00	Rp 843,212,705,042.42	\$ 87,926,246.62
31	2039	464,324,176.79	Rp 1,816.00	Rp 843,212,705,042.42	\$ 87,926,246.62
32	2040	464,324,176.79	Rp 1,910.00	Rp 886,859,177,660.26	\$ 92,477,495.06
33	2041	464,324,176.79	Rp 1,910.00	Rp 886,859,177,660.26	\$ 92,477,495.06
34	2042	464,324,176.79	Rp 2,004.00	Rp 930,505,650,278.09	\$ 97,028,743.51
35	2043	464,324,176.79	Rp 2,004.00	Rp 930,505,650,278.09	\$ 97,028,743.51
36	2044	464,324,176.79	Rp 2,098.00	Rp 974,152,122,895.93	\$ 101,579,991.96
37	2045	464,324,176.79	Rp 2,098.00	Rp 974,152,122,895.93	\$ 101,579,991.96
38	2046	464,324,176.79	Rp 2,192.00	Rp 1,017,798,595,513.76	\$ 106,131,240.41
39	2047	464,324,176.79	Rp 2,192.00	Rp 1,017,798,595,513.76	\$ 106,131,240.41
40	2048	464,324,176.79	Rp 2,286.00	Rp 1,061,445,068,131.59	\$ 110,682,488.86
41	2049	464,324,176.79	Rp 2,286.00	Rp 1,061,445,068,131.59	\$ 110,682,488.86
42	2050	464,324,176.79	Rp 2,380.00	Rp 1,105,091,540,749.43	\$ 115,233,737.30
43	2051	464,324,176.79	Rp 2,380.00	Rp 1,105,091,540,749.43	\$ 115,233,737.30
44	2052	464,324,176.79	Rp 2,474.00	Rp 1,148,738,013,367.26	\$ 119,784,985.75
45	2053	464,324,176.79	Rp 2,474.00	Rp 1,148,738,013,367.26	\$ 119,784,985.75
46	2054	464,324,176.79	Rp 2,568.00	Rp 1,192,384,485,985.10	\$ 124,336,234.20
47	2055	464,324,176.79	Rp 2,568.00	Rp 1,192,384,485,985.10	\$ 124,336,234.20
48	2056	464,324,176.79	Rp 2,662.00	Rp 1,236,030,958,602.93	\$ 128,887,482.65
49	2057	464,324,176.79	Rp 2,662.00	Rp 1,236,030,958,602.93	\$ 128,887,482.65
50	2058	464,324,176.79	Rp 2,756.00	Rp 1,279,677,431,220.77	\$ 133,438,731.10
51	2059	464,324,176.79	Rp 2,756.00	Rp 1,279,677,431,220.77	\$ 133,438,731.10
52	2060	464,324,176.79	Rp 2,850.00	Rp 1,323,323,903,838.60	\$ 137,989,979.55
53	2061	464,324,176.79	Rp 2,850.00	Rp 1,323,323,903,838.60	\$ 137,989,979.55
54	2062	464,324,176.79	Rp 2,944.00	Rp 1,366,970,376,456.44	\$ 142,541,227.99
55	2063	464,324,176.79	Rp 2,944.00	Rp 1,366,970,376,456.44	\$ 142,541,227.99
			Total	Rp 40,795,522,172,371.80	\$ 4,253,964,772.93
			Rerata	Rp 741,736,766,770.40	\$ 77,344,814.05

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.23 Benefit PLTA pada Alternatif 6

No	Tahun	Energi (kWh)	Harga Jual Listrik	Manfaat Tahunan Rp	Manfaat Tahunan US \$
1	2009	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
2	2010	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
3	2011	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
4	2012	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
5	2013	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
6	2014	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
7	2015	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
8	2016	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
9	2017	399,576,628.63	Rp 782.00	Rp -	\$ -
10	2018	399,576,628.63	Rp 876.00	Rp 350,029,126,679.03	\$ 36,499,387.56
11	2019	399,576,628.63	Rp 876.00	Rp 350,029,126,679.03	\$ 36,499,387.56
12	2020	399,576,628.63	Rp 970.00	Rp 387,589,329,770.16	\$ 40,415,988.51
13	2021	399,576,628.63	Rp 970.00	Rp 387,589,329,770.16	\$ 40,415,988.51
14	2022	399,576,628.63	Rp 1,064.00	Rp 425,149,532,861.29	\$ 44,332,589.45
15	2023	399,576,628.63	Rp 1,064.00	Rp 425,149,532,861.29	\$ 44,332,589.45
16	2024	399,576,628.63	Rp 1,158.00	Rp 462,709,735,952.42	\$ 48,249,190.40
17	2025	399,576,628.63	Rp 1,158.00	Rp 462,709,735,952.42	\$ 48,249,190.40
18	2026	399,576,628.63	Rp 1,252.00	Rp 500,269,939,043.54	\$ 52,165,791.35
19	2027	399,576,628.63	Rp 1,252.00	Rp 500,269,939,043.54	\$ 52,165,791.35
20	2028	399,576,628.63	Rp 1,346.00	Rp 537,830,142,134.67	\$ 56,082,392.30
21	2029	399,576,628.63	Rp 1,346.00	Rp 537,830,142,134.67	\$ 56,082,392.30
22	2030	399,576,628.63	Rp 1,440.00	Rp 575,390,345,225.80	\$ 59,998,993.25
23	2031	399,576,628.63	Rp 1,440.00	Rp 575,390,345,225.80	\$ 59,998,993.25
24	2032	399,576,628.63	Rp 1,534.00	Rp 612,950,548,316.93	\$ 63,915,594.19
25	2033	399,576,628.63	Rp 1,534.00	Rp 612,950,548,316.93	\$ 63,915,594.19
26	2034	399,576,628.63	Rp 1,628.00	Rp 650,510,751,408.06	\$ 67,832,195.14
27	2035	399,576,628.63	Rp 1,628.00	Rp 650,510,751,408.06	\$ 67,832,195.14
28	2036	399,576,628.63	Rp 1,722.00	Rp 688,070,954,499.19	\$ 71,748,796.09
29	2037	399,576,628.63	Rp 1,722.00	Rp 688,070,954,499.19	\$ 71,748,796.09
30	2038	399,576,628.63	Rp 1,816.00	Rp 725,631,157,590.32	\$ 75,665,397.04
31	2039	399,576,628.63	Rp 1,816.00	Rp 725,631,157,590.32	\$ 75,665,397.04
32	2040	399,576,628.63	Rp 1,910.00	Rp 763,191,360,681.44	\$ 79,581,997.99
33	2041	399,576,628.63	Rp 1,910.00	Rp 763,191,360,681.44	\$ 79,581,997.99
34	2042	399,576,628.63	Rp 2,004.00	Rp 800,751,563,772.57	\$ 83,498,598.93
35	2043	399,576,628.63	Rp 2,004.00	Rp 800,751,563,772.57	\$ 83,498,598.93
36	2044	399,576,628.63	Rp 2,098.00	Rp 838,311,766,863.70	\$ 87,415,199.88
37	2045	399,576,628.63	Rp 2,098.00	Rp 838,311,766,863.70	\$ 87,415,199.88
38	2046	399,576,628.63	Rp 2,192.00	Rp 875,871,969,954.83	\$ 91,331,800.83
39	2047	399,576,628.63	Rp 2,192.00	Rp 875,871,969,954.83	\$ 91,331,800.83
40	2048	399,576,628.63	Rp 2,286.00	Rp 913,432,173,045.96	\$ 95,248,401.78
41	2049	399,576,628.63	Rp 2,286.00	Rp 913,432,173,045.96	\$ 95,248,401.78
42	2050	399,576,628.63	Rp 2,380.00	Rp 950,992,376,137.09	\$ 99,165,002.73
43	2051	399,576,628.63	Rp 2,380.00	Rp 950,992,376,137.09	\$ 99,165,002.73
44	2052	399,576,628.63	Rp 2,474.00	Rp 988,552,579,228.22	\$ 103,081,603.67
45	2053	399,576,628.63	Rp 2,474.00	Rp 988,552,579,228.22	\$ 103,081,603.67
46	2054	399,576,628.63	Rp 2,568.00	Rp 1,026,112,782,319.34	\$ 106,998,204.62
47	2055	399,576,628.63	Rp 2,568.00	Rp 1,026,112,782,319.34	\$ 106,998,204.62
48	2056	399,576,628.63	Rp 2,662.00	Rp 1,063,672,985,410.47	\$ 110,914,805.57
49	2057	399,576,628.63	Rp 2,662.00	Rp 1,063,672,985,410.47	\$ 110,914,805.57
50	2058	399,576,628.63	Rp 2,756.00	Rp 1,101,233,188,501.60	\$ 114,831,406.52
51	2059	399,576,628.63	Rp 2,756.00	Rp 1,101,233,188,501.60	\$ 114,831,406.52
52	2060	399,576,628.63	Rp 2,850.00	Rp 1,138,793,391,592.73	\$ 118,748,007.47
53	2061	399,576,628.63	Rp 2,850.00	Rp 1,138,793,391,592.73	\$ 118,748,007.47
54	2062	399,576,628.63	Rp 2,944.00	Rp 1,176,353,594,683.86	\$ 122,664,608.41
55	2063	399,576,628.63	Rp 2,944.00	Rp 1,176,353,594,683.86	\$ 122,664,608.41
			Total	Rp 35,106,802,591,346.40	\$ 3,660,771,907.34
			Rerata	Rp 638,305,501,660.84	\$ 66,559,489.22

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.24 Benefit PLTA pada Alternatif 7

No	Tahun	Energi (kWh)	Harga Jual Listrik	Manfaat Tahunan Rp	Manfaat Tahunan US \$
1	2009	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
2	2010	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
3	2011	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
4	2012	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
5	2013	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
6	2014	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
7	2015	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
8	2016	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
9	2017	326,057,024.86	Rp 782.00	Rp -	\$ -
10	2018	326,057,024.86	Rp 876.00	Rp 285,625,953,776.53	\$ 29,783,728.24
11	2019	326,057,024.86	Rp 876.00	Rp 285,625,953,776.53	\$ 29,783,728.24
12	2020	326,057,024.86	Rp 970.00	Rp 316,275,314,113.28	\$ 32,979,699.07
13	2021	326,057,024.86	Rp 970.00	Rp 316,275,314,113.28	\$ 32,979,699.07
14	2022	326,057,024.86	Rp 1,064.00	Rp 346,924,674,450.03	\$ 36,175,669.91
15	2023	326,057,024.86	Rp 1,064.00	Rp 346,924,674,450.03	\$ 36,175,669.91
16	2024	326,057,024.86	Rp 1,158.00	Rp 377,574,034,786.79	\$ 39,371,640.75
17	2025	326,057,024.86	Rp 1,158.00	Rp 377,574,034,786.79	\$ 39,371,640.75
18	2026	326,057,024.86	Rp 1,252.00	Rp 408,223,395,123.54	\$ 42,567,611.59
19	2027	326,057,024.86	Rp 1,252.00	Rp 408,223,395,123.54	\$ 42,567,611.59
20	2028	326,057,024.86	Rp 1,346.00	Rp 438,872,755,460.29	\$ 45,763,582.43
21	2029	326,057,024.86	Rp 1,346.00	Rp 438,872,755,460.29	\$ 45,763,582.43
22	2030	326,057,024.86	Rp 1,440.00	Rp 469,522,115,797.04	\$ 48,959,553.26
23	2031	326,057,024.86	Rp 1,440.00	Rp 469,522,115,797.04	\$ 48,959,553.26
24	2032	326,057,024.86	Rp 1,534.00	Rp 500,171,476,133.79	\$ 52,155,524.10
25	2033	326,057,024.86	Rp 1,534.00	Rp 500,171,476,133.79	\$ 52,155,524.10
26	2034	326,057,024.86	Rp 1,628.00	Rp 530,820,836,470.54	\$ 55,351,494.94
27	2035	326,057,024.86	Rp 1,628.00	Rp 530,820,836,470.54	\$ 55,351,494.94
28	2036	326,057,024.86	Rp 1,722.00	Rp 561,470,196,807.29	\$ 58,547,465.78
29	2037	326,057,024.86	Rp 1,722.00	Rp 561,470,196,807.29	\$ 58,547,465.78
30	2038	326,057,024.86	Rp 1,816.00	Rp 592,119,557,144.04	\$ 61,743,436.62
31	2039	326,057,024.86	Rp 1,816.00	Rp 592,119,557,144.04	\$ 61,743,436.62
32	2040	326,057,024.86	Rp 1,910.00	Rp 622,768,917,480.80	\$ 64,939,407.45
33	2041	326,057,024.86	Rp 1,910.00	Rp 622,768,917,480.80	\$ 64,939,407.45
34	2042	326,057,024.86	Rp 2,004.00	Rp 653,418,277,817.55	\$ 68,135,378.29
35	2043	326,057,024.86	Rp 2,004.00	Rp 653,418,277,817.55	\$ 68,135,378.29
36	2044	326,057,024.86	Rp 2,098.00	Rp 684,067,638,154.30	\$ 71,331,349.13
37	2045	326,057,024.86	Rp 2,098.00	Rp 684,067,638,154.30	\$ 71,331,349.13
38	2046	326,057,024.86	Rp 2,192.00	Rp 714,716,998,491.05	\$ 74,527,319.97
39	2047	326,057,024.86	Rp 2,192.00	Rp 714,716,998,491.05	\$ 74,527,319.97
40	2048	326,057,024.86	Rp 2,286.00	Rp 745,366,358,827.80	\$ 77,723,290.81
41	2049	326,057,024.86	Rp 2,286.00	Rp 745,366,358,827.80	\$ 77,723,290.81
42	2050	326,057,024.86	Rp 2,380.00	Rp 776,015,719,164.55	\$ 80,919,261.64
43	2051	326,057,024.86	Rp 2,380.00	Rp 776,015,719,164.55	\$ 80,919,261.64
44	2052	326,057,024.86	Rp 2,474.00	Rp 806,665,079,501.30	\$ 84,115,232.48
45	2053	326,057,024.86	Rp 2,474.00	Rp 806,665,079,501.30	\$ 84,115,232.48
46	2054	326,057,024.86	Rp 2,568.00	Rp 837,314,439,838.05	\$ 87,311,203.32
47	2055	326,057,024.86	Rp 2,568.00	Rp 837,314,439,838.05	\$ 87,311,203.32
48	2056	326,057,024.86	Rp 2,662.00	Rp 867,963,800,174.80	\$ 90,507,174.16
49	2057	326,057,024.86	Rp 2,662.00	Rp 867,963,800,174.80	\$ 90,507,174.16
50	2058	326,057,024.86	Rp 2,756.00	Rp 898,613,160,511.56	\$ 93,703,145.00
51	2059	326,057,024.86	Rp 2,756.00	Rp 898,613,160,511.56	\$ 93,703,145.00
52	2060	326,057,024.86	Rp 2,850.00	Rp 929,262,520,848.31	\$ 96,899,115.83
53	2061	326,057,024.86	Rp 2,850.00	Rp 929,262,520,848.31	\$ 96,899,115.83
54	2062	326,057,024.86	Rp 2,944.00	Rp 959,911,881,185.06	\$ 100,095,086.67
55	2063	326,057,024.86	Rp 2,944.00	Rp 959,911,881,185.06	\$ 100,095,086.67
			Total	Rp 28,647,370,204,116.60	\$ 2,987,212,742.87
			Rerata	Rp 520,861,276,438.48	\$ 54,312,958.96

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.25 Benefit PLTA pada Alternatif 8

No	Tahun	Energi (kWh)	Harga Jual Listrik	Manfaat Tahunan Rp	Manfaat Tahunan US \$
1	2009	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
2	2010	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
3	2011	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
4	2012	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
5	2013	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
6	2014	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
7	2015	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
8	2016	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
9	2017	251,491,293.58	Rp 782.00	Rp -	\$ -
10	2018	251,491,293.58	Rp 876.00	Rp 220,306,373,173.37	\$ 22,972,510.24
11	2019	251,491,293.58	Rp 876.00	Rp 220,306,373,173.37	\$ 22,972,510.24
12	2020	251,491,293.58	Rp 970.00	Rp 243,946,554,769.60	\$ 25,437,596.95
13	2021	251,491,293.58	Rp 970.00	Rp 243,946,554,769.60	\$ 25,437,596.95
14	2022	251,491,293.58	Rp 1,064.00	Rp 267,586,736,365.83	\$ 27,902,683.67
15	2023	251,491,293.58	Rp 1,064.00	Rp 267,586,736,365.83	\$ 27,902,683.67
16	2024	251,491,293.58	Rp 1,158.00	Rp 291,226,917,962.06	\$ 30,367,770.38
17	2025	251,491,293.58	Rp 1,158.00	Rp 291,226,917,962.06	\$ 30,367,770.38
18	2026	251,491,293.58	Rp 1,252.00	Rp 314,867,099,558.29	\$ 32,832,857.10
19	2027	251,491,293.58	Rp 1,252.00	Rp 314,867,099,558.29	\$ 32,832,857.10
20	2028	251,491,293.58	Rp 1,346.00	Rp 338,507,281,154.52	\$ 35,297,943.81
21	2029	251,491,293.58	Rp 1,346.00	Rp 338,507,281,154.52	\$ 35,297,943.81
22	2030	251,491,293.58	Rp 1,440.00	Rp 362,147,462,750.75	\$ 37,763,030.53
23	2031	251,491,293.58	Rp 1,440.00	Rp 362,147,462,750.75	\$ 37,763,030.53
24	2032	251,491,293.58	Rp 1,534.00	Rp 385,787,644,346.98	\$ 40,228,117.24
25	2033	251,491,293.58	Rp 1,534.00	Rp 385,787,644,346.98	\$ 40,228,117.24
26	2034	251,491,293.58	Rp 1,628.00	Rp 409,427,825,943.21	\$ 42,693,203.96
27	2035	251,491,293.58	Rp 1,628.00	Rp 409,427,825,943.21	\$ 42,693,203.96
28	2036	251,491,293.58	Rp 1,722.00	Rp 433,068,007,539.44	\$ 45,158,290.67
29	2037	251,491,293.58	Rp 1,722.00	Rp 433,068,007,539.44	\$ 45,158,290.67
30	2038	251,491,293.58	Rp 1,816.00	Rp 456,708,189,135.67	\$ 47,623,377.39
31	2039	251,491,293.58	Rp 1,816.00	Rp 456,708,189,135.67	\$ 47,623,377.39
32	2040	251,491,293.58	Rp 1,910.00	Rp 480,348,370,731.90	\$ 50,088,464.10
33	2041	251,491,293.58	Rp 1,910.00	Rp 480,348,370,731.90	\$ 50,088,464.10
34	2042	251,491,293.58	Rp 2,004.00	Rp 503,988,552,328.13	\$ 52,553,550.82
35	2043	251,491,293.58	Rp 2,004.00	Rp 503,988,552,328.13	\$ 52,553,550.82
36	2044	251,491,293.58	Rp 2,098.00	Rp 527,628,733,924.36	\$ 55,018,637.53
37	2045	251,491,293.58	Rp 2,098.00	Rp 527,628,733,924.36	\$ 55,018,637.53
38	2046	251,491,293.58	Rp 2,192.00	Rp 551,268,915,520.59	\$ 57,483,724.25
39	2047	251,491,293.58	Rp 2,192.00	Rp 551,268,915,520.59	\$ 57,483,724.25
40	2048	251,491,293.58	Rp 2,286.00	Rp 574,909,097,116.82	\$ 59,948,810.96
41	2049	251,491,293.58	Rp 2,286.00	Rp 574,909,097,116.82	\$ 59,948,810.96
42	2050	251,491,293.58	Rp 2,380.00	Rp 598,549,278,713.05	\$ 62,413,897.68
43	2051	251,491,293.58	Rp 2,380.00	Rp 598,549,278,713.05	\$ 62,413,897.68
44	2052	251,491,293.58	Rp 2,474.00	Rp 622,189,460,309.28	\$ 64,878,984.39
45	2053	251,491,293.58	Rp 2,474.00	Rp 622,189,460,309.28	\$ 64,878,984.39
46	2054	251,491,293.58	Rp 2,568.00	Rp 645,829,641,905.51	\$ 67,344,071.11
47	2055	251,491,293.58	Rp 2,568.00	Rp 645,829,641,905.51	\$ 67,344,071.11
48	2056	251,491,293.58	Rp 2,662.00	Rp 669,469,823,501.74	\$ 69,809,157.82
49	2057	251,491,293.58	Rp 2,662.00	Rp 669,469,823,501.74	\$ 69,809,157.82
50	2058	251,491,293.58	Rp 2,756.00	Rp 693,110,005,097.97	\$ 72,274,244.54
51	2059	251,491,293.58	Rp 2,756.00	Rp 693,110,005,097.97	\$ 72,274,244.54
52	2060	251,491,293.58	Rp 2,850.00	Rp 716,750,186,694.20	\$ 74,739,331.25
53	2061	251,491,293.58	Rp 2,850.00	Rp 716,750,186,694.20	\$ 74,739,331.25
54	2062	251,491,293.58	Rp 2,944.00	Rp 740,390,368,290.43	\$ 77,204,417.97
55	2063	251,491,293.58	Rp 2,944.00	Rp 740,390,368,290.43	\$ 77,204,417.97
			Total	Rp 22,096,025,053,667.40	\$ 2,304,069,348.66
			Rerata	Rp 401,745,910,066.68	\$ 41,892,169.98

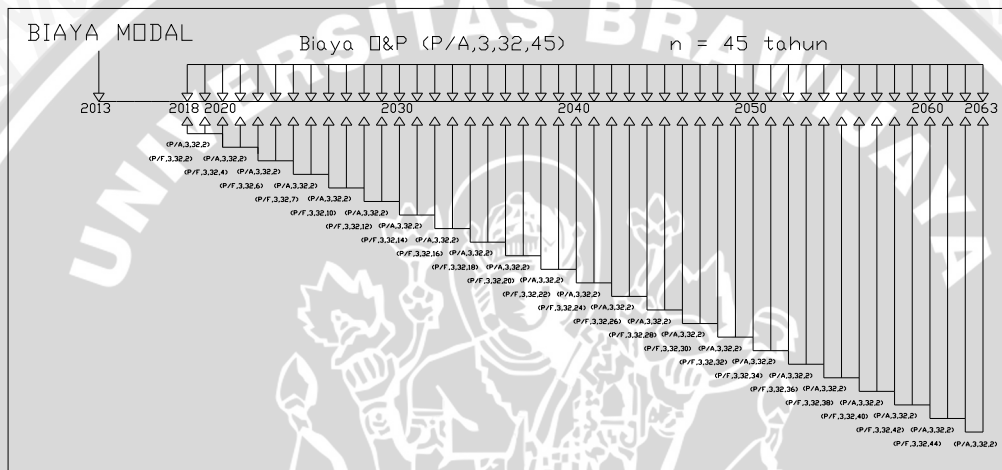
Sumber : Hasil Perhitungan



### 4.7.3 Present Value (PV)

Dalam studi ini baik analisa biaya ataupun analisa manfaat dijadikan nilai sekarang (*present value*). Tahun dasar yang digunakan adalah awal tahun selesainya pembangunan PLTA Kusan 3, yaitu tahun 2018. Lama manfaat didasarkan pada usia guna Waduk Kusan yaitu 50 tahun, sehingga sisa usia guna waduk pada tahun 2018 yang dapat digunakan untuk PLTA adalah 45 tahun.

Apabila suku bunga yang berlaku saat ini sebesar 3,32% (berdasarkan BI *rate* untuk suku bunga pinjaman investasi bank asing per Oktober 2012) maka *present value* untuk biaya dan manfaat adalah sebagai berikut.



Gambar 4.8 Diagram Aliran *Cost-Benefit*  
Sumber : Hasil Perhitungan

a. Biaya modal

Untuk memperoleh *present value* biaya modal digunakan faktor konversi F/P, karena biaya modal merupakan pembayaran tunggal/*Single-Payment Present Worth Factor*, hal ini ditandai dengan masa konstruksi selama lima tahun. Besarnya nilai faktor konversi diketahui dari tabel faktor bunga pada bunga kompon (terlampir). Apabila besar biaya modal US\$ 199.651.984,59 dan faktor konversi (F/P,3,32,5) adalah 1,178 maka

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya modal alt-1} &= \text{Biaya modal} \times (F/P, 3,32, 5) \\
 &= \text{US\$ } 199.651.984,59 \times 1,178 \\
 &= \text{US\$ } 235.190.037,85
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya modal alt-2} &= \text{Biaya modal} \times (F/P, 3,32, 5) \\
 &= \text{US\$ } 184.456.575,78 \times 1,178 \\
 &= \text{US\$ } 217.289.846,27
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya modal alt-3} &= \text{Biaya modal} \times (F/P, 3, 32, 5) \\
 &= \text{US\$ } 168.620.426,39 \times 1,178 \\
 &= \text{US\$ } 198.634.862,29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya modal alt-4} &= \text{Biaya modal} \times (F/P, 3, 32, 5) \\
 &= \text{US\$ } 163.851.885,36 \times 1,178 \\
 &= \text{US\$ } 193.017.520,96
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya modal alt-5} &= \text{Biaya modal} \times (F/P, 3, 32, 5) \\
 &= \text{US\$ } 153.050.977,90 \times 1,178 \\
 &= \text{US\$ } 180.294.051,97
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya modal alt-6} &= \text{Biaya modal} \times (F/P, 3, 32, 5) \\
 &= \text{US\$ } 136.730.171,58 \times 1,178 \\
 &= \text{US\$ } 161.068.142,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya modal alt-7} &= \text{Biaya modal} \times (F/P, 3, 32, 5) \\
 &= \text{US\$ } 119.529.943,20 \times 1,178 \\
 &= \text{US\$ } 140.806.273,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya modal alt-8} &= \text{Biaya modal} \times (F/P, 3, 32, 5) \\
 &= \text{US\$ } 102.249.294,09 \times 1,178 \\
 &= \text{US\$ } 120.449.668,43
 \end{aligned}$$

b. Biaya O&P

Biaya O&P dikeluarkan setiap tahun atau disebut *annuity* dengan periode 45 tahun dan bunga 3,32 %. Sehingga untuk mendapatkan nilai *present value* digunakan faktor konversi P/A.

Apabila besar biaya O&P tiap tahun US\$ 5.007.643,88 dan faktor konversi (P/A, 3, 32, 45) adalah 23,303 maka

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya O\&P alt-1} &= \text{Biaya O\&P} \times (P/A, 3, 32, 45) \\
 &= \text{US\$ } 4.991.299,61 \times 23,303 \\
 &= \text{US\$ } 116.312.254,92
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya O\&P alt-2} &= \text{Biaya O\&P} \times (P/A, 3, 32, 45) \\
 &= \text{US\$ } 4.611.414,39 \times 23,303 \\
 &= \text{US\$ } 107.459.789,64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya O\&P alt-3} &= \text{Biaya O\&P} \times (P/A, 3, 32, 45) \\
 &= \text{US\$ } 4.215.510,66 \times 23,303 \\
 &= \text{US\$ } 98.234.044,91
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya O\&P alt-4} &= \text{Biaya O\&P} \times (P/A, 3, 32, 45) \\
 &= \text{US\$ } 4.096.297,13 \times 23,303 \\
 &= \text{US\$ } 95.456.012,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya O\&P alt-5} &= \text{Biaya O\&P} \times (P/A, 3, 32, 45) \\
 &= \text{US\$ } 3.826.274,45 \times 23,303 \\
 &= \text{US\$ } 89.163.673,45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya O\&P alt-6} &= \text{Biaya O\&P} \times (P/A, 3, 32, 45) \\
 &= \text{US\$ } 3.418.254,29 \times 23,303 \\
 &= \text{US\$ } 79.655.579,71
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya O\&P alt-7} &= \text{Biaya O\&P} \times (P/A, 3, 32, 45) \\
 &= \text{US\$ } 2.988.248,58 \times 23,303 \\
 &= \text{US\$ } 69.635.156,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PV \text{ biaya O\&P alt-8} &= \text{Biaya O\&P} \times (P/A, 3, 32, 45) \\
 &= \text{US\$ } 2.556.232,35 \times 23,303 \\
 &= \text{US\$ } 59.567.882,50
 \end{aligned}$$

c. Manfaat

Manfaat PLTA diperoleh setiap tahun atau disebut *annuity* dengan periode 45 tahun dan bunga 3,32%. Sehingga untuk mendapatkan nilai *present value* digunakan faktor konversi P/A.

Apabila besar manfaat PLTA pada periode 1 Rp 558.956.896.609,51 dan faktor konversi (P/A, 3, 32, 2) adalah 1,905 maka

$$\begin{aligned}
 PV \text{ manfaat alt-1} &= \text{manfaat PLTA} \times (P/A, 3, 32, 5) \\
 &= \text{Rp } 558.956.896.609,51 \times 1,905 \\
 &= \text{Rp } 1.064.812.888.041,11 \\
 &= \text{US\$ } 111.033.669,24
 \end{aligned}$$

Besar *PV* manfaat untuk periode tahun berikutnya pada setiap alternatif tertera pada Tabel 4.26 - 4.33.

Tabel 4.26 PV Manfaat PLTA dengan Alternatif 1

No	Rerata Manfaat PLTA dalam Satu Periode		Tahun Periode	Faktor Konversi		PV Benefit	
1	Rp	558,956,896,609.51	2018-2019	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,064,812,888,041.11
2	Rp	618,936,289,624.69	2020-2021	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,104,791,992,935.72
				(P/F,3,32,2)	0.937		
3	Rp	678,915,682,639.86	2022-2023	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,135,547,581,626.60
				(P/F,3,32,4)	0.878		
4	Rp	738,895,075,655.04	2024-2025	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,157,043,187,918.98
				(P/F,3,32,6)	0.822		
5	Rp	798,874,468,670.21	2025-2027	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,171,829,014,368.90
				(P/F,3,32,8)	0.77		
6	Rp	858,853,861,685.39	2028-2029	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,181,276,189,900.70
				(P/F,3,32,10)	0.722		
7	Rp	918,833,254,700.56	2030-2031	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,183,255,088,738.29
				(P/F,3,32,12)	0.676		
8	Rp	978,812,647,715.74	2032-2033	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,182,180,551,531.64
				(P/F,3,32,14)	0.634		
9	Rp	1,038,792,040,730.91	2034-2035	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,177,444,808,367.47
				(P/F,3,32,16)	0.595		
10	Rp	1,098,771,433,746.09	2036-2037	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,165,889,886,776.47
				(P/F,3,32,18)	0.557		
11	Rp	1,158,750,826,761.27	2038-2039	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,154,480,829,964.65
				(P/F,3,32,20)	0.523		
12	Rp	1,218,730,219,776.44	2040-2041	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,137,623,723,650.32
				(P/F,3,32,22)	0.49		
13	Rp	1,278,709,612,791.62	2042-2043	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,118,097,291,876.93
				(P/F,3,32,24)	0.459		
14	Rp	1,338,689,005,806.79	2044-2045	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,099,137,301,662.70
				(P/F,3,32,26)	0.431		
15	Rp	1,398,668,398,821.97	2046-2047	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,079,107,636,401.12
				(P/F,3,32,28)	0.405		
16	Rp	1,458,647,791,837.14	2048-2048	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,053,136,412,467.46
				(P/F,3,32,30)	0.379		
17	Rp	1,518,627,184,852.32	2050-2051	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,027,009,599,436.00
				(P/F,3,32,32)	0.355		
18	Rp	1,578,606,577,867.50	2052-2053	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	1,001,412,761,768.91
				(P/F,3,32,34)	0.333		
19	Rp	1,638,585,970,882.67	2054-2055	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	977,031,463,928.36
				(P/F,3,32,36)	0.313		
20	Rp	1,698,565,363,897.85	2056-2057	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	951,315,503,358.27
				(P/F,3,32,38)	0.294		
21	Rp	1,758,544,756,913.02	2058-2059	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	921,257,634,527.81
				(P/F,3,32,40)	0.275		
22	Rp	1,818,524,149,928.20	2060-2061	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	897,250,722,953.82
				(P/F,3,32,42)	0.259		
23	Rp	1,878,503,542,943.37	2062-2063	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	869,587,467,581.63
				(P/F,3,32,44)	0.243		
Total						Rp	24,810,519,539,783.90
						\$	2,587,124,039.60

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.27 PV Manfaat PLTA dengan Alternatif 2

No	Rerata Manfaat PLTA dalam Satu Periode		Tahun Periode	Faktor Konversi		PV Benefit
1	Rp	516,655,952,010.22	2018-2019	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 984,229,588,579.46
2	Rp	572,096,202,568.39	2020-2021	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,021,183,140,141.54
				(P/F, 3, 32, 2)	0.937	
3	Rp	627,536,453,126.57	2022-2023	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,049,611,196,134.96
				(P/F, 3, 32, 4)	0.878	
4	Rp	682,976,703,684.74	2024-2025	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,069,480,050,066.97
				(P/F, 3, 32, 6)	0.822	
5	Rp	738,416,954,242.91	2025-2027	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,083,146,909,331.22
				(P/F, 3, 32, 8)	0.77	
6	Rp	793,857,204,801.09	2028-2029	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,091,879,138,055.46
				(P/F, 3, 32, 10)	0.722	
7	Rp	849,297,455,359.26	2030-2031	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,093,708,277,062.55
				(P/F, 3, 32, 12)	0.676	
8	Rp	904,737,705,917.44	2032-2033	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,092,715,059,075.90
				(P/F, 3, 32, 14)	0.634	
9	Rp	960,177,956,475.61	2034-2035	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,088,337,709,216.19
				(P/F, 3, 32, 16)	0.595	
10	Rp	1,015,618,207,033.78	2036-2037	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,077,657,245,210.44
				(P/F, 3, 32, 18)	0.557	
11	Rp	1,071,058,457,591.96	2038-2039	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,067,111,607,175.73
				(P/F, 3, 32, 20)	0.523	
12	Rp	1,126,498,708,150.13	2040-2041	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,051,530,219,122.74
				(P/F, 3, 32, 22)	0.49	
13	Rp	1,181,938,958,708.30	2042-2043	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,033,481,515,799.75
				(P/F, 3, 32, 24)	0.459	
14	Rp	1,237,379,209,266.48	2044-2045	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 1,015,956,386,664.29
				(P/F, 3, 32, 26)	0.431	
15	Rp	1,292,819,459,824.65	2046-2047	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 997,442,533,741.22
				(P/F, 3, 32, 28)	0.405	
16	Rp	1,348,259,710,382.83	2048-2048	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 973,436,769,597.85
				(P/F, 3, 32, 30)	0.379	
17	Rp	1,403,699,960,941.00	2050-2051	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 949,287,191,085.38
				(P/F, 3, 32, 32)	0.355	
18	Rp	1,459,140,211,499.17	2052-2053	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 925,627,480,267.67
				(P/F, 3, 32, 34)	0.333	
19	Rp	1,514,580,462,057.35	2054-2055	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 903,091,319,208.63
				(P/F, 3, 32, 36)	0.313	
20	Rp	1,570,020,712,615.52	2056-2057	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 879,321,500,514.58
				(P/F, 3, 32, 38)	0.294	
21	Rp	1,625,460,963,173.70	2058-2059	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 851,538,362,082.62
				(P/F, 3, 32, 40)	0.275	
22	Rp	1,680,901,213,731.87	2060-2061	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 829,348,254,349.24
				(P/F, 3, 32, 42)	0.259	
23	Rp	1,736,341,464,290.04	2062-2063	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 803,778,508,941.83
				(P/F, 3, 32, 44)	0.243	
				Total		Rp 22,932,899,961,426.20
						\$ 2,391,334,719.65

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.28 PV Manfaat PLTA dengan Alternatif 3

No	Rerata Manfaat PLTA dalam Satu Periode	Tahun Periode	Faktor Konversi		PV Benefit
1	Rp 464,313,829,867.32	2018-2019	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 884,517,845,897.25
2	Rp 514,137,460,012.90	2020-2021	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 917,727,654,061.13
			(P/F,3,32,2)	0.937	
3	Rp 563,961,090,158.48	2022-2023	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 943,275,679,788.17
			(P/F,3,32,4)	0.878	
4	Rp 613,784,720,304.06	2024-2025	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 961,131,631,371.33
			(P/F,3,32,6)	0.822	
5	Rp 663,608,350,449.64	2025-2027	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 973,413,908,857.06
			(P/F,3,32,8)	0.77	
6	Rp 713,431,980,595.22	2028-2029	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 981,261,480,430.47
			(P/F,3,32,10)	0.722	
7	Rp 763,255,610,740.80	2030-2031	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 982,905,310,399.79
			(P/F,3,32,12)	0.676	
8	Rp 813,079,240,886.38	2032-2033	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 982,012,714,765.35
			(P/F,3,32,14)	0.634	
9	Rp 862,902,871,031.96	2034-2035	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 978,078,831,742.95
			(P/F,3,32,16)	0.595	
10	Rp 912,726,501,177.54	2036-2037	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 968,480,399,501.97
			(P/F,3,32,18)	0.557	
11	Rp 962,550,131,323.12	2038-2039	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 959,003,134,089.20
			(P/F,3,32,20)	0.523	
12	Rp 1,012,373,761,468.70	2040-2041	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 945,000,287,642.96
			(P/F,3,32,22)	0.49	
13	Rp 1,062,197,391,614.28	2042-2043	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 928,780,088,240.57
			(P/F,3,32,24)	0.459	
14	Rp 1,112,021,021,759.86	2044-2045	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 913,030,420,021.04
			(P/F,3,32,26)	0.431	
15	Rp 1,161,844,651,905.44	2046-2047	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 896,392,195,061.35
			(P/F,3,32,28)	0.405	
16	Rp 1,211,668,282,051.02	2048-2048	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 874,818,441,299.43
			(P/F,3,32,30)	0.379	
17	Rp 1,261,491,912,196.60	2050-2051	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 853,115,442,920.76
			(P/F,3,32,32)	0.355	
18	Rp 1,311,315,542,342.18	2052-2053	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 831,852,684,017.90
			(P/F,3,32,34)	0.333	
19	Rp 1,361,139,172,487.76	2054-2055	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 811,599,648,683.42
			(P/F,3,32,36)	0.313	
20	Rp 1,410,962,802,633.34	2056-2057	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 790,237,936,870.86
			(P/F,3,32,38)	0.294	
21	Rp 1,460,786,432,778.92	2058-2059	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 765,269,492,472.06
			(P/F,3,32,40)	0.275	
22	Rp 1,510,610,062,924.50	2060-2061	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 745,327,451,996.64
			(P/F,3,32,42)	0.259	
23	Rp 1,560,433,693,070.08	2062-2063	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 722,348,163,027.54
			(P/F,3,32,44)	0.243	
Total					Rp 20,609,580,843,159.20
					\$ 2,149,069,952.36

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.29 PV Manfaat PLTA dengan Alternatif 4

No	Rerata Manfaat PLTA dalam Satu Periode		Tahun Periode	Faktor Konversi		PV Benefit	
1	Rp	447,427,679,227.60	2018-2019	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	852,349,728,928.57
2	Rp	495,439,325,172.11	2020-2021	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	884,351,763,842.34
				(P/F,3,32,2)	0.937		
3	Rp	543,450,971,116.63	2022-2023	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	908,970,659,779.96
				(P/F,3,32,4)	0.878		
4	Rp	591,462,617,061.14	2024-2025	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	926,177,226,682.21
				(P/F,3,32,6)	0.822		
5	Rp	639,474,263,005.65	2025-2027	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	938,012,822,689.84
				(P/F,3,32,8)	0.77		
6	Rp	687,485,908,950.17	2028-2029	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	945,574,994,029.15
				(P/F,3,32,10)	0.722		
7	Rp	735,497,554,894.68	2030-2031	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	947,159,041,242.27
				(P/F,3,32,12)	0.676		
8	Rp	783,509,200,839.19	2032-2033	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	946,298,907,497.55
				(P/F,3,32,14)	0.634		
9	Rp	831,520,846,783.71	2034-2035	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	942,508,091,808.16
				(P/F,3,32,16)	0.595		
10	Rp	879,532,492,728.22	2036-2037	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	933,258,735,046.53
				(P/F,3,32,18)	0.557		
11	Rp	927,544,138,672.74	2038-2039	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	924,126,138,521.73
				(P/F,3,32,20)	0.523		
12	Rp	975,555,784,617.25	2040-2041	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	910,632,547,150.97
				(P/F,3,32,22)	0.49		
13	Rp	1,023,567,430,561.76	2042-2043	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	895,002,243,446.05
				(P/F,3,32,24)	0.459		
14	Rp	1,071,579,076,506.28	2044-2045	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	879,825,358,660.86
				(P/F,3,32,26)	0.431		
15	Rp	1,119,590,722,450.79	2046-2047	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	863,792,232,138.85
				(P/F,3,32,28)	0.405		
16	Rp	1,167,602,368,395.30	2048-2048	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	843,003,071,969.57
				(P/F,3,32,30)	0.379		
17	Rp	1,215,614,014,339.82	2050-2051	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	822,089,367,547.66
				(P/F,3,32,32)	0.355		
18	Rp	1,263,625,660,284.33	2052-2053	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	801,599,891,986.27
				(P/F,3,32,34)	0.333		
19	Rp	1,311,637,306,228.85	2054-2055	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	782,083,418,398.54
				(P/F,3,32,36)	0.313		
20	Rp	1,359,648,952,173.36	2056-2057	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	761,498,588,643.73
				(P/F,3,32,38)	0.294		
21	Rp	1,407,660,598,117.87	2058-2059	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	737,438,195,839.00
				(P/F,3,32,40)	0.275		
22	Rp	1,455,672,244,062.39	2060-2061	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	718,221,406,859.16
				(P/F,3,32,42)	0.259		
23	Rp	1,503,683,890,006.90	2062-2063	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	696,077,827,942.55
				(P/F,3,32,44)	0.243		
Total						Rp	19,860,052,260,651.50
						\$	2,070,912,644.49

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.30 PV Manfaat PLTA dengan Alternatif 5

No	Rerata Manfaat PLTA dalam Satu Periode	Tahun Periode	Faktor Konversi		PV Benefit
			(P/A, 3, 32, 2)	1.905	
1	Rp 406,747,978,864.08	2018-2019	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 774,854,899,736.06
2	Rp 450,394,451,481.91	2020-2021	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 803,947,339,978.44
			(P/F, 3, 32, 2)	0.937	
3	Rp 494,040,924,099.75	2022-2023	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 826,327,909,239.99
			(P/F, 3, 32, 4)	0.878	
4	Rp 537,687,396,717.58	2024-2025	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 841,970,071,394.03
			(P/F, 3, 32, 6)	0.822	
5	Rp 581,333,869,335.41	2025-2027	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 852,729,586,234.65
			(P/F, 3, 32, 8)	0.77	
6	Rp 624,980,341,953.25	2028-2029	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 859,604,212,125.92
			(P/F, 3, 32, 10)	0.722	
7	Rp 668,626,814,571.08	2030-2031	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 861,044,239,268.35
			(P/F, 3, 32, 12)	0.676	
8	Rp 712,273,287,188.92	2032-2033	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 860,262,308,068.16
			(P/F, 3, 32, 14)	0.634	
9	Rp 755,919,759,806.75	2034-2035	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 856,816,149,746.96
			(P/F, 3, 32, 16)	0.595	
10	Rp 799,566,232,424.59	2036-2037	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 848,407,735,732.24
			(P/F, 3, 32, 18)	0.557	
11	Rp 843,212,705,042.42	2038-2039	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 840,105,466,224.34
			(P/F, 3, 32, 20)	0.523	
12	Rp 886,859,177,660.26	2040-2041	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 827,838,699,386.97
			(P/F, 3, 32, 22)	0.49	
13	Rp 930,505,650,278.09	2042-2043	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 813,629,488,074.91
			(P/F, 3, 32, 24)	0.459	
14	Rp 974,152,122,895.93	2044-2045	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 799,832,471,264.31
			(P/F, 3, 32, 26)	0.431	
15	Rp 1,017,798,595,513.76	2046-2047	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 785,257,061,403.75
			(P/F, 3, 32, 28)	0.405	
16	Rp 1,061,445,068,131.59	2048-2048	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 766,358,031,965.67
			(P/F, 3, 32, 30)	0.379	
17	Rp 1,105,091,540,749.43	2050-2051	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 747,345,781,720.32
			(P/F, 3, 32, 32)	0.355	
18	Rp 1,148,738,013,367.26	2052-2053	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 728,719,189,849.72
			(P/F, 3, 32, 34)	0.333	
19	Rp 1,192,384,485,985.10	2054-2055	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 710,977,135,535.91
			(P/F, 3, 32, 36)	0.313	
20	Rp 1,236,030,958,602.93	2056-2057	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 692,263,858,984.75
			(P/F, 3, 32, 38)	0.294	
21	Rp 1,279,677,431,220.77	2058-2059	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 670,391,014,280.78
			(P/F, 3, 32, 40)	0.275	
22	Rp 1,323,323,903,838.60	2060-2061	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 652,921,397,534.45
			(P/F, 3, 32, 42)	0.259	
23	Rp 1,366,970,376,456.44	2062-2063	(P/A, 3, 32, 2)	1.905	Rp 632,791,091,817.33
			(P/F, 3, 32, 44)	0.243	
			Total		Rp 18,054,395,139,568.00
					\$ 1,882,627,230.40

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.31 PV Manfaat PLTA dengan Alternatif 6

No	Rerata Manfaat PLTA dalam Satu Periode		Tahun Periode	Faktor Konversi		PV Benefit	
1	Rp	350,029,126,679.03	2018-2019	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	666,805,486,323.55
2	Rp	387,589,329,770.16	2020-2021	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	691,841,139,799.79
				(P/F,3,32,2)	0.937		
3	Rp	425,149,532,861.29	2022-2023	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	711,100,857,168.46
				(P/F,3,32,4)	0.878		
4	Rp	462,709,735,952.42	2024-2025	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	724,561,802,625.25
				(P/F,3,32,6)	0.822		
5	Rp	500,269,939,043.54	2025-2027	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	733,820,960,086.02
				(P/F,3,32,8)	0.77		
6	Rp	537,830,142,134.67	2028-2029	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	739,736,955,793.45
				(P/F,3,32,10)	0.722		
7	Rp	575,390,345,225.80	2030-2031	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	740,976,178,774.88
				(P/F,3,32,12)	0.676		
8	Rp	612,950,548,316.93	2032-2033	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	740,303,283,740.74
				(P/F,3,32,14)	0.634		
9	Rp	650,510,751,408.06	2034-2035	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	737,337,673,952.25
				(P/F,3,32,16)	0.595		
10	Rp	688,070,954,499.19	2036-2037	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	730,101,768,754.77
				(P/F,3,32,18)	0.557		
11	Rp	725,631,157,590.32	2038-2039	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	722,957,206,774.60
				(P/F,3,32,20)	0.523		
12	Rp	763,191,360,681.44	2040-2041	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	712,400,975,628.09
				(P/F,3,32,22)	0.49		
13	Rp	800,751,563,772.57	2042-2043	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	700,173,163,604.92
				(P/F,3,32,24)	0.459		
14	Rp	838,311,766,863.70	2044-2045	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	688,300,067,742.28
				(P/F,3,32,26)	0.431		
15	Rp	875,871,969,954.83	2046-2047	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	675,757,121,619.40
				(P/F,3,32,28)	0.405		
16	Rp	913,432,173,045.96	2048-2048	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	659,493,461,778.32
				(P/F,3,32,30)	0.379		
17	Rp	950,992,376,137.09	2050-2051	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	643,132,369,172.11
				(P/F,3,32,32)	0.355		
18	Rp	988,552,579,228.22	2052-2053	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	627,103,156,922.11
				(P/F,3,32,34)	0.333		
19	Rp	1,026,112,782,319.34	2054-2055	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	611,835,138,149.64
				(P/F,3,32,36)	0.313		
20	Rp	1,063,672,985,410.47	2056-2057	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	595,731,328,938.84
				(P/F,3,32,38)	0.294		
21	Rp	1,101,233,188,501.60	2058-2059	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	576,908,536,626.28
				(P/F,3,32,40)	0.275		
22	Rp	1,138,793,391,592.73	2060-2061	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	561,874,965,444.90
				(P/F,3,32,42)	0.259		
23	Rp	1,176,353,594,683.86	2062-2063	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	544,551,724,283.08
				(P/F,3,32,44)	0.243		
				Total		Rp	15,536,805,323,703.70
						\$	1,620,104,830.42

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.32 PV Manfaat PLTA dengan Alternatif 7

No	Rerata Manfaat PLTA dalam Satu Periode		Tahun Periode	Faktor Konversi		PV Benefit	
1	Rp	285,625,953,776.53	2018-2019	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	544,117,441,944.29
2	Rp	316,275,314,113.28	2020-2021	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	564,546,691,562.50
				(P/F,3,32,2)	0.937		
3	Rp	346,924,674,450.03	2022-2023	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	580,262,741,238.38
				(P/F,3,32,4)	0.878		
4	Rp	377,574,034,786.79	2024-2025	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	591,246,956,812.98
				(P/F,3,32,6)	0.822		
5	Rp	408,223,395,123.54	2025-2027	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	598,802,487,136.96
				(P/F,3,32,8)	0.77		
6	Rp	438,872,755,460.29	2028-2029	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	603,629,976,587.64
				(P/F,3,32,10)	0.722		
7	Rp	469,522,115,797.04	2030-2031	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	604,641,190,281.11
				(P/F,3,32,12)	0.676		
8	Rp	500,171,476,133.79	2032-2033	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	604,092,103,730.11
				(P/F,3,32,14)	0.634		
9	Rp	530,820,836,470.54	2034-2035	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	601,672,147,618.45
				(P/F,3,32,16)	0.595		
10	Rp	561,470,196,807.29	2036-2037	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	595,767,603,779.27
				(P/F,3,32,18)	0.557		
11	Rp	592,119,557,144.04	2038-2039	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	589,937,596,575.97
				(P/F,3,32,20)	0.523		
12	Rp	622,768,917,480.80	2040-2041	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	581,323,646,022.45
				(P/F,3,32,22)	0.49		
13	Rp	653,418,277,817.55	2042-2043	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	571,345,675,032.27
				(P/F,3,32,24)	0.459		
14	Rp	684,067,638,154.30	2044-2045	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	561,657,154,644.78
				(P/F,3,32,26)	0.431		
15	Rp	714,716,998,491.05	2046-2047	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	551,422,032,260.81
				(P/F,3,32,28)	0.405		
16	Rp	745,366,358,827.80	2048-2048	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	538,150,784,241.88
				(P/F,3,32,30)	0.379		
17	Rp	776,015,719,164.55	2050-2051	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	524,800,030,478.01
				(P/F,3,32,32)	0.355		
18	Rp	806,665,079,501.30	2052-2053	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	511,720,093,157.84
				(P/F,3,32,34)	0.333		
19	Rp	837,314,439,838.05	2054-2055	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	499,261,294,470.04
				(P/F,3,32,36)	0.313		
20	Rp	867,963,800,174.80	2056-2057	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	486,120,485,563.90
				(P/F,3,32,38)	0.294		
21	Rp	898,613,160,511.56	2058-2059	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	470,760,969,462.99
				(P/F,3,32,40)	0.275		
22	Rp	929,262,520,848.31	2060-2061	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	458,493,481,473.95
				(P/F,3,32,42)	0.259		
23	Rp	959,911,881,185.06	2062-2063	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp	444,357,608,478.78
				(P/F,3,32,44)	0.243		
Total						Rp	12,678,130,192,555.30
						\$	1,322,015,661.37

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.33 PV Manfaat PLTA dengan Alternatif 8

No	Rerata Manfaat PLTA dalam Satu Periode	Tahun Periode	Faktor Konversi		PV Benefit
			(P/A,3,32,2)	1.905	
1	Rp 220,306,373,173.37	2018-2019	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 419,683,640,895.28
2	Rp 243,946,554,769.60	2020-2021	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 435,440,941,065.42
			(P/F,3,32,2)	0.937	
3	Rp 267,586,736,365.83	2022-2023	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 447,562,899,378.13
			(P/F,3,32,4)	0.878	
4	Rp 291,226,917,962.06	2024-2025	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 456,035,143,105.97
			(P/F,3,32,6)	0.822	
5	Rp 314,867,099,558.29	2025-2027	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 461,862,804,987.08
			(P/F,3,32,8)	0.77	
6	Rp 338,507,281,154.52	2028-2029	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 465,586,299,572.74
			(P/F,3,32,10)	0.722	
7	Rp 362,147,462,750.75	2030-2031	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 466,366,259,581.16
			(P/F,3,32,12)	0.676	
8	Rp 385,787,644,346.98	2032-2033	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 465,942,743,212.95
			(P/F,3,32,14)	0.634	
9	Rp 409,427,825,943.21	2034-2035	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 464,076,205,010.98
			(P/F,3,32,16)	0.595	
10	Rp 433,068,007,539.44	2036-2037	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 459,521,966,779.99
			(P/F,3,32,18)	0.557	
11	Rp 456,708,189,135.67	2038-2039	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 455,025,219,458.71
			(P/F,3,32,20)	0.523	
12	Rp 480,348,370,731.90	2040-2041	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 448,381,186,659.69
			(P/F,3,32,22)	0.49	
13	Rp 503,988,552,328.13	2042-2043	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 440,685,070,212.96
			(P/F,3,32,24)	0.459	
14	Rp 527,628,733,924.36	2044-2045	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 433,212,210,132.27
			(P/F,3,32,26)	0.431	
15	Rp 551,268,915,520.59	2046-2047	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 425,317,750,047.02
			(P/F,3,32,28)	0.405	
16	Rp 574,909,097,116.82	2048-2048	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 415,081,493,572.86
			(P/F,3,32,30)	0.379	
17	Rp 598,549,278,713.05	2050-2051	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 404,783,913,461.67
			(P/F,3,32,32)	0.355	
18	Rp 622,189,460,309.28	2052-2053	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 394,695,216,989.10
			(P/F,3,32,34)	0.333	
19	Rp 645,829,641,905.51	2054-2055	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 385,085,611,430.79
			(P/F,3,32,36)	0.313	
20	Rp 669,469,823,501.74	2056-2057	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 374,949,964,048.62
			(P/F,3,32,38)	0.294	
21	Rp 693,110,005,097.97	2058-2059	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 363,103,003,920.70
			(P/F,3,32,40)	0.275	
22	Rp 716,750,186,694.20	2060-2061	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 353,640,958,363.98
			(P/F,3,32,42)	0.259	
23	Rp 740,390,368,290.43	2062-2063	(P/A,3,32,2)	1.905	Rp 342,737,807,337.16
			(P/F,3,32,44)	0.243	
Total					Rp 9,778,778,309,225.22
					\$ 1,019,684,912.33

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.7.4 BCR

Besarnya *benefit-cost ratio* berdasarkan nilai biaya dan manfaat pada PLTA Kusan 3 pada masing-masing alternatif adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \frac{B}{C} \text{ alt-1} &= \frac{PV_{\text{manfaat}}}{PV_{\text{biaya modal}} + PV_{\text{biaya O \& P}}} \\ &= \frac{US\$2.587.124.039,60}{US\$235.190.037,85 + US\$116.312.254,92} \\ &= 7,36 \end{aligned}$$

Besarnya *benefit-cost ratio* pada setiap alternatif bisa dilihat dalam tabel 4.34.

Tabel 4.34 Besar *Benefit-Cost Ratio* pada masing-masing Alternatif

Alternatif	Q Pembangkit (m3/detik)	PV Manfaat	PV Biaya modal	PV Biaya O&P	B/C
1	193.3	\$ 2,587,124,039.60	\$ 235,190,037.85	\$ 116,312,254.92	7.36
2	171.97	\$ 2,391,334,719.65	\$ 217,289,846.27	\$ 107,459,789.64	7.36
3	150.64	\$ 2,149,069,952.36	\$ 198,634,862.29	\$ 98,234,044.91	7.24
4	144.43	\$ 2,070,912,644.49	\$ 193,017,520.96	\$ 95,456,012.11	7.18
5	129.31	\$ 1,882,627,230.40	\$ 180,294,051.97	\$ 89,163,673.45	6.99
6	107.98	\$ 1,620,104,830.42	\$ 161,068,142.12	\$ 79,655,579.71	6.73
7	86.65	\$ 1,322,015,661.37	\$ 140,806,273.10	\$ 69,635,156.66	6.28
8	65.32	\$ 1,019,684,912.33	\$ 120,449,668.43	\$ 59,567,882.50	5.66

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.7.5 NPV

Besarnya *Net Present Value* berdasarkan nilai biaya dan manfaat diatas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NPV \text{ alt-1} &= PV \text{ manfaat} - (PV \text{ biaya modal} + PV \text{ biaya O \& P}) \\ &= US\$ 2.587.124.039,60 - (US\$ 235.190.037,85 \\ &\quad + US\$ 116.312.254,92) \\ &= US\$ 2.235.621.746,83 \end{aligned}$$

Besarnya *Net Present Value* pada setiap alternatif bisa dilihat dalam tabel 4.35.

Tabel 4.35 Besar *Net Present Value* pada masing-masing Alternatif

Alternatif	Q Pembangkit (m3/detik)	PV Manfaat	PV Biaya modal	PV Biaya O&P	NPV
1	193.30	\$ 2,587,124,039.60	\$ 235,190,037.85	\$ 116,312,254.92	\$ 2,235,621,746.83
2	171.97	\$ 2,391,334,719.65	\$ 217,289,846.27	\$ 107,459,789.64	\$ 2,066,585,083.74
3	150.64	\$ 2,149,069,952.36	\$ 198,634,862.29	\$ 98,234,044.91	\$ 1,852,201,045.16
4	144.43	\$ 2,070,912,644.49	\$ 193,017,520.96	\$ 95,456,012.11	\$ 1,782,439,111.42
5	129.31	\$ 1,882,627,230.40	\$ 180,294,051.97	\$ 89,163,673.45	\$ 1,613,169,504.98
6	107.98	\$ 1,620,104,830.42	\$ 161,068,142.12	\$ 79,655,579.71	\$ 1,379,381,108.59
7	86.65	\$ 1,322,015,661.37	\$ 140,806,273.10	\$ 69,635,156.66	\$ 1,111,574,231.61
8	65.32	\$ 1,019,684,912.33	\$ 120,449,668.43	\$ 59,567,882.50	\$ 839,667,361.39

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.7.6 IRR

*Internal Rate of Return* (Tingkat Pengembalian Internal) didefinisikan sebagai tingkat suku bunga yang membuat manfaat dan biaya mempunyai nilai yang sama ( $B - C = 0$ ) atau tingkat suku bunga yang membuat  $B/C = 1$  (Kodoatie, 1995:112).

Suatu proyek dikatakan rugi apabila memiliki nilai IRR lebih kecil dari tingkat suku bunga yang berlaku. Namun akan untung apabila memiliki nilai IRR yang lebih besar dari tingkat suku bunga yang berlaku.

Biasanya untuk mendapatkan nilai IRR digunakan cara coba-coba dengan menggunakan dua atau lebih tingkat suku bunga. Dari beberapa tingkat suku bunga tersebut diinterpolasi, yaitu suku bunga yang memiliki  $B/C$  diantara 1 ( $0 < B/C < 1$ ).

Berdasarkan Tabel 4.36 - 4.43 pada perhitungan masing-masing alternatif memiliki nilai IRR yang lebih kecil dari tingkat suku bunga yang berlaku.





Tabel 4.36 Nilai IRR Pembangunan PLTA alternatif 1

Tingkat Suku Bunga	3.32%	10%	15%	20%	16.89%
<b>BENEFIT</b>					
Manfaat PLTA periode 1 (2 tahun pertama)	Rp 558,956,896,609.51	Rp 558,956,896,609.51	Rp 558,956,896,609.51	Rp 558,956,896,609.51	Rp 558,956,896,609.51
P/A(i,2)	1.905	1.736	1.625	1.528	1.588
PV manfaat	Rp 1,064,812,888,041.11	Rp 970,349,172,514.11	Rp 908,304,956,990.45	Rp 854,086,138,019.33	Rp 887,807,546,299.35
Manfaat PLTA periode 2 (2 tahun kedua)	Rp 618,936,289,624.69	Rp 618,936,289,624.69	Rp 618,936,289,624.69	Rp 618,936,289,624.69	Rp 618,936,289,624.69
P/F(i,2)	0.937	0.826	0.756	0.694	0.733
PV manfaat	Rp 1,104,791,992,935.72	Rp 887,515,027,399.26	Rp 760,363,231,803.93	Rp 656,339,847,479.28	Rp 720,162,004,451.92
Manfaat PLTA periode 3 (2 tahun ketiga)	Rp 678,915,682,639.86	Rp 678,915,682,639.86	Rp 678,915,682,639.86	Rp 678,915,682,639.86	Rp 678,915,682,639.86
P/F(i,4)	0.878	0.683	0.572	0.482	0.538
PV manfaat	Rp 1,135,547,581,626.60	Rp 804,982,177,917.89	Rp 631,052,127,013.75	Rp 500,018,684,601.53	Rp 580,121,378,593.24
Manfaat PLTA periode 4 (2 tahun keempat)	Rp 738,895,075,655.04	Rp 738,895,075,655.04	Rp 738,895,075,655.04	Rp 738,895,075,655.04	Rp 738,895,075,655.04
P/F(i,6)	0.822	0.564	0.432	0.335	0.395
PV manfaat	Rp 1,157,043,187,918.98	Rp 723,455,124,154.15	Rp 518,704,343,109.84	Rp 378,225,611,326.30	Rp 463,961,721,552.74
Manfaat PLTA periode 5 (2 tahun kelima)	Rp 798,874,468,670.21	Rp 798,874,468,670.21	Rp 798,874,468,670.21	Rp 798,874,468,670.21	Rp 798,874,468,670.21
P/F(i,8)	0.770	0.467	0.327	0.233	0.291
PV manfaat	Rp 1,171,829,014,368.90	Rp 647,657,118,244.57	Rp 424,501,920,789.63	Rp 284,418,483,833.84	Rp 369,830,707,511.61
Manfaat PLTA periode 6 (2 tahun keenam)	Rp 858,853,861,685.39	Rp 858,853,861,685.39	Rp 858,853,861,685.39	Rp 858,853,861,685.39	Rp 858,853,861,685.39
P/F(i,10)	0.722	0.386	0.247	0.162	0.215
PV manfaat	Rp 1,181,276,189,900.70	Rp 575,514,537,299.93	Rp 344,722,468,733.97	Rp 212,597,249,506.15	Rp 293,107,562,155.61
Manfaat PLTA periode 7 (2 tahun ketujuh)	Rp 918,833,254,700.56	Rp 918,833,254,700.56	Rp 918,833,254,700.56	Rp 918,833,254,700.56	Rp 918,833,254,700.56
P/F(i,12)	0.676	0.319	0.187	0.112	0.159
PV manfaat	Rp 1,183,255,088,738.29	Rp 508,835,155,121.10	Rp 279,210,455,272.13	Rp 157,245,447,876.44	Rp 231,529,898,491.13
Manfaat PLTA periode 8 (2 tahun kedelapan)	Rp 978,812,647,715.74	Rp 978,812,647,715.74	Rp 978,812,647,715.74	Rp 978,812,647,715.74	Rp 978,812,647,715.74
P/F(i,14)	0.634	0.263	0.141	0.078	0.117
PV manfaat	Rp 1,182,180,551,531.64	Rp 446,894,532,942.28	Rp 224,270,447,907.87	Rp 116,658,806,605.35	Rp 182,181,469,739.02
Manfaat PLTA periode 9 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,038,792,040,730.91	Rp 1,038,792,040,730.91	Rp 1,038,792,040,730.91	Rp 1,038,792,040,730.91	Rp 1,038,792,040,730.91
P/F(i,16)	0.595	0.218	0.107	0.054	0.087
PV manfaat	Rp 1,177,444,808,367.47	Rp 393,128,770,230.53	Rp 180,619,966,082.09	Rp 85,712,808,864.79	Rp 143,484,654,169.03
Manfaat PLTA periode 10 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,098,771,433,746.09	Rp 1,098,771,433,746.09	Rp 1,098,771,433,746.09	Rp 1,098,771,433,746.09	Rp 1,098,771,433,746.09
P/F(i,18)	0.557	0.179	0.081	0.033	0.065
PV manfaat	Rp 1,165,889,886,776.47	Rp 341,436,630,408.00	Rp 144,625,789,966.83	Rp 63,799,064,529.03	Rp 112,991,680,499.76
Manfaat PLTA periode 11 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,158,750,826,761.27	Rp 1,158,750,826,761.27	Rp 1,158,750,826,761.27	Rp 1,158,750,826,761.27	Rp 1,158,750,826,761.27
P/F(i,20)	0.523	0.149	0.061	0.026	0.048
PV manfaat	Rp 1,154,480,829,964.65	Rp 299,727,123,853.38	Rp 114,861,175,702.71	Rp 46,034,852,845.57	Rp 87,916,417,433.61
Manfaat PLTA periode 12 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,218,730,219,776.44	Rp 1,218,730,219,776.44	Rp 1,218,730,219,776.44	Rp 1,218,730,219,776.44	Rp 1,218,730,219,776.44
P/F(i,22)	0.490	0.123	0.046	0.018	0.035
PV manfaat	Rp 1,137,623,723,650.32	Rp 260,233,026,368.42	Rp 91,100,083,928.29	Rp 33,519,955,964.73	Rp 68,553,640,342.29
Manfaat PLTA periode 13 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,278,709,612,791.62	Rp 1,278,709,612,791.62	Rp 1,278,709,612,791.62	Rp 1,278,709,612,791.62	Rp 1,278,709,612,791.62
P/F(i,24)	0.459	0.102	0.035	0.013	0.027
PV manfaat	Rp 1,118,097,291,876.93	Rp 226,423,668,556.24	Rp 72,726,609,227.52	Rp 25,400,287,748.49	Rp 54,193,295,721.26
Manfaat PLTA periode 14 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,338,689,005,806.79	Rp 1,338,689,005,806.79	Rp 1,338,689,005,806.79	Rp 1,338,689,005,806.79	Rp 1,338,689,005,806.79
P/F(i,26)	0.431	0.084	0.026	0.009	0.020
PV manfaat	Rp 1,099,137,301,662.70	Rp 195,212,985,582.77	Rp 56,559,610,495.34	Rp 18,409,651,207.86	Rp 41,617,993,182.93
Manfaat PLTA periode 15 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,398,668,398,821.97	Rp 1,398,668,398,821.97	Rp 1,398,668,398,821.97	Rp 1,398,668,398,821.97	Rp 1,398,668,398,821.97
P/F(i,28)	0.405	0.069	0.009	0.006	0.014
PV manfaat	Rp 1,079,107,636,401.12	Rp 167,538,095,484.49	Rp 43,183,886,813.63	Rp 12,822,991,880.40	Rp 31,291,257,828.51
Manfaat PLTA periode 16 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,458,647,791,837.14	Rp 1,458,647,791,837.14	Rp 1,458,647,791,837.14	Rp 1,458,647,791,837.14	Rp 1,458,647,791,837.14
P/F(i,30)	0.379	0.057	0.015	0.004	0.011
PV manfaat	Rp 1,053,136,412,467.46	Rp 144,336,116,297.87	Rp 35,554,539,926.03	Rp 8,915,255,303.71	Rp 25,117,617,097.72
Manfaat PLTA periode 17 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,518,627,184,852.32	Rp 1,518,627,184,852.32	Rp 1,518,627,184,852.32	Rp 1,518,627,184,852.32	Rp 1,518,627,184,852.32
P/F(i,32)	0.355	0.047	0.011	0.003	0.008
PV manfaat	Rp 1,027,009,599,436.00	Rp 123,907,829,266.47	Rp 27,145,460,929.24	Rp 6,961,387,015.36	Rp 19,237,789,076.11
Manfaat PLTA periode 18 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,578,606,577,867.50	Rp 1,578,606,577,867.50	Rp 1,578,606,577,867.50	Rp 1,578,606,577,867.50	Rp 1,578,606,577,867.50
P/F(i,34)	0.333	0.039	0.009	0.002	0.006
PV manfaat	Rp 1,001,412,761,768.91	Rp 106,877,979,747.94	Rp 23,087,121,201.31	Rp 4,824,221,701.96	Rp 15,930,808,997.48
Manfaat PLTA periode 19 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,638,585,970,882.67	Rp 1,638,585,970,882.67	Rp 1,638,585,970,882.67	Rp 1,638,585,970,882.67	Rp 1,638,585,970,882.67
P/F(i,36)	0.313	0.033	0.006	0.002	0.004
PV manfaat	Rp 977,031,463,928.36	Rp 93,871,313,099.93	Rp 15,976,213,216.11	Rp 4,506,766,854.32	Rp 11,483,229,822.43
Manfaat PLTA periode 20 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,698,565,363,897.85	Rp 1,698,565,363,897.85	Rp 1,698,565,363,897.85	Rp 1,698,565,363,897.85	Rp 1,698,565,363,897.85
P/F(i,38)	0.294	0.028	0.005	0.001	0.003
PV manfaat	Rp 951,315,503,358.27	Rp 82,563,865,208.35	Rp 13,800,843,581.67	Rp 2,595,407,876.04	Rp 9,409,671,832.92
Manfaat PLTA periode 21 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,758,544,756,913.02	Rp 1,758,544,756,913.02	Rp 1,758,544,756,913.02	Rp 1,758,544,756,913.02	Rp 1,758,544,756,913.02
P/F(i,40)	0.275	0.022	0.004	0.004	0.004
PV manfaat	Rp 921,257,634,527.81	Rp 67,162,341,356.02	Rp 11,430,540,919.93	Rp 10,748,225,554.25	Rp 11,172,591,769.87
Manfaat PLTA periode 22 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,818,524,149,928.20	Rp 1,818,524,149,928.20	Rp 1,818,524,149,928.20	Rp 1,818,524,149,928.20	Rp 1,818,524,149,928.20
P/F(i,42)	0.259	0.019	0.003	0.001	0.002
PV manfaat	Rp 897,250,722,953.82	Rp 59,982,200,561.23	Rp 8,865,305,230.90	Rp 1,945,093,430.76	Rp 6,153,726,444.36
Manfaat PLTA periode 23 (5 tahun kesembilan)	Rp 1,878,503,542,943.37	Rp 1,878,503,542,943.37	Rp 1,878,503,542,943.37	Rp 1,878,503,542,943.37	Rp 1,878,503,542,943.37
P/F(i,44)	0.243	0.016	0.002	0.000	0.001
PV manfaat	Rp 869,587,467,581.63	Rp 52,177,314,408.80	Rp 6,105,136,514.57	Rp 1,148,141,365.45	Rp 4,162,595,623.76
<b>TOTAL BENEFIT</b>	Rp 24,810,519,539,783.90	Rp 8,179,782,106,023.71	Rp 4,936,772,235,357.73	Rp 3,486,934,381,390.95	Rp 4,371,419,248,636.66
	\$ 2,587,124,039.60	\$ 852,949,124.72	\$ 514,783,340.50	\$ 363,601,082.52	\$ 455,830,995.69
<b>COST</b>					
Biaya Modal	Rp 1,914,662,532,226.99	Rp 1,914,662,532,226.99	Rp 1,914,662,532,226.99	Rp 1,914,662,532,226.99	Rp 1,914,662,532,226.99
F/P (i,5)	1.178	1.611	2.011	2.488	2.191
PV Biaya Modal	Rp 2,255,472,462,963.40	Rp 3,084,521,339,417.69	Rp 3,850,386,352,308.49	Rp 4,763,680,380,180.76	Rp 4,195,656,926,737.62
Biaya Operasi dan Pemeliharaan	Rp 47,866,563,305.67	Rp 47,866,563,305.67	Rp 47,866,563,305.67	Rp 47,866,563,305.67	Rp 47,866,563,305.67
P/A (i,45)	23.303	9.863	6.654	4.999	6.028
PV Biaya O&P	Rp 1,115,434,524,712.14	Rp 472,107,913,883.87	Rp 318,504,112,235.96	Rp 239,284,949,965.07	Rp 288,555,328,133.22
<b>TOTAL COST</b>	Rp 3,370,906,987,675.54	Rp 3,556,629,253,301.56	Rp 4,168,890,464,544.45	Rp 5,002,965,330,145.83	Rp 4,484,212,254,870.84
	\$ 351,502,292.77	\$ 370,868,535.28	\$ 434,712,248.65	\$ 521,685,644.44	\$ 467,592,518.76
<b>B-C RATIO</b>	7.360	2.300	1.184	0.697	1.0

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.37 Nilai IRR Pembangunan PLTA alternatif 2

Tingkat Suku Bunga	3.32%	10%	15%	20%	16.90%
<b>BENEFIT</b>					
Manfaat PLTA periode 1 (2 tahun pertama)	Rp 516,655,952,010.22	Rp 516,655,952,010.22	Rp 516,655,952,010.22	Rp 516,655,952,010.22	Rp 516,655,952,010.22
P/A(i,2)	1.905	1.736	1.625	1.528	1.588
PV manfaat	Rp 984,229,588,579.46	Rp 896,914,732,689.74	Rp 839,565,922,016.60	Rp 789,450,294,671.61	Rp 820,571,746,578.73
Manfaat PLTA periode 2 (2 tahun kedua)	Rp 572,096,202,568.39	Rp 572,096,202,568.39	Rp 572,096,202,568.39	Rp 572,096,202,568.39	Rp 572,096,202,568.39
P/F(i,2)	0.937	0.826	0.756	0.694	0.733
PV manfaat	Rp 1,021,183,140,141.54	Rp 820,349,340,326.11	Rp 702,820,184,855.27	Rp 606,669,120,282.00	Rp 665,568,475,875.03
Manfaat PLTA periode 3 (2 tahun ketiga)	Rp 627,536,453,126.57	Rp 627,536,453,126.57	Rp 627,536,453,126.57	Rp 627,536,453,126.57	Rp 627,536,453,126.57
P/F(i,4)	0.878	0.683	0.572	0.482	0.538
PV manfaat	Rp 1,049,611,196,134.96	Rp 744,062,442,034.73	Rp 583,295,133,181.14	Rp 462,178,087,581.90	Rp 536,101,522,090.07
Manfaat PLTA periode 4 (2 tahun keempat)	Rp 682,976,703,684.74	Rp 682,976,703,684.74	Rp 682,976,703,684.74	Rp 682,976,703,684.74	Rp 682,976,703,684.74
P/F(i,6)	0.822	0.564	0.432	0.335	0.395
PV manfaat	Rp 1,069,480,050,066.97	Rp 668,705,222,484.54	Rp 479,449,645,986.69	Rp 349,602,115,082.14	Rp 428,724,060,052.24
Manfaat PLTA periode 5 (2 tahun kelima)	Rp 738,416,954,242.91	Rp 738,416,954,242.91	Rp 738,416,954,242.91	Rp 738,416,954,242.91	Rp 738,416,954,242.91
P/F(i,8)	0.770	0.467	0.327	0.233	0.291
PV manfaat	Rp 1,083,146,909,331.22	Rp 598,643,885,808.18	Rp 392,376,309,060.83	Rp 262,894,157,717.38	Rp 341,717,005,776.58
Manfaat PLTA periode 6 (2 tahun keenam)	Rp 793,857,204,801.09	Rp 793,857,204,801.09	Rp 793,857,204,801.09	Rp 793,857,204,801.09	Rp 793,857,204,801.09
P/F(i,10)	0.722	0.386	0.247	0.162	0.215
PV manfaat	Rp 1,091,879,138,055.46	Rp 531,960,537,508.39	Rp 318,634,435,577.04	Rp 196,508,237,047.64	Rp 270,807,228,105.22
Manfaat PLTA periode 7 (2 tahun ketujuh)	Rp 849,297,455,359.26	Rp 849,297,455,359.26	Rp 849,297,455,359.26	Rp 849,297,455,359.26	Rp 849,297,455,359.26
P/F(i,12)	0.676	0.319	0.187	0.112	0.159
PV manfaat	Rp 1,093,708,277,062.55	Rp 470,327,342,018.67	Rp 258,080,264,247.30	Rp 145,345,369,320.36	Rp 213,898,736,915.55
Manfaat PLTA periode 8 (2 tahun kedelapan)	Rp 904,737,705,917.44	Rp 904,737,705,917.44	Rp 904,737,705,917.44	Rp 904,737,705,917.44	Rp 904,737,705,917.44
P/F(i,14)	0.634	0.263	0.141	0.078	0.117
PV manfaat	Rp 1,092,715,059,075.90	Rp 413,074,284,915.31	Rp 207,298,026,868.33	Rp 107,830,258,742.06	Rp 168,297,768,251.34
Manfaat PLTA periode 9 (2 tahun kesembilan)	Rp 960,177,956,475.61	Rp 960,177,956,475.61	Rp 960,177,956,475.61	Rp 960,177,956,475.61	Rp 960,177,956,475.61
P/F(i,16)	0.595	0.218	0.107	0.054	0.087
PV manfaat	Rp 1,088,337,709,216.19	Rp 363,377,427,272.28	Rp 166,950,942,182.20	Rp 79,226,203,544.72	Rp 132,540,843,776.92
Manfaat PLTA periode 10 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,015,618,207,033.78	Rp 1,015,618,207,033.78	Rp 1,015,618,207,033.78	Rp 1,015,618,207,033.78	Rp 1,015,618,207,033.78
P/F(i,18)	0.557	0.179	0.081	0.038	0.065
PV manfaat	Rp 1,077,657,245,210.44	Rp 315,597,264,126.51	Rp 133,680,746,500.82	Rp 58,970,855,573.21	Rp 104,368,150,368.41
Manfaat PLTA periode 11 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,071,058,457,591.96	Rp 1,071,058,457,591.96	Rp 1,071,058,457,591.96	Rp 1,071,058,457,591.96	Rp 1,071,058,457,591.96
P/F(i,20)	0.523	0.149	0.061	0.026	0.048
PV manfaat	Rp 1,067,111,607,175.73	Rp 277,044,264,874.57	Rp 106,168,669,608.80	Rp 42,551,010,403.21	Rp 81,201,300,261.45
Manfaat PLTA periode 12 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,126,498,708,150.13	Rp 1,126,498,708,150.13	Rp 1,126,498,708,150.13	Rp 1,126,498,708,150.13	Rp 1,126,498,708,150.13
P/F(i,22)	0.490	0.123	0.046	0.018	0.035
PV manfaat	Rp 1,051,530,219,122.74	Rp 240,539,016,153.88	Rp 84,205,778,434.22	Rp 30,983,220,468.96	Rp 63,313,951,765.56
Manfaat PLTA periode 13 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,181,938,958,708.30	Rp 1,181,938,958,708.30	Rp 1,181,938,958,708.30	Rp 1,181,938,958,708.30	Rp 1,181,938,958,708.30
P/F(i,24)	0.459	0.102	0.035	0.013	0.027
PV manfaat	Rp 1,033,481,515,799.75	Rp 209,288,295,296.40	Rp 67,222,778,276.53	Rp 23,478,035,475.78	Rp 50,049,572,559.95
Manfaat PLTA periode 14 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,237,379,209,266.48	Rp 1,237,379,209,266.48	Rp 1,237,379,209,266.48	Rp 1,237,379,209,266.48	Rp 1,237,379,209,266.48
P/F(i,26)	0.431	0.084	0.026	0.009	0.020
PV manfaat	Rp 1,015,956,386,664.29	Rp 180,439,585,812.08	Rp 52,279,271,591.51	Rp 17,016,438,885.83	Rp 38,434,170,847.74
Manfaat PLTA periode 15 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,292,819,459,824.65	Rp 1,292,819,459,824.65	Rp 1,292,819,459,824.65	Rp 1,292,819,459,824.65	Rp 1,292,819,459,824.65
P/F(i,28)	0.405	0.069	0.019	0.006	0.014
PV manfaat	Rp 997,442,533,741.22	Rp 154,859,086,175.64	Rp 39,915,800,822.09	Rp 11,852,568,807.67	Rp 28,895,942,712.87
Manfaat PLTA periode 16 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,348,259,710,382.83	Rp 1,348,259,710,382.83	Rp 1,348,259,710,382.83	Rp 1,348,259,710,382.83	Rp 1,348,259,710,382.83
P/F(i,30)	0.379	0.057	0.015	0.004	0.011
PV manfaat	Rp 973,436,769,597.85	Rp 133,412,994,861.80	Rp 32,863,830,440.58	Rp 8,240,563,349.86	Rp 23,192,850,648.26
Manfaat PLTA periode 17 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,403,699,960,941.00	Rp 1,403,699,960,941.00	Rp 1,403,699,960,941.00	Rp 1,403,699,960,941.00	Rp 1,403,699,960,941.00
P/F(i,32)	0.355	0.047	0.011	0.003	0.008
PV manfaat	Rp 949,287,191,085.38	Rp 114,530,687,213.10	Rp 25,091,136,801.82	Rp 6,434,560,620.95	Rp 17,763,791,510.85
Manfaat PLTA periode 18 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,459,140,211,499.17	Rp 1,459,140,211,499.17	Rp 1,459,140,211,499.17	Rp 1,459,140,211,499.17	Rp 1,459,140,211,499.17
P/F(i,34)	0.333	0.039	0.009	0.002	0.006
PV manfaat	Rp 925,627,480,267.67	Rp 98,789,628,879.34	Rp 21,339,925,593.18	Rp 4,459,132,486.34	Rp 14,708,801,135.48
Manfaat PLTA periode 19 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,514,580,462,057.35	Rp 1,514,580,462,057.35	Rp 1,514,580,462,057.35	Rp 1,514,580,462,057.35	Rp 1,514,580,462,057.35
P/F(i,36)	0.313	0.033	0.006	0.002	0.004
PV manfaat	Rp 903,091,319,208.63	Rp 86,767,285,510.34	Rp 14,767,159,505.06	Rp 4,165,702,102.84	Rp 10,603,905,557.91
Manfaat PLTA periode 20 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,570,020,712,615.52	Rp 1,570,020,712,615.52	Rp 1,570,020,712,615.52	Rp 1,570,020,712,615.52	Rp 1,570,020,712,615.52
P/F(i,38)	0.294	0.028	0.005	0.001	0.003
PV manfaat	Rp 879,321,500,514.58	Rp 76,315,566,798.82	Rp 12,756,418,290.00	Rp 2,398,991,648.88	Rp 8,687,506,488.36
Manfaat PLTA periode 21 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,625,460,963,173.70	Rp 1,625,460,963,173.70	Rp 1,625,460,963,173.70	Rp 1,625,460,963,173.70	Rp 1,625,460,963,173.70
P/F(i,40)	0.275	0.022	0.004	0.000	0.004
PV manfaat	Rp 851,538,362,082.62	Rp 62,079,605,105.53	Rp 10,565,496,260.63	Rp 9,934,817,406.92	Rp 10,326,464,536.85
Manfaat PLTA periode 22 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,680,901,213,731.87	Rp 1,680,901,213,731.87	Rp 1,680,901,213,731.87	Rp 1,680,901,213,731.87	Rp 1,680,901,213,731.87
P/F(i,42)	0.259	0.019	0.003	0.001	0.002
PV manfaat	Rp 829,348,254,349.24	Rp 55,442,845,633.73	Rp 8,194,393,416.94	Rp 1,797,891,938.21	Rp 5,681,811,946.83
Manfaat PLTA periode 23 (5 tahun kesembilan)	Rp 1,736,341,464,290.04	Rp 1,736,341,464,290.04	Rp 1,736,341,464,290.04	Rp 1,736,341,464,290.04	Rp 1,736,341,464,290.04
P/F(i,44)	0.243	0.016	0.002	0.000	0.001
PV manfaat	Rp 803,778,508,941.83	Rp 48,228,620,512.12	Rp 5,643,109,758.94	Rp 1,061,251,902.97	Rp 3,843,128,339.85
<b>TOTAL BENEFIT</b>	Rp 22,932,899,961,426.20	Rp 7,560,749,562,011.80	Rp 4,563,165,379,276.52	Rp 3,223,048,885,061.47	Rp 4,039,298,736,102.07
	\$ 2,391,334,719.65	\$ 788,399,328.68	\$ 475,825,378.44	\$ 336,084,346.72	\$ 421,199,034.00
<b>COST</b>					
Biaya Modal	Rp 1,768,938,561,767.55	Rp 1,768,938,561,767.55	Rp 1,768,938,561,767.55	Rp 1,768,938,561,767.55	Rp 1,768,938,561,767.55
F/P (i,5)	1.178	1.611	2.011	2.488	2.192
PV Biaya Modal	Rp 2,083,809,625,762.17	Rp 2,849,760,023,007.52	Rp 3,557,335,447,714.54	Rp 4,401,119,141,677.66	Rp 3,877,135,405,608.46
Biaya Operasi dan Pemeliharaan	Rp 44,223,464,044.19	Rp 44,223,464,044.19	Rp 44,223,464,044.19	Rp 44,223,464,044.19	Rp 44,223,464,044.19
P/A (i,45)	23.303	9.863	6.654	4.999	6.027
PV Biaya O&P	Rp 1,030,539,382,621.73	Rp 436,176,025,867.83	Rp 294,262,929,750.03	Rp 221,073,096,756.90	Rp 266,523,467,993.51
<b>TOTAL COST</b>	Rp 3,114,349,008,383.90	Rp 3,285,936,048,875.35	Rp 3,851,598,377,464.57	Rp 4,622,192,238,434.56	Rp 4,143,658,873,601.97
	\$ 324,749,635.91	\$ 342,641,923.76	\$ 481,980,421.11	\$ 432,081,217.27	\$ 432,081,217.27
<b>B-C RATIO</b>	7.364	2.301	1.185	0.697	1.0

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.38 Nilai IRR Pembangunan PLTA alternatif 3

Tingkat Suku Bunga	3.32%	10%	15%	20%	16.72%
<b>BENEFIT</b>					
Manfaat PLTA periode 1 (2 tahun pertama)	Rp 464,313,829,867.32	Rp 464,313,829,867.32	Rp 464,313,829,867.32	Rp 464,313,829,867.32	Rp 464,313,829,867.32
P/A(i, 2)	1.905	1.736	1.625	1.528	1.592
PV manfaat	Rp 884,517,845,897.25	Rp 806,048,808,649.67	Rp 754,509,973,534.40	Rp 709,471,532,037.27	Rp 739,029,201,437.77
Manfaat PLTA periode 2 (2 tahun kedua)	Rp 514,137,460,012.90	Rp 514,137,460,012.90	Rp 514,137,460,012.90	Rp 514,137,460,012.90	Rp 514,137,460,012.90
P/F(i, 2)	0.937	0.826	0.756	0.694	0.735
PV manfaat	Rp 917,727,654,061.13	Rp 737,240,212,861.06	Rp 631,617,869,625.85	Rp 545,207,814,996.40	Rp 601,219,209,364.97
Manfaat PLTA periode 3 (2 tahun ketiga)	Rp 563,961,090,158.48	Rp 563,961,090,158.48	Rp 563,961,090,158.48	Rp 563,961,090,158.48	Rp 563,961,090,158.48
P/F(i, 4)	0.878	0.683	0.572	0.482	0.541
PV manfaat	Rp 943,275,679,788.17	Rp 668,681,897,067.83	Rp 524,201,833,302.31	Rp 415,355,087,057.36	Rp 485,678,040,819.67
Manfaat PLTA periode 4 (2 tahun keempat)	Rp 613,784,720,304.06	Rp 613,784,720,304.06	Rp 613,784,720,304.06	Rp 613,784,720,304.06	Rp 613,784,720,304.06
P/F(i, 6)	0.822	0.564	0.432	0.335	0.399
PV manfaat	Rp 961,131,631,371.33	Rp 600,959,074,788.59	Rp 430,876,873,653.45	Rp 314,194,122,629.24	Rp 389,464,095,676.78
Manfaat PLTA periode 5 (2 tahun kelima)	Rp 663,608,350,449.64	Rp 663,608,350,449.64	Rp 663,608,350,449.64	Rp 663,608,350,449.64	Rp 663,608,350,449.64
P/F(i, 8)	0.770	0.467	0.327	0.233	0.295
PV manfaat	Rp 973,413,908,857.06	Rp 537,995,253,009.73	Rp 352,624,887,220.18	Rp 236,260,499,360.48	Rp 311,262,788,024.71
Manfaat PLTA periode 6 (2 tahun keenam)	Rp 713,431,980,595.22	Rp 713,431,980,595.22	Rp 713,431,980,595.22	Rp 713,431,980,595.22	Rp 713,431,980,595.22
P/F(i, 10)	0.722	0.386	0.247	0.162	0.218
PV manfaat	Rp 981,261,480,430.47	Rp 478,067,916,468.94	Rp 286,353,761,211.41	Rp 176,600,998,748.62	Rp 247,301,941,449.85
Manfaat PLTA periode 7 (2 tahun ketujuh)	Rp 763,255,610,740.80	Rp 763,255,610,740.80	Rp 763,255,610,740.80	Rp 763,255,610,740.80	Rp 763,255,610,740.80
P/F(i, 12)	0.676	0.319	0.187	0.112	0.161
PV manfaat	Rp 982,905,310,399.79	Rp 422,678,745,138.48	Rp 231,934,298,713.86	Rp 130,620,512,199.74	Rp 195,857,804,757.69
Manfaat PLTA periode 8 (2 tahun kedelapan)	Rp 813,079,240,886.38	Rp 813,079,240,886.38	Rp 813,079,240,886.38	Rp 813,079,240,886.38	Rp 813,079,240,886.38
P/F(i, 14)	0.634	0.263	0.141	0.078	0.119
PV manfaat	Rp 982,012,714,765.35	Rp 371,225,962,853.01	Rp 186,296,781,068.09	Rp 96,906,036,245.80	Rp 154,450,244,820.71
Manfaat PLTA periode 9 (2 tahun kesembilan)	Rp 862,902,871,031.96	Rp 862,902,871,031.96	Rp 862,902,871,031.96	Rp 862,902,871,031.96	Rp 862,902,871,031.96
P/F(i, 16)	0.595	0.218	0.107	0.054	0.089
PV manfaat	Rp 978,078,831,742.95	Rp 326,563,865,736.30	Rp 150,037,236,700.68	Rp 71,199,841,694.59	Rp 121,938,265,042.83
Manfaat PLTA periode 10 (2 tahun kesembilan)	Rp 912,726,501,177.54	Rp 912,726,501,177.54	Rp 912,726,501,177.54	Rp 912,726,501,177.54	Rp 912,726,501,177.54
P/F(i, 18)	0.557	0.179	0.081	0.038	0.066
PV manfaat	Rp 968,480,399,501.97	Rp 283,624,283,881.91	Rp 120,137,625,717.49	Rp 52,996,551,564.37	Rp 96,200,888,539.00
Manfaat PLTA periode 11 (2 tahun kesembilan)	Rp 962,550,131,323.12	Rp 962,550,131,323.12	Rp 962,550,131,323.12	Rp 962,550,131,323.12	Rp 962,550,131,323.12
P/F(i, 20)	0.523	0.149	0.061	0.023	0.049
PV manfaat	Rp 959,003,134,089.20	Rp 248,977,067,168.56	Rp 95,412,781,767.40	Rp 38,240,191,617.21	Rp 75,024,061,554.01
Manfaat PLTA periode 12 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,012,373,761,468.70	Rp 1,012,373,761,468.70	Rp 1,012,373,761,468.70	Rp 1,012,373,761,468.70	Rp 1,012,373,761,468.70
P/F(i, 22)	0.490	0.123	0.046	0.018	0.036
PV manfaat	Rp 945,000,287,642.96	Rp 216,170,144,538.89	Rp 75,674,938,669.79	Rp 27,844,327,935.44	Rp 58,614,182,349.39
Manfaat PLTA periode 13 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,062,197,391,614.28	Rp 1,062,197,391,614.28	Rp 1,062,197,391,614.28	Rp 1,062,197,391,614.28	Rp 1,062,197,391,614.28
P/F(i, 24)	0.459	0.102	0.035	0.013	0.027
PV manfaat	Rp 928,780,088,240.57	Rp 188,085,416,527.92	Rp 60,412,476,648.06	Rp 21,099,488,987.03	Rp 46,388,354,267.23
Manfaat PLTA periode 14 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,112,021,021,759.86	Rp 1,112,021,021,759.86	Rp 1,112,021,021,759.86	Rp 1,112,021,021,759.86	Rp 1,112,021,021,759.86
P/F(i, 26)	0.431	0.084	0.026	0.009	0.020
PV manfaat	Rp 913,030,420,021.04	Rp 162,159,353,477.11	Rp 46,982,888,169.35	Rp 15,292,513,091.24	Rp 35,676,513,703.95
Manfaat PLTA periode 15 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,161,844,651,905.44	Rp 1,161,844,651,905.44	Rp 1,161,844,651,905.44	Rp 1,161,844,651,905.44	Rp 1,161,844,651,905.44
P/F(i, 28)	0.405	0.069	0.019	0.006	0.015
PV manfaat	Rp 896,392,195,061.35	Rp 139,170,399,783.84	Rp 35,871,953,627.58	Rp 10,651,791,768.67	Rp 26,872,699,863.82
Manfaat PLTA periode 16 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,211,668,282,051.02	Rp 1,211,668,282,051.02	Rp 1,211,668,282,051.02	Rp 1,211,668,282,051.02	Rp 1,211,668,282,051.02
P/F(i, 30)	0.379	0.057	0.015	0.004	0.011
PV manfaat	Rp 874,818,441,299.43	Rp 119,896,999,845.51	Rp 29,534,414,374.99	Rp 7,405,716,539.90	Rp 21,636,622,144.10
Manfaat PLTA periode 17 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,261,491,912,196.60	Rp 1,261,491,912,196.60	Rp 1,261,491,912,196.60	Rp 1,261,491,912,196.60	Rp 1,261,491,912,196.60
P/F(i, 32)	0.355	0.047	0.011	0.003	0.008
PV manfaat	Rp 853,115,442,920.76	Rp 102,927,648,099.95	Rp 22,549,167,930.51	Rp 5,782,678,925.51	Rp 16,565,309,169.88
Manfaat PLTA periode 18 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,311,315,542,342.18	Rp 1,311,315,542,342.18	Rp 1,311,315,542,342.18	Rp 1,311,315,542,342.18	Rp 1,311,315,542,342.18
P/F(i, 34)	0.333	0.039	0.009	0.002	0.007
PV manfaat	Rp 831,852,684,017.90	Rp 88,781,307,487.74	Rp 19,177,989,806.75	Rp 4,007,380,297.40	Rp 13,762,643,778.95
Manfaat PLTA periode 19 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,361,139,172,487.76	Rp 1,361,139,172,487.76	Rp 1,361,139,172,487.76	Rp 1,361,139,172,487.76	Rp 1,361,139,172,487.76
P/F(i, 36)	0.313	0.033	0.005	0.002	0.005
PV manfaat	Rp 811,599,648,683.42	Rp 77,976,940,913.48	Rp 13,271,106,931.76	Rp 3,743,677,180.01	Rp 9,871,215,992.08
Manfaat PLTA periode 20 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,410,962,802,633.34	Rp 1,410,962,802,633.34	Rp 1,410,962,802,633.34	Rp 1,410,962,802,633.34	Rp 1,410,962,802,633.34
P/F(i, 38)	0.294	0.028	0.005	0.001	0.004
PV manfaat	Rp 790,237,936,870.86	Rp 68,584,079,910.40	Rp 11,464,072,771.40	Rp 2,155,951,162.42	Rp 8,141,159,057.00
Manfaat PLTA periode 21 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,460,786,432,778.92	Rp 1,460,786,432,778.92	Rp 1,460,786,432,778.92	Rp 1,460,786,432,778.92	Rp 1,460,786,432,778.92
P/F(i, 40)	0.275	0.022	0.004	0.004	0.004
PV manfaat	Rp 765,269,492,472.06	Rp 55,790,355,440.69	Rp 9,495,111,813.06	Rp 8,928,326,677.14	Rp 9,300,294,425.40
Manfaat PLTA periode 22 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,510,610,062,924.50	Rp 1,510,610,062,924.50	Rp 1,510,610,062,924.50	Rp 1,510,610,062,924.50	Rp 1,510,610,062,924.50
P/F(i, 42)	0.259	0.019	0.003	0.001	0.002
PV manfaat	Rp 745,327,451,996.64	Rp 49,825,962,315.50	Rp 7,364,224,056.76	Rp 1,615,748,533.30	Rp 5,312,314,222.75
Manfaat PLTA periode 23 (5 tahun kesembilan)	Rp 1,560,433,693,070.08	Rp 1,560,433,693,070.08	Rp 1,560,433,693,070.08	Rp 1,560,433,693,070.08	Rp 1,560,433,693,070.08
P/F(i, 44)	0.243	0.016	0.002	0.000	0.001
PV manfaat	Rp 722,348,163,027.54	Rp 43,342,606,258.71	Rp 5,071,409,502.48	Rp 953,737,073.20	Rp 3,601,438,356.69
TOTAL BENEFIT	\$ 2,149,069,952.36	\$ 708,527,038.81	\$ 427,619,778.60	\$ 302,035,831.73	\$ 383,020,780.90
<b>COST</b>					
Biaya Modal	Rp 1,617,069,889,116.20	Rp 1,617,069,889,116.20	Rp 1,617,069,889,116.20	Rp 1,617,069,889,116.20	Rp 1,617,069,889,116.20
F/P (i, 5)	1.178	1.611	2.011	2.488	2.175
PV Biaya Modal	Rp 1,904,908,329,378.89	Rp 2,605,099,591,366.21	Rp 3,251,927,547,012.69	Rp 4,023,269,884,121.12	Rp 3,517,056,057,954.02
Biaya Operasi dan Pemeliharaan	Rp 40,426,747,227.91	Rp 40,426,747,227.91	Rp 40,426,747,227.91	Rp 40,426,747,227.91	Rp 40,426,747,227.91
P/A (i, 45)	23.303	9.863	6.654	4.999	6.085
PV Biaya O&P	Rp 942,064,490,651.87	Rp 398,729,007,908.83	Rp 268,999,576,054.48	Rp 202,093,309,392.30	Rp 246,002,317,898.93
TOTAL COST	Rp 2,846,972,820,030.76	Rp 3,003,828,599,275.03	Rp 3,520,927,123,067.17	Rp 4,225,363,193,513.41	Rp 3,763,058,375,852.95
B-C RATIO	7.239	2.262	1.165	0.686	1.0

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.39 Nilai IRR Pembangunan PLTA alternatif 4

Tingkat Suku Bunga	3.32%	10%	15%	20%	16.63%
<b>BENEFIT</b>					
Manfaat PLTA periode 1 (2 tahun pertama)	Rp 447,427,679,227.60	Rp 447,427,679,227.60	Rp 447,427,679,227.60	Rp 447,427,679,227.60	Rp 447,427,679,227.60
P/A (i, 2)	1.905	1.736	1.625	1.528	1.593
PV manfaat	Rp 852,349,728,928.57	Rp 776,734,451,139.11	Rp 727,069,978,744.85	Rp 683,669,493,859.77	Rp 712,912,388,937.69
Manfaat PLTA periode 2 (2 tahun kedua)	Rp 495,439,325,172.11	Rp 495,439,325,172.11	Rp 495,439,325,172.11	Rp 495,439,325,172.11	Rp 495,439,325,172.11
P/F (i, 2)	0.937	0.826	0.756	0.694	0.736
PV manfaat	Rp 884,351,763,842.34	Rp 710,428,284,180.00	Rp 608,647,210,973.94	Rp 525,379,714,470.91	Rp 580,829,779,817.44
Manfaat PLTA periode 3 (2 tahun ketiga)	Rp 543,450,971,116.63	Rp 543,450,971,116.63	Rp 543,450,971,116.63	Rp 543,450,971,116.63	Rp 543,450,971,116.63
P/F (i, 4)	0.878	0.683	0.572	0.482	0.543
PV manfaat	Rp 908,970,659,779.96	Rp 644,363,295,041.33	Rp 505,137,677,652.90	Rp 400,249,466,423.51	Rp 469,879,507,451.43
Manfaat PLTA periode 4 (2 tahun keempat)	Rp 591,462,617,061.14	Rp 591,462,617,061.14	Rp 591,462,617,061.14	Rp 591,462,617,061.14	Rp 591,462,617,061.14
P/F (i, 6)	0.822	0.564	0.432	0.335	0.400
PV manfaat	Rp 926,177,226,682.21	Rp 579,103,414,215.03	Rp 415,206,757,176.92	Rp 302,757,884,421.26	Rp 377,301,841,198.09
Manfaat PLTA periode 5 (2 tahun kelima)	Rp 639,474,263,005.65	Rp 639,474,263,005.65	Rp 639,474,263,005.65	Rp 639,474,263,005.65	Rp 639,474,263,005.65
P/F (i, 8)	0.770	0.467	0.327	0.233	0.296
PV manfaat	Rp 938,012,822,689.84	Rp 518,429,458,709.84	Rp 339,800,636,504.63	Rp 227,668,185,012.32	Rp 301,940,549,794.63
Manfaat PLTA periode 6 (2 tahun keenam)	Rp 687,485,908,950.17	Rp 687,485,908,950.17	Rp 687,485,908,950.17	Rp 687,485,908,950.17	Rp 687,485,908,950.17
P/F (i, 10)	0.722	0.386	0.247	0.162	0.219
PV manfaat	Rp 945,574,994,029.15	Rp 460,681,557,643.87	Rp 275,939,656,704.87	Rp 170,177,511,957.89	Rp 240,193,311,701.29
Manfaat PLTA periode 7 (2 tahun ketujuh)	Rp 735,497,554,894.68	Rp 735,497,554,894.68	Rp 735,497,554,894.68	Rp 735,497,554,894.68	Rp 735,497,554,894.68
P/F (i, 12)	0.676	0.319	0.187	0.112	0.163
PV manfaat	Rp 947,159,041,242.27	Rp 407,306,777,939.80	Rp 223,499,319,493.62	Rp 125,870,109,554.46	Rp 190,475,805,906.18
Manfaat PLTA periode 8 (2 tahun kedelapan)	Rp 783,509,200,839.19	Rp 783,509,200,839.19	Rp 783,509,200,839.19	Rp 783,509,200,839.19	Rp 783,509,200,839.19
P/F (i, 14)	0.634	0.263	0.141	0.078	0.120
PV manfaat	Rp 946,298,907,497.55	Rp 357,725,228,808.75	Rp 179,521,545,642.28	Rp 93,381,760,592.82	Rp 150,369,659,356.67
Manfaat PLTA periode 9 (2 tahun kesembilan)	Rp 831,520,846,783.71	Rp 831,520,846,783.71	Rp 831,520,846,783.71	Rp 831,520,846,783.71	Rp 831,520,846,783.71
P/F (i, 16)	0.595	0.218	0.107	0.054	0.090
PV manfaat	Rp 942,508,091,808.16	Rp 314,687,401,423.60	Rp 144,580,487,234.52	Rp 68,019,448,109.82	Rp 118,858,983,461.67
Manfaat PLTA periode 10 (2 tahun kesembilan)	Rp 879,532,492,728.22	Rp 879,532,492,728.22	Rp 879,532,492,728.22	Rp 879,532,492,728.22	Rp 879,532,492,728.22
P/F (i, 18)	0.557	0.179	0.081	0.038	0.067
PV manfaat	Rp 933,258,735,046.53	Rp 273,309,444,920.34	Rp 115,768,464,355.35	Rp 51,069,174,657.77	Rp 93,856,702,245.93
Manfaat PLTA periode 11 (2 tahun kesembilan)	Rp 927,544,138,672.74	Rp 927,544,138,672.74	Rp 927,544,138,672.74	Rp 927,544,138,672.74	Rp 927,544,138,672.74
P/F (i, 20)	0.523	0.149	0.061	0.026	0.050
PV manfaat	Rp 924,126,138,521.73	Rp 239,922,277,085.64	Rp 91,942,812,745.93	Rp 36,849,473,541.19	Rp 73,278,777,618.88
Manfaat PLTA periode 12 (2 tahun kesembilan)	Rp 975,555,784,617.25	Rp 975,555,784,617.25	Rp 975,555,784,617.25	Rp 975,555,784,617.25	Rp 975,555,784,617.25
P/F (i, 22)	0.490	0.123	0.046	0.018	0.037
PV manfaat	Rp 910,632,547,150.97	Rp 208,308,475,577.75	Rp 72,922,794,900.14	Rp 26,831,686,300.11	Rp 57,305,127,268.32
Manfaat PLTA periode 13 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,023,567,430,561.76	Rp 1,023,567,430,561.76	Rp 1,023,567,430,561.76	Rp 1,023,567,430,561.76	Rp 1,023,567,430,561.76
P/F (i, 24)	0.459	0.102	0.035	0.013	0.028
PV manfaat	Rp 895,002,243,446.05	Rp 181,245,132,064.43	Rp 58,215,397,613.20	Rp 20,332,143,440.68	Rp 45,377,473,502.59
Manfaat PLTA periode 14 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,071,579,076,506.28	Rp 1,071,579,076,506.28	Rp 1,071,579,076,506.28	Rp 1,071,579,076,506.28	Rp 1,071,579,076,506.28
P/F (i, 26)	0.431	0.084	0.026	0.009	0.020
PV manfaat	Rp 879,825,358,660.86	Rp 156,261,947,252.45	Rp 45,274,215,982.39	Rp 14,736,355,460.11	Rp 34,924,130,810.12
Manfaat PLTA periode 15 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,119,590,722,450.79	Rp 1,119,590,722,450.79	Rp 1,119,590,722,450.79	Rp 1,119,590,722,450.79	Rp 1,119,590,722,450.79
P/F (i, 28)	0.405	0.069	0.019	0.006	0.015
PV manfaat	Rp 863,792,232,138.85	Rp 134,109,055,098.05	Rp 34,567,363,555.67	Rp 10,264,407,743.43	Rp 26,329,233,081.89
Manfaat PLTA periode 16 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,167,602,368,395.30	Rp 1,167,602,368,395.30	Rp 1,167,602,368,395.30	Rp 1,167,602,368,395.30	Rp 1,167,602,368,395.30
P/F (i, 30)	0.379	0.057	0.015	0.004	0.011
PV manfaat	Rp 843,003,071,969.57	Rp 115,536,589,557.45	Rp 28,460,307,729.64	Rp 7,136,385,675.63	Rp 21,230,442,286.78
Manfaat PLTA periode 17 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,215,614,014,339.82	Rp 1,215,614,014,339.82	Rp 1,215,614,014,339.82	Rp 1,215,614,014,339.82	Rp 1,215,614,014,339.82
P/F (i, 32)	0.355	0.047	0.011	0.003	0.008
PV manfaat	Rp 822,089,367,547.66	Rp 99,184,378,658.01	Rp 21,729,100,506.32	Rp 5,572,374,641.73	Rp 16,251,308,082.04
Manfaat PLTA periode 18 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,263,625,660,284.33	Rp 1,263,625,660,284.33	Rp 1,263,625,660,284.33	Rp 1,263,625,660,284.33	Rp 1,263,625,660,284.33
P/F (i, 34)	0.333	0.039	0.009	0.002	0.007
PV manfaat	Rp 801,599,891,986.27	Rp 85,552,511,703.89	Rp 18,480,525,281.66	Rp 3,861,640,017.83	Rp 13,523,140,772.48
Manfaat PLTA periode 19 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,311,637,306,228.85	Rp 1,311,637,306,228.85	Rp 1,311,637,306,228.85	Rp 1,311,637,306,228.85	Rp 1,311,637,306,228.85
P/F (i, 36)	0.313	0.033	0.006	0.002	0.005
PV manfaat	Rp 782,083,418,398.54	Rp 75,141,077,999.24	Rp 12,788,463,735.73	Rp 3,607,527,247.05	Rp 9,676,117,247.83
Manfaat PLTA periode 20 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,359,648,952,173.36	Rp 1,359,648,952,173.36	Rp 1,359,648,952,173.36	Rp 1,359,648,952,173.36	Rp 1,359,648,952,173.36
P/F (i, 38)	0.294	0.028	0.005	0.001	0.004
PV manfaat	Rp 761,498,588,643.73	Rp 66,089,816,267.24	Rp 11,047,147,736.41	Rp 2,077,543,598.92	Rp 8,005,237,979.49
Manfaat PLTA periode 21 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,407,660,598,117.87	Rp 1,407,660,598,117.87	Rp 1,407,660,598,117.87	Rp 1,407,660,598,117.87	Rp 1,407,660,598,117.87
P/F (i, 40)	0.275	0.022	0.004	0.000	0.004
PV manfaat	Rp 737,438,195,839.00	Rp 53,761,373,563.32	Rp 9,149,793,887.77	Rp 8,603,621,575.70	Rp 8,971,628,054.39
Manfaat PLTA periode 22 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,455,672,244,062.39	Rp 1,455,672,244,062.39	Rp 1,455,672,244,062.39	Rp 1,455,672,244,062.39	Rp 1,455,672,244,062.39
P/F (i, 42)	0.259	0.019	0.003	0.001	0.002
PV manfaat	Rp 718,221,406,859.16	Rp 48,013,893,298.15	Rp 7,096,402,189.80	Rp 1,556,987,032.25	Rp 5,218,018,908.05
Manfaat PLTA periode 23 (5 tahun kesembilan)	Rp 1,503,683,890,006.90	Rp 1,503,683,890,006.90	Rp 1,503,683,890,006.90	Rp 1,503,683,890,006.90	Rp 1,503,683,890,006.90
P/F (i, 44)	0.243	0.016	0.002	0.000	0.001
PV manfaat	Rp 696,077,827,942.55	Rp 41,766,323,728.83	Rp 4,886,972,642.52	Rp 919,051,593.57	Rp 3,541,310,384.92
TOTAL BENEFIT	Rp 19,860,052,260,651.50	Rp 6,547,662,165,876.12	Rp 3,951,733,232,991.06	Rp 2,791,182,946,928.73	Rp 3,560,250,475,868.78
	\$ 2,070,912,644.49	\$ 682,759,349.93	\$ 412,068,116.06	\$ 291,051,402.18	\$ 371,246,139.30
<b>COST</b>					
Biaya Modal	Rp 1,571,339,580,612.88	Rp 1,571,339,580,612.88	Rp 1,571,339,580,612.88	Rp 1,571,339,580,612.88	Rp 1,571,339,580,612.88
F/P (i, 5)	1.178	1.611	2.011	2.488	2.167
PV Biaya Modal	Rp 1,851,038,025,961.97	Rp 2,531,428,064,367.35	Rp 3,159,963,596,612.50	Rp 3,909,492,876,564.84	Rp 3,404,466,322,676.15
Biaya Operasi dan Pemeliharaan	Rp 39,283,489,515.32	Rp 39,283,489,515.32	Rp 39,283,489,515.32	Rp 39,283,489,515.32	Rp 39,283,489,515.32
P/A (i, 45)	23.303	9.863	6.654	4.999	6.114
PV Biaya O&P	Rp 915,423,156,175.55	Rp 387,453,057,089.62	Rp 261,392,339,234.95	Rp 196,378,164,087.09	Rp 240,184,188,546.52
TOTAL COST	Rp 2,766,461,182,137.52	Rp 2,918,881,121,456.97	Rp 3,421,356,235,847.45	Rp 4,105,871,040,651.93	Rp 3,644,650,511,222.66
	\$ 288,473,533.07	\$ 304,367,165.95	\$ 356,762,902.59	\$ 428,140,880.15	\$ 380,046,977.19
B-C RATIO	7.179	2.243	1.155	0.680	1.0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.40 Nilai IRR Pembangunan PLTA alternatif 5

Tingkat Suku Bunga	3.32%	10%	15%	20%	16.34%
<b>BENEFIT</b>					
Manfaat PLTA periode 1 (2 tahun pertama)	Rp 406,747,978,864.08	Rp 406,747,978,864.08	Rp 406,747,978,864.08	Rp 406,747,978,864.08	Rp 406,747,978,864.08
P/A(i,2)	1.905	1.736	1.625	1.528	1.599
PV manfaat	Rp 774,854,899,736.06	Rp 706,114,491,308.04	Rp 660,965,465,654.12	Rp 621,510,911,704.31	Rp 650,378,295,000.06
Manfaat PLTA periode 2 (2 tahun kedua)	Rp 450,394,451,481.91	Rp 450,394,451,481.91	Rp 450,394,451,481.91	Rp 450,394,451,481.91	Rp 450,394,451,481.91
P/F(i,2)	0.937	0.826	0.756	0.694	0.739
PV manfaat	Rp 803,947,339,978.44	Rp 645,836,818,180.16	Rp 553,309,583,645.53	Rp 477,612,688,973.87	Rp 532,465,400,952.00
Manfaat PLTA periode 3 (2 tahun ketiga)	Rp 494,040,924,099.75	Rp 494,040,924,099.75	Rp 494,040,924,099.75	Rp 494,040,924,099.75	Rp 494,040,924,099.75
P/F(i,4)	0.878	0.683	0.572	0.482	0.548
PV manfaat	Rp 826,327,909,239.99	Rp 585,778,395,213.98	Rp 459,211,038,950.71	Rp 363,859,164,435.77	Rp 432,777,693,182.44
Manfaat PLTA periode 4 (2 tahun keempat)	Rp 537,687,396,717.58	Rp 537,687,396,717.58	Rp 537,687,396,717.58	Rp 537,687,396,717.58	Rp 537,687,396,717.58
P/F(i,6)	0.822	0.564	0.432	0.335	0.406
PV manfaat	Rp 841,970,071,394.03	Rp 526,451,880,875.77	Rp 377,456,552,495.74	Rp 275,231,424,631.80	Rp 349,032,360,562.57
Manfaat PLTA periode 5 (2 tahun kelima)	Rp 581,333,869,335.41	Rp 581,333,869,335.41	Rp 581,333,869,335.41	Rp 581,333,869,335.41	Rp 581,333,869,335.41
P/F(i,8)	0.770	0.467	0.327	0.233	0.302
PV manfaat	Rp 852,729,586,234.65	Rp 471,294,343,876.65	Rp 308,906,284,818.11	Rp 206,968,809,496.27	Rp 280,516,866,410.83
Manfaat PLTA periode 6 (2 tahun keenam)	Rp 624,980,341,953.25	Rp 624,980,341,953.25	Rp 624,980,341,953.25	Rp 624,980,341,953.25	Rp 624,980,341,953.25
P/F(i,10)	0.722	0.386	0.247	0.162	0.224
PV manfaat	Rp 859,604,212,125.92	Rp 418,796,827,221.50	Rp 250,851,484,751.49	Rp 154,705,133,925.74	Rp 224,040,033,696.29
Manfaat PLTA periode 7 (2 tahun ketujuh)	Rp 668,626,814,571.08	Rp 668,626,814,571.08	Rp 668,626,814,571.08	Rp 668,626,814,571.08	Rp 668,626,814,571.08
P/F(i,12)	0.676	0.319	0.187	0.112	0.167
PV manfaat	Rp 861,044,239,268.35	Rp 370,274,831,880.43	Rp 203,178,973,277.79	Rp 114,426,118,538.44	Rp 178,048,162,766.38
Manfaat PLTA periode 8 (2 tahun kedelapan)	Rp 712,273,287,188.92	Rp 712,273,287,188.92	Rp 712,273,287,188.92	Rp 712,273,287,188.92	Rp 712,273,287,188.92
P/F(i,14)	0.634	0.263	0.141	0.078	0.124
PV manfaat	Rp 860,262,308,068.16	Rp 325,201,190,185.27	Rp 163,199,616,927.16	Rp 84,891,579,460.32	Rp 141,331,987,309.92
Manfaat PLTA periode 9 (2 tahun kesembilan)	Rp 755,919,759,806.75	Rp 755,919,759,806.75	Rp 755,919,759,806.75	Rp 755,919,759,806.75	Rp 755,919,759,806.75
P/F(i,16)	0.595	0.218	0.107	0.054	0.093
PV manfaat	Rp 856,816,149,746.96	Rp 286,076,321,259.35	Rp 131,435,548,236.40	Rp 62,372,451,221.17	Rp 112,140,283,799.91
Manfaat PLTA periode 10 (2 tahun kesembilan)	Rp 799,566,232,424.59	Rp 799,566,232,424.59	Rp 799,566,232,424.59	Rp 799,566,232,424.59	Rp 799,566,232,424.59
P/F(i,18)	0.557	0.179	0.081	0.038	0.069
PV manfaat	Rp 848,407,735,732.24	Rp 248,460,409,328.55	Rp 105,242,905,342.89	Rp 46,426,019,719.50	Rp 88,805,308,209.90
Manfaat PLTA periode 11 (2 tahun kesembilan)	Rp 843,212,705,042.42	Rp 843,212,705,042.42	Rp 843,212,705,042.42	Rp 843,212,705,042.42	Rp 843,212,705,042.42
P/F(i,20)	0.523	0.149	0.061	0.026	0.052
PV manfaat	Rp 840,105,466,224.34	Rp 218,108,771,137.09	Rp 85,583,459,387.33	Rp 33,499,154,345.93	Rp 69,581,875,102.11
Manfaat PLTA periode 12 (2 tahun kesembilan)	Rp 886,859,177,660.26	Rp 886,859,177,660.26	Rp 886,859,177,660.26	Rp 886,859,177,660.26	Rp 886,859,177,660.26
P/F(i,22)	0.490	0.123	0.046	0.018	0.038
PV manfaat	Rp 827,838,699,396.97	Rp 189,369,266,487.44	Rp 66,292,723,530.10	Rp 24,392,174,822.37	Rp 54,576,289,732.91
Manfaat PLTA periode 13 (2 tahun kesembilan)	Rp 930,505,650,278.09	Rp 930,505,650,278.09	Rp 930,505,650,278.09	Rp 930,505,650,278.09	Rp 930,505,650,278.09
P/F(i,24)	0.459	0.102	0.035	0.013	0.029
PV manfaat	Rp 813,629,488,074.91	Rp 164,766,496,506.04	Rp 52,922,508,859.57	Rp 18,483,564,237.12	Rp 43,291,360,599.57
Manfaat PLTA periode 14 (2 tahun kesembilan)	Rp 974,152,122,895.93	Rp 974,152,122,895.93	Rp 974,152,122,895.93	Rp 974,152,122,895.93	Rp 974,152,122,895.93
P/F(i,26)	0.431	0.084	0.026	0.009	0.021
PV manfaat	Rp 799,832,471,264.31	Rp 142,054,759,169.18	Rp 41,157,927,192.35	Rp 13,396,539,994.06	Rp 33,993,097,224.70
Manfaat PLTA periode 15 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,017,798,595,513.76	Rp 1,017,798,595,513.76	Rp 1,017,798,595,513.76	Rp 1,017,798,595,513.76	Rp 1,017,798,595,513.76
P/F(i,28)	0.405	0.069	0.019	0.006	0.016
PV manfaat	Rp 785,257,061,403.75	Rp 121,915,985,965.02	Rp 31,424,531,636.49	Rp 9,331,177,523.67	Rp 25,244,054,755.81
Manfaat PLTA periode 16 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,061,445,068,131.59	Rp 1,061,445,068,131.59	Rp 1,061,445,068,131.59	Rp 1,061,445,068,131.59	Rp 1,061,445,068,131.59
P/F(i,30)	0.379	0.057	0.015	0.004	0.012
PV manfaat	Rp 766,358,031,965.67	Rp 105,032,112,381.76	Rp 25,872,723,535.71	Rp 6,487,552,256.42	Rp 20,448,579,146.01
Manfaat PLTA periode 17 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,105,091,540,749.43	Rp 1,105,091,540,749.43	Rp 1,105,091,540,749.43	Rp 1,105,091,540,749.43	Rp 1,105,091,540,749.43
P/F(i,32)	0.355	0.047	0.011	0.003	0.009
PV manfaat	Rp 747,345,781,720.32	Rp 90,166,628,992.83	Rp 19,753,511,290.90	Rp 5,065,739,622.80	Rp 15,643,853,126.12
Manfaat PLTA periode 18 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,148,738,013,367.26	Rp 1,148,738,013,367.26	Rp 1,148,738,013,367.26	Rp 1,148,738,013,367.26	Rp 1,148,738,013,367.26
P/F(i,34)	0.333	0.039	0.009	0.002	0.007
PV manfaat	Rp 728,719,189,849.72	Rp 77,774,158,457.02	Rp 16,800,293,445.50	Rp 3,510,543,368.85	Rp 13,081,005,285.68
Manfaat PLTA periode 19 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,192,384,485,985.10	Rp 1,192,384,485,985.10	Rp 1,192,384,485,985.10	Rp 1,192,384,485,985.10	Rp 1,192,384,485,985.10
P/F(i,36)	0.313	0.033	0.006	0.002	0.005
PV manfaat	Rp 710,977,135,535.91	Rp 68,309,322,433.11	Rp 11,625,748,738.35	Rp 3,279,534,290.25	Rp 9,290,765,078.57
Manfaat PLTA periode 20 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,236,030,958,602.93	Rp 1,236,030,958,602.93	Rp 1,236,030,958,602.93	Rp 1,236,030,958,602.93	Rp 1,236,030,958,602.93
P/F(i,38)	0.294	0.028	0.005	0.001	0.004
PV manfaat	Rp 692,263,858,984.75	Rp 60,090,992,835.77	Rp 10,042,751,538.65	Rp 1,888,655,304.75	Rp 7,760,537,325.98
Manfaat PLTA periode 21 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,279,677,431,220.77	Rp 1,279,677,431,220.77	Rp 1,279,677,431,220.77	Rp 1,279,677,431,220.77	Rp 1,279,677,431,220.77
P/F(i,40)	0.275	0.022	0.004	0.000	0.004
PV manfaat	Rp 670,391,014,280.78	Rp 48,873,440,453.18	Rp 8,317,903,302.93	Rp 7,821,388,459.62	Rp 8,184,669,319.73
Manfaat PLTA periode 22 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,323,323,903,838.60	Rp 1,323,323,903,838.60	Rp 1,323,323,903,838.60	Rp 1,323,323,903,838.60	Rp 1,323,323,903,838.60
P/F(i,42)	0.259	0.019	0.003	0.001	0.002
PV manfaat	Rp 652,921,397,534.45	Rp 43,648,515,644.21	Rp 6,451,204,031.21	Rp 1,415,427,247.55	Rp 5,041,947,844.50
Manfaat PLTA periode 23 (5 tahun kesembilan)	Rp 1,366,970,376,456.44	Rp 1,366,970,376,456.44	Rp 1,366,970,376,456.44	Rp 1,366,970,376,456.44	Rp 1,366,970,376,456.44
P/F(i,44)	0.243	0.016	0.002	0.000	0.002
PV manfaat	Rp 632,791,091,817.33	Rp 37,968,969,176.45	Rp 4,442,653,723.48	Rp 835,492,294.09	Rp 3,433,061,140.15
<b>TOTAL BENEFIT</b>	Rp 18,054,395,139,568.00	Rp 5,952,354,929,968.00	Rp 3,592,445,394,312.50	Rp 2,537,411,239,874.65	Rp 3,298,862,487,572.12
	\$ 1,882,627,230.40	\$ 620,683,517.20	\$ 374,603,273.65	\$ 264,589,284.66	\$ 343,989,831.86
<b>COST</b>					
Biaya Modal	Rp 1,467,758,878,081.55	Rp 1,467,758,878,081.55	Rp 1,467,758,878,081.55	Rp 1,467,758,878,081.55	Rp 1,467,758,878,081.55
F/P (i,5)	1.178	1.611	2.011	2.488	2.139
PV Biaya Modal	Rp 1,729,019,958,380.06	Rp 2,364,559,552,589.37	Rp 2,951,663,103,821.99	Rp 3,651,784,088,666.89	Rp 3,139,532,426,954.36
Biaya Operasi dan Pemeliharaan	Rp 36,693,971,952.04	Rp 36,693,971,952.04	Rp 36,693,971,952.04	Rp 36,693,971,952.04	Rp 36,693,971,952.04
P/A (i,45)	23.303	9.863	6.654	4.999	6.210
PV Biaya O&P	Rp 855,079,628,398.36	Rp 361,912,645,362.96	Rp 244,161,689,368.87	Rp 183,433,165,788.24	Rp 227,865,896,403.24
<b>TOTAL COST</b>	Rp 2,584,099,586,778.42	Rp 2,726,472,197,952.33	Rp 3,195,824,793,190.86	Rp 3,835,217,254,455.13	Rp 3,367,398,323,357.61
	\$ 269,457,725.42	\$ 284,303,670.28	\$ 333,245,546.74	\$ 399,918,378.98	\$ 351,136,425.79
<b>B-C RATIO</b>	6.987	2.183	1.124	0.662	1.0

Sumber: Hasil Perhitungan



Tabel 4.41 Nilai IRR Pembangunan PLTA alternatif 6

Tingkat Suku Bunga	3.32%	10%	15%	20%	15.93%
<b>BENEFIT</b>					
Manfaat PLTA periode 1 (2 tahun pertama)	Rp 350,029,126,679.03	Rp 350,029,126,679.03	Rp 350,029,126,679.03	Rp 350,029,126,679.03	Rp 350,029,126,679.03
P/A(i,2)	1.905	1.736	1.625	1.528	1.607
PV manfaat	Rp 666,805,486,323.55	Rp 607,650,563,914.79	Rp 568,797,330,853.42	Rp 534,844,505,565.56	Rp 562,485,281,583.62
Manfaat PLTA periode 2 (2 tahun kedua)	Rp 387,589,329,770.16	Rp 387,589,329,770.16	Rp 387,589,329,770.16	Rp 387,589,329,770.16	Rp 387,589,329,770.16
P/F(i,2)	0.937	0.826	0.756	0.694	0.744
PV manfaat	Rp 691,841,139,799.78	Rp 555,778,293,173.30	Rp 476,153,491,622.64	Rp 411,012,128,146.83	Rp 463,690,511,844.26
Manfaat PLTA periode 3 (2 tahun ketiga)	Rp 425,149,532,861.29	Rp 425,149,532,861.29	Rp 425,149,532,861.29	Rp 425,149,532,861.29	Rp 425,149,532,861.29
P/F(i,4)	0.878	0.683	0.572	0.482	0.555
PV manfaat	Rp 711,100,857,168.46	Rp 504,094,699,319.23	Rp 395,176,490,794.57	Rp 313,120,930,354.21	Rp 379,360,106,465.48
Manfaat PLTA periode 4 (2 tahun keempat)	Rp 462,709,735,952.42	Rp 462,709,735,952.42	Rp 462,709,735,952.42	Rp 462,709,735,952.42	Rp 462,709,735,952.42
P/F(i,6)	0.822	0.564	0.432	0.335	0.414
PV manfaat	Rp 724,561,802,625.25	Rp 453,040,953,309.95	Rp 324,822,234,638.60	Rp 236,851,859,639.32	Rp 307,809,072,296.49
Manfaat PLTA periode 5 (2 tahun kelima)	Rp 500,269,939,043.54	Rp 500,269,939,043.54	Rp 500,269,939,043.54	Rp 500,269,939,043.54	Rp 500,269,939,043.54
P/F(i,8)	0.770	0.467	0.327	0.233	0.310
PV manfaat	Rp 733,820,960,086.02	Rp 405,574,842,821.87	Rp 265,830,938,859.26	Rp 178,108,104,778.04	Rp 248,832,342,585.43
Manfaat PLTA periode 6 (2 tahun keenam)	Rp 537,830,142,134.67	Rp 537,830,142,134.67	Rp 537,830,142,134.67	Rp 537,830,142,134.67	Rp 537,830,142,134.67
P/F(i,10)	0.722	0.386	0.247	0.162	0.231
PV manfaat	Rp 739,736,955,793.45	Rp 360,397,826,923.88	Rp 215,871,573,299.30	Rp 133,132,322,063.45	Rp 199,818,685,911.16
Manfaat PLTA periode 7 (2 tahun ketujuh)	Rp 575,390,345,225.80	Rp 575,390,345,225.80	Rp 575,390,345,225.80	Rp 575,390,345,225.80	Rp 575,390,345,225.80
P/F(i,12)	0.676	0.319	0.187	0.112	0.173
PV manfaat	Rp 740,976,178,774.88	Rp 318,641,966,940.53	Rp 174,846,741,155.49	Rp 98,470,002,120.56	Rp 160,014,286,766.24
Manfaat PLTA periode 8 (2 tahun kedelapan)	Rp 612,950,548,316.93	Rp 612,950,548,316.93	Rp 612,950,548,316.93	Rp 612,950,548,316.93	Rp 612,950,548,316.93
P/F(i,14)	0.634	0.263	0.141	0.078	0.129
PV manfaat	Rp 740,303,283,740.74	Rp 279,853,605,943.96	Rp 140,442,294,383.12	Rp 73,053,898,150.60	Rp 127,347,456,711.94
Manfaat PLTA periode 9 (2 tahun kesembilan)	Rp 650,510,751,408.06	Rp 650,510,751,408.06	Rp 650,510,751,408.06	Rp 650,510,751,408.06	Rp 650,510,751,408.06
P/F(i,16)	0.595	0.218	0.107	0.054	0.097
PV manfaat	Rp 737,337,673,952.25	Rp 246,184,492,848.88	Rp 113,107,556,901.08	Rp 53,674,943,120.18	Rp 101,552,510,337.00
Manfaat PLTA periode 10 (2 tahun kesembilan)	Rp 688,070,954,499.19	Rp 688,070,954,499.19	Rp 688,070,954,499.19	Rp 688,070,954,499.19	Rp 688,070,954,499.19
P/F(i,18)	0.557	0.179	0.081	0.038	0.073
PV manfaat	Rp 730,101,768,754.77	Rp 213,813,920,684.90	Rp 90,567,339,385.96	Rp 39,952,151,902.04	Rp 80,723,297,121.42
Manfaat PLTA periode 11 (2 tahun kesembilan)	Rp 725,631,157,590.32	Rp 725,631,157,590.32	Rp 725,631,157,590.32	Rp 725,631,157,590.32	Rp 725,631,157,590.32
P/F(i,20)	0.523	0.149	0.061	0.026	0.054
PV manfaat	Rp 722,957,206,774.60	Rp 187,694,657,746.94	Rp 71,928,188,496.14	Rp 28,827,874,628.75	Rp 63,542,720,387.17
Manfaat PLTA periode 12 (2 tahun kesembilan)	Rp 763,191,360,681.44	Rp 763,191,360,681.44	Rp 763,191,360,681.44	Rp 763,191,360,681.44	Rp 763,191,360,681.44
P/F(i,22)	0.490	0.123	0.046	0.018	0.041
PV manfaat	Rp 712,400,975,628.05	Rp 162,962,728,863.59	Rp 57,048,554,210.94	Rp 20,990,815,184.18	Rp 50,031,475,280.10
Manfaat PLTA periode 13 (2 tahun kesembilan)	Rp 800,751,563,772.57	Rp 800,751,563,772.57	Rp 800,751,563,772.57	Rp 800,751,563,772.57	Rp 800,751,563,772.57
P/F(i,24)	0.459	0.102	0.035	0.013	0.031
PV manfaat	Rp 700,173,163,604.92	Rp 141,790,680,900.34	Rp 45,542,745,189.57	Rp 15,906,129,062.78	Rp 39,774,487,717.42
Manfaat PLTA periode 14 (2 tahun kesembilan)	Rp 838,311,766,863.70	Rp 838,311,766,863.70	Rp 838,311,766,863.70	Rp 838,311,766,863.70	Rp 838,311,766,863.70
P/F(i,26)	0.431	0.084	0.026	0.009	0.023
PV manfaat	Rp 688,300,067,742.28	Rp 122,245,975,091.13	Rp 35,418,672,149.99	Rp 11,528,463,417.91	Rp 30,768,112,170.43
Manfaat PLTA periode 15 (2 tahun kesembilan)	Rp 875,871,969,954.83	Rp 875,871,969,954.83	Rp 875,871,969,954.83	Rp 875,871,969,954.83	Rp 875,871,969,954.83
P/F(i,28)	0.405	0.069	0.019	0.006	0.017
PV manfaat	Rp 675,575,121,619.40	Rp 104,915,448,049.07	Rp 27,042,547,072.36	Rp 8,029,994,220.55	Rp 23,340,833,866.93
Manfaat PLTA periode 16 (2 tahun kesembilan)	Rp 913,432,173,045.96	Rp 913,432,173,045.96	Rp 913,432,173,045.96	Rp 913,432,173,045.96	Rp 913,432,173,045.96
P/F(i,30)	0.379	0.057	0.015	0.004	0.013
PV manfaat	Rp 659,493,461,778.32	Rp 90,385,940,387.24	Rp 22,264,909,218.00	Rp 5,582,897,441.66	Rp 19,016,109,667.54
Manfaat PLTA periode 17 (2 tahun kesembilan)	Rp 950,992,376,137.09	Rp 950,992,376,137.09	Rp 950,992,376,137.09	Rp 950,992,376,137.09	Rp 950,992,376,137.09
P/F(i,32)	0.355	0.047	0.011	0.003	0.010
PV manfaat	Rp 643,132,369,172.11	Rp 77,593,369,953.78	Rp 16,998,988,723.45	Rp 4,359,349,052.21	Rp 14,537,509,901.59
Manfaat PLTA periode 18 (2 tahun kesembilan)	Rp 988,552,579,228.22	Rp 988,552,579,228.22	Rp 988,552,579,228.22	Rp 988,552,579,228.22	Rp 988,552,579,228.22
P/F(i,34)	0.333	0.039	0.009	0.002	0.008
PV manfaat	Rp 627,103,156,922.11	Rp 66,228,963,824.07	Rp 14,457,581,471.21	Rp 3,021,016,682.12	Rp 12,229,863,249.43
Manfaat PLTA periode 19 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,026,112,782,319.34	Rp 1,026,112,782,319.34	Rp 1,026,112,782,319.34	Rp 1,026,112,782,319.34	Rp 1,026,112,782,319.34
P/F(i,36)	0.313	0.033	0.006	0.002	0.005
PV manfaat	Rp 611,835,138,149.64	Rp 58,783,949,073.51	Rp 10,004,599,627.61	Rp 2,822,220,596.49	Rp 8,606,080,912.94
Manfaat PLTA periode 20 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,063,672,985,410.47	Rp 1,063,672,985,410.47	Rp 1,063,672,985,410.47	Rp 1,063,672,985,410.47	Rp 1,063,672,985,410.47
P/F(i,38)	0.294	0.028	0.005	0.001	0.004
PV manfaat	Rp 595,731,328,938.84	Rp 51,703,016,474.83	Rp 8,642,343,006.46	Rp 1,625,292,321.71	Rp 7,275,367,056.87
Manfaat PLTA periode 21 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,101,233,188,501.60	Rp 1,101,233,188,501.60	Rp 1,101,233,188,501.60	Rp 1,101,233,188,501.60	Rp 1,101,233,188,501.60
P/F(i,40)	0.275	0.022	0.004	0.000	0.004
PV manfaat	Rp 576,908,536,626.28	Rp 42,058,297,935.25	Rp 7,158,015,725.26	Rp 6,730,737,248.12	Rp 7,078,581,899.75
Manfaat PLTA periode 22 (2 tahun kesembilan)	Rp 1,138,793,391,592.73	Rp 1,138,793,391,592.73	Rp 1,138,793,391,592.73	Rp 1,138,793,391,592.73	Rp 1,138,793,391,592.73
P/F(i,42)	0.259	0.019	0.003	0.001	0.003
PV manfaat	Rp 561,874,965,444.90	Rp 37,561,228,28.29	Rp 5,551,617,784.01	Rp 1,218,053,411.65	Rp 4,707,528,709.22
Manfaat PLTA periode 23 (5 tahun kesembilan)	Rp 1,176,353,594,683.86	Rp 1,176,353,594,683.86	Rp 1,176,353,594,683.86	Rp 1,176,353,594,683.86	Rp 1,176,353,594,683.86
P/F(i,44)	0.243	0.016	0.002	0.000	0.002
PV manfaat	Rp 544,551,724,283.08	Rp 32,674,397,445.94	Rp 3,823,149,182.72	Rp 718,987,317.07	Rp 3,218,434,352.43
<b>TOTAL BENEFIT</b>	Rp 15,536,805,323,703.70	Rp 5,122,330,548,855.27	Rp 3,091,497,903,751.15	Rp 2,183,582,676,425.98	Rp 2,915,760,656,794.83
	\$ 1,620,104,830.42	\$ 534,132,486.85	\$ 322,366,830.42	\$ 227,693,709.74	\$ 304,041,778.60
<b>COST</b>					
Biaya Modal	Rp 1,311,242,345,429.02	Rp 1,311,242,345,429.02	Rp 1,311,242,345,429.02	Rp 1,311,242,345,429.02	Rp 1,311,242,345,429.02
F/P (i,5)	1.178	1.611	2.011	2.488	2.100
PV Biaya Modal	Rp 1,544,643,482,915.39	Rp 2,112,411,418,486.15	Rp 2,636,908,356,657.76	Rp 3,262,370,955,427.41	Rp 2,753,185,888,980.42
Biaya Operasi dan Pemeliharaan	Rp 32,781,058,635.73	Rp 32,781,058,635.73	Rp 32,781,058,635.73	Rp 32,781,058,635.73	Rp 32,781,058,635.73
P/A (i,45)	23.303	9.863	6.654	4.999	6.346
PV Biaya O&P	Rp 763,897,009,388.31	Rp 323,319,581,324.16	Rp 218,125,164,162.12	Rp 163,872,512,119.99	Rp 208,039,246,133.08
<b>TOTAL COST</b>	Rp 2,308,540,492,303.70	Rp 2,435,730,999,810.32	Rp 2,855,033,520,819.88	Rp 3,426,243,467,547.40	Rp 2,961,225,135,113.51
	\$ 240,723,721.83	\$ 253,986,548.47	\$ 297,709,439.08	\$ 357,272,520.08	\$ 308,782,600.12
<b>B-C RATIO</b>	6.730	2.103	1.083	0.637	1.0

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.42 Nilai IRR Pembangunan PLTA alternatif 7

Tingkat Suku Bunga	3.32%	10%	15%	20%	16.32%
<b>BENEFIT</b>					
Manfaat PLTA periode 1 (2 tahun pertama)	Rp 285,625,953,776.53	Rp 285,625,953,776.53	Rp 285,625,953,776.53	Rp 285,625,953,776.53	Rp 285,625,953,776.53
P/A(i,2)	1.905	1.736	1.625	1.528	1.602
PV manfaat	Rp 544,117,441,944.29	Rp 495,846,655,756.06	Rp 464,142,174,886.87	Rp 436,436,457,370.54	Rp 457,645,537,962.57
Manfaat PLTA periode 2 (2 tahun kedua)	Rp 316,275,314,113.28	Rp 316,275,314,113.28	Rp 316,275,314,113.28	Rp 316,275,314,113.28	Rp 316,275,314,113.28
P/F(i,2)	0.937	0.826	0.756	0.694	0.741
PV manfaat	Rp 564,546,691,562.50	Rp 453,518,558,818.35	Rp 388,544,223,388.17	Rp 335,388,463,895.78	Rp 375,641,578,545.01
Manfaat PLTA periode 3 (2 tahun ketiga)	Rp 346,924,674,450.03	Rp 346,924,674,450.03	Rp 346,924,674,450.03	Rp 346,924,674,450.03	Rp 346,924,674,450.03
P/F(i,4)	0.878	0.683	0.572	0.482	0.553
PV manfaat	Rp 580,262,741,238.38	Rp 411,344,423,399.31	Rp 322,466,484,901.31	Rp 255,508,635,033.75	Rp 307,119,477,247.34
Manfaat PLTA periode 4 (2 tahun keempat)	Rp 377,574,034,786.79	Rp 377,574,034,786.79	Rp 377,574,034,786.79	Rp 377,574,034,786.79	Rp 377,574,034,786.79
P/F(i,6)	0.822	0.564	0.432	0.335	0.413
PV manfaat	Rp 591,246,956,812.98	Rp 369,684,247,755.88	Rp 265,056,972,420.32	Rp 193,272,596,926.66	Rp 250,147,256,074.36
Manfaat PLTA periode 5 (2 tahun kelima)	Rp 408,223,395,123.54	Rp 408,223,395,123.54	Rp 408,223,395,123.54	Rp 408,223,395,123.54	Rp 408,223,395,123.54
P/F(i,8)	0.770	0.467	0.327	0.237	0.311
PV manfaat	Rp 598,802,487,136.96	Rp 330,951,605,107.39	Rp 216,919,706,583.77	Rp 145,337,326,025.46	Rp 203,741,929,970.59
Manfaat PLTA periode 6 (2 tahun keenam)	Rp 438,872,755,460.29	Rp 438,872,755,460.29	Rp 438,872,755,460.29	Rp 438,872,755,460.29	Rp 438,872,755,460.29
P/F(i,10)	0.722	0.386	0.247	0.162	0.235
PV manfaat	Rp 603,629,976,587.64	Rp 294,086,877,942.92	Rp 176,152,552,222.87	Rp 108,636,806,395.62	Rp 165,585,849,910.81
Manfaat PLTA periode 7 (2 tahun ketujuh)	Rp 469,522,115,797.04	Rp 469,522,115,797.04	Rp 469,522,115,797.04	Rp 469,522,115,797.04	Rp 469,522,115,797.04
P/F(i,12)	0.676	0.319	0.187	0.112	0.179
PV manfaat	Rp 604,641,190,281.11	Rp 260,013,835,374.55	Rp 142,676,032,937.83	Rp 80,352,136,809.04	Rp 134,449,884,801.51
Manfaat PLTA periode 8 (2 tahun kedelapan)	Rp 500,171,476,133.79	Rp 500,171,476,133.79	Rp 500,171,476,133.79	Rp 500,171,476,133.79	Rp 500,171,476,133.79
P/F(i,14)	0.634	0.263	0.141	0.078	0.136
PV manfaat	Rp 604,092,103,730.11	Rp 228,362,290,515.45	Rp 114,601,789,469.16	Rp 59,612,437,211.53	Rp 109,219,781,195.22
Manfaat PLTA periode 9 (2 tahun kesembilan)	Rp 530,820,836,470.54	Rp 530,820,836,470.54	Rp 530,820,836,470.54	Rp 530,820,836,470.54	Rp 530,820,836,470.54
P/F(i,16)	0.595	0.218	0.107	0.054	0.105
PV manfaat	Rp 601,672,147,618.45	Rp 200,888,083,920.60	Rp 92,296,472,941.32	Rp 43,799,088,858.86	Rp 89,065,498,395.91
Manfaat PLTA periode 10 (2 tahun kesembilan)	Rp 561,470,196,807.29	Rp 561,470,196,807.29	Rp 561,470,196,807.29	Rp 561,470,196,807.29	Rp 561,470,196,807.29
P/F(i,18)	0.557	0.179	0.081	0.038	0.081
PV manfaat	Rp 595,767,603,779.27	Rp 174,873,494,836.69	Rp 73,903,514,654.76	Rp 32,601,205,507.49	Rp 72,645,264,172.14
Manfaat PLTA periode 11 (2 tahun kesembilan)	Rp 592,119,557,144.04	Rp 592,119,557,144.04	Rp 592,119,557,144.04	Rp 592,119,557,144.04	Rp 592,119,557,144.04
P/F(i,20)	0.523	0.149	0.061	0.026	0.062
PV manfaat	Rp 589,937,596,575.97	Rp 153,160,013,129.11	Rp 58,693,851,101.90	Rp 23,523,725,766.22	Rp 59,254,345,135.33
Manfaat PLTA periode 12 (2 tahun kesembilan)	Rp 622,768,917,480.80	Rp 622,768,917,480.80	Rp 622,768,917,480.80	Rp 622,768,917,480.80	Rp 622,768,917,480.80
P/F(i,22)	0.490	0.123	0.046	0.018	0.048
PV manfaat	Rp 581,323,646,022.45	Rp 132,978,601,411.84	Rp 46,551,976,581.69	Rp 17,128,636,306.39	Rp 48,390,561,640.65
Manfaat PLTA periode 13 (2 tahun kesembilan)	Rp 653,418,277,817.55	Rp 653,418,277,817.55	Rp 653,418,277,817.55	Rp 653,418,277,817.55	Rp 653,418,277,817.55
P/F(i,24)	0.459	0.102	0.035	0.013	0.038
PV manfaat	Rp 571,345,675,032.27	Rp 115,702,081,289.71	Rp 37,163,164,550.87	Rp 12,979,500,670.57	Rp 40,067,388,755.92
Manfaat PLTA periode 14 (2 tahun kesembilan)	Rp 684,067,638,154.30	Rp 684,067,638,154.30	Rp 684,067,638,154.30	Rp 684,067,638,154.30	Rp 684,067,638,154.30
P/F(i,26)	0.431	0.084	0.026	0.009	0.030
PV manfaat	Rp 561,657,154,644.78	Rp 99,753,479,266.21	Rp 28,901,857,712.02	Rp 9,407,298,159.90	Rp 32,643,191,075.49
Manfaat PLTA periode 15 (2 tahun kesembilan)	Rp 714,716,998,491.05	Rp 714,716,998,491.05	Rp 714,716,998,491.05	Rp 714,716,998,491.05	Rp 714,716,998,491.05
P/F(i,28)	0.405	0.069	0.019	0.006	0.023
PV manfaat	Rp 551,422,032,260.81	Rp 85,611,660,947.25	Rp 22,066,887,328.41	Rp 6,552,525,442.17	Rp 26,373,785,926.49
Manfaat PLTA periode 16 (2 tahun kesembilan)	Rp 745,366,358,827.80	Rp 745,366,358,827.80	Rp 745,366,358,827.80	Rp 745,366,358,827.80	Rp 745,366,358,827.80
P/F(i,30)	0.379	0.057	0.015	0.004	0.018
PV manfaat	Rp 538,150,784,241.88	Rp 73,755,491,938.73	Rp 18,168,304,996.43	Rp 4,555,679,185.16	Rp 21,913,079,562.86
Manfaat PLTA periode 17 (2 tahun kesembilan)	Rp 776,015,719,164.55	Rp 776,015,719,164.55	Rp 776,015,719,164.55	Rp 776,015,719,164.55	Rp 776,015,719,164.55
P/F(i,32)	0.355	0.047	0.011	0.003	0.015
PV manfaat	Rp 524,800,030,478.01	Rp 63,216,674,558.07	Rp 13,871,200,980.07	Rp 3,557,256,056.66	Rp 18,072,026,272.53
Manfaat PLTA periode 18 (2 tahun kesembilan)	Rp 806,665,079,501.30	Rp 806,665,079,501.30	Rp 806,665,079,501.30	Rp 806,665,079,501.30	Rp 806,665,079,501.30
P/F(i,34)	0.333	0.039	0.009	0.002	0.012
PV manfaat	Rp 511,720,093,157.84	Rp 54,614,452,542.56	Rp 11,797,476,787.71	Rp 2,465,168,482.96	Rp 15,239,028,476.93
Manfaat PLTA periode 19 (2 tahun kesembilan)	Rp 837,314,439,838.05	Rp 837,314,439,838.05	Rp 837,314,439,838.05	Rp 837,314,439,838.05	Rp 837,314,439,838.05
P/F(i,36)	0.313	0.033	0.006	0.002	0.009
PV manfaat	Rp 499,261,294,470.04	Rp 47,968,069,629.44	Rp 8,163,815,788.42	Rp 2,302,949,635.33	Rp 12,729,298,518.17
Manfaat PLTA periode 20 (2 tahun kesembilan)	Rp 867,963,800,174.80	Rp 867,963,800,174.80	Rp 867,963,800,174.80	Rp 867,963,800,174.80	Rp 867,963,800,174.80
P/F(i,38)	0.294	0.028	0.005	0.001	0.008
PV manfaat	Rp 486,120,485,563.90	Rp 42,189,984,398.90	Rp 7,052,205,876.42	Rp 1,326,248,686.67	Rp 10,812,761,020.13
Manfaat PLTA periode 21 (2 tahun kesembilan)	Rp 898,613,160,511.56	Rp 898,613,160,511.56	Rp 898,613,160,511.56	Rp 898,613,160,511.56	Rp 898,613,160,511.56
P/F(i,40)	0.275	0.022	0.004	0.001	0.008
PV manfaat	Rp 470,760,969,462.99	Rp 34,319,833,826.26	Rp 5,840,985,543.33	Rp 5,492,323,637.05	Rp 10,982,581,383.41
Manfaat PLTA periode 22 (2 tahun kesembilan)	Rp 929,262,520,848.31	Rp 929,262,520,848.31	Rp 929,262,520,848.31	Rp 929,262,520,848.31	Rp 929,262,520,848.31
P/F(i,42)	0.259	0.019	0.003	0.001	0.005
PV manfaat	Rp 458,493,481,473.95	Rp 30,650,794,987.66	Rp 4,530,154,789.14	Rp 993,939,192.30	Rp 7,675,275,125.23
Manfaat PLTA periode 23 (5 tahun kesembilan)	Rp 959,911,881,185.06	Rp 959,911,881,185.06	Rp 959,911,881,185.06	Rp 959,911,881,185.06	Rp 959,911,881,185.06
P/F(i,44)	0.243	0.016	0.002	0.000	0.004
PV manfaat	Rp 444,357,608,478.78	Rp 26,662,512,411.80	Rp 3,119,713,613.85	Rp 586,698,141.78	Rp 6,271,196,038.02
<b>TOTAL BENEFIT</b>	Rp 12,678,130,192,555.30	Rp 4,179,853,723,764.73	Rp 2,522,681,600,056.61	Rp 1,781,817,103,397.79	Rp 2,475,686,577,206.62
	\$ 1,322,015,661.37	\$ 435,855,445.65	\$ 263,053,347.24	\$ 185,799,489.41	\$ 258,152,927.76
<b>COST</b>					
Biaya Modal	Rp 1,146,292,155,333.38	Rp 1,146,292,155,333.38	Rp 1,146,292,155,333.38	Rp 1,146,292,155,333.38	Rp 1,146,292,155,333.38
F/P (i,5)	1.178	1.611	2.011	2.488	2.152
PV Biaya Modal	Rp 1,350,332,158,982.72	Rp 1,846,676,662,242.07	Rp 2,305,193,524,375.42	Rp 2,851,974,882,469.44	Rp 2,467,101,380,230.41
Biaya Operasi dan Pemeliharaan	Rp 28,657,303,883.33	Rp 28,657,303,883.33	Rp 28,657,303,883.33	Rp 28,657,303,883.33	Rp 28,657,303,883.33
P/A (i,45)	23.303	9.863	6.654	4.999	6.531
PV Biaya O&P	Rp 667,801,152,393.34	Rp 282,646,988,201.43	Rp 190,685,700,039.71	Rp 143,257,862,112.79	Rp 187,160,353,307.95
<b>TOTAL COST</b>	Rp 2,018,133,311,376.06	Rp 2,129,323,650,443.30	Rp 2,495,879,224,415.13	Rp 2,995,232,744,582.23	Rp 2,654,261,733,538.37
	\$ 210,441,429.76	\$ 222,035,834.25	\$ 260,258,521.84	\$ 312,328,753.35	\$ 276,773,903.39
<b>B-C RATIO</b>	6.282	1.963	1.011	0.595	1

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.43 Nilai IRR Pembangunan PLTA alternatif 8

Tingkat Suku Bunga	3.32%	10%	15%	20%	14.48%
<b>BENEFIT</b>					
Manfaat PLTA periode 1 (2 tahun pertama)	Rp 220,306,373,173.37	Rp 220,306,373,173.37	Rp 220,306,373,173.37	Rp 220,306,373,173.37	Rp 220,306,373,173.37
P/A(i,2)	1.905	1.736	1.625	1.528	1.636
PV manfaat	Rp 419,683,640,895.28	Rp 382,451,863,828.98	Rp 357,997,856,406.73	Rp 336,628,138,208.92	Rp 360,522,698,316.92
Manfaat PLTA periode 2 (2 tahun kedua)	Rp 243,946,554,769.60	Rp 243,946,554,769.60	Rp 243,946,554,769.60	Rp 243,946,554,769.60	Rp 243,946,554,769.60
P/F(i,2)	0.937	0.826	0.756	0.694	0.763
PV manfaat	Rp 435,440,941,065.42	Rp 349,803,746,960.11	Rp 299,688,342,534.46	Rp 258,688,732,967.44	Rp 304,687,189,732.67
Manfaat PLTA periode 3 (2 tahun ketiga)	Rp 267,586,736,365.83	Rp 267,586,736,365.83	Rp 267,586,736,365.83	Rp 267,586,736,365.83	Rp 267,586,736,365.83
P/F(i,4)	0.878	0.683	0.572	0.482	0.583
PV manfaat	Rp 447,562,899,378.13	Rp 317,274,382,268.13	Rp 248,721,871,452.04	Rp 197,076,560,986.49	Rp 255,494,564,091.55
Manfaat PLTA periode 4 (2 tahun keempat)	Rp 291,226,917,962.06	Rp 291,226,917,962.06	Rp 291,226,917,962.06	Rp 291,226,917,962.06	Rp 291,226,917,962.06
P/F(i,6)	0.822	0.564	0.432	0.335	0.446
PV manfaat	Rp 456,035,143,105.97	Rp 285,141,440,284.33	Rp 204,441,296,409.37	Rp 149,073,234,766.42	Rp 212,378,393,254.33
Manfaat PLTA periode 5 (2 tahun kelima)	Rp 314,867,099,558.29	Rp 314,867,099,558.29	Rp 314,867,099,558.29	Rp 314,867,099,558.29	Rp 314,867,099,558.29
P/F(i,8)	0.770	0.467	0.327	0.233	0.341
PV manfaat	Rp 461,862,804,987.08	Rp 255,266,536,017.10	Rp 167,312,505,027.79	Rp 112,100,244,253.14	Rp 175,940,597,279.97
Manfaat PLTA periode 6 (2 tahun keenam)	Rp 338,507,281,154.52	Rp 338,507,281,154.52	Rp 338,507,281,154.52	Rp 338,507,281,154.52	Rp 338,507,281,154.52
P/F(i,10)	0.722	0.386	0.247	0.162	0.261
PV manfaat	Rp 465,586,299,572.74	Rp 226,832,375,072.52	Rp 135,868,359,973.40	Rp 83,792,738,347.87	Rp 144,776,693,727.28
Manfaat PLTA periode 7 (2 tahun ketujuh)	Rp 362,147,462,750.75	Rp 362,147,462,750.75	Rp 362,147,462,750.75	Rp 362,147,462,750.75	Rp 362,147,462,750.75
P/F(i,12)	0.676	0.319	0.187	0.112	0.201
PV manfaat	Rp 466,366,259,581.16	Rp 200,551,470,511.96	Rp 110,047,560,243.39	Rp 61,976,468,185.31	Rp 118,900,671,092.76
Manfaat PLTA periode 8 (2 tahun kedelapan)	Rp 385,787,644,346.98	Rp 385,787,644,346.98	Rp 385,787,644,346.98	Rp 385,787,644,346.98	Rp 385,787,644,346.98
P/F(i,14)	0.634	0.263	0.141	0.078	0.154
PV manfaat	Rp 465,942,743,212.95	Rp 176,138,293,204.21	Rp 88,393,594,011.00	Rp 45,979,714,603.85	Rp 96,969,398,394.28
Manfaat PLTA periode 9 (2 tahun kesembilan)	Rp 409,427,825,943.21	Rp 409,427,825,943.21	Rp 409,427,825,943.21	Rp 409,427,825,943.21	Rp 409,427,825,943.21
P/F(i,16)	0.595	0.218	0.107	0.054	0.118
PV manfaat	Rp 464,076,205,010.98	Rp 154,947,141,872.56	Rp 71,189,263,235.88	Rp 33,782,708,774.23	Rp 79,370,079,159.55
Manfaat PLTA periode 10 (2 tahun kesembilan)	Rp 433,068,007,539.44	Rp 433,068,007,539.44	Rp 433,068,007,539.44	Rp 433,068,007,539.44	Rp 433,068,007,539.44
P/F(i,18)	0.557	0.179	0.081	0.038	0.091
PV manfaat	Rp 459,521,966,779.99	Rp 134,573,284,934.84	Rp 57,002,576,492.38	Rp 25,145,660,789.77	Rp 64,575,467,551.90
Manfaat PLTA periode 11 (2 tahun kesembilan)	Rp 456,708,189,135.67	Rp 456,708,189,135.67	Rp 456,708,189,135.67	Rp 456,708,189,135.67	Rp 456,708,189,135.67
P/F(i,20)	0.523	0.149	0.061	0.026	0.070
PV manfaat	Rp 455,025,219,458.71	Rp 118,133,967,034.59	Rp 45,271,199,248.07	Rp 18,144,102,937.98	Rp 52,381,129,519.16
Manfaat PLTA periode 12 (2 tahun kesembilan)	Rp 480,348,370,731.90	Rp 480,348,370,731.90	Rp 480,348,370,731.90	Rp 480,348,370,731.90	Rp 480,348,370,731.90
P/F(i,22)	0.490	0.123	0.046	0.018	0.054
PV manfaat	Rp 448,381,186,659.69	Rp 102,567,826,905.64	Rp 35,906,040,712.21	Rp 13,211,501,588.61	Rp 42,408,651,648.43
Manfaat PLTA periode 13 (2 tahun kesembilan)	Rp 503,988,552,328.13	Rp 503,988,552,328.13	Rp 503,988,552,328.13	Rp 503,988,552,328.13	Rp 503,988,552,328.13
P/F(i,24)	0.459	0.102	0.035	0.013	0.042
PV manfaat	Rp 440,685,070,212.96	Rp 89,242,260,937.85	Rp 28,664,348,913.66	Rp 10,011,228,603.45	Rp 34,571,897,109.75
Manfaat PLTA periode 14 (2 tahun kesembilan)	Rp 527,628,733,924.36	Rp 527,628,733,924.36	Rp 527,628,733,924.36	Rp 527,628,733,924.36	Rp 527,628,733,924.36
P/F(i,26)	0.431	0.084	0.026	0.009	0.032
PV manfaat	Rp 433,212,210,132.27	Rp 76,940,932,495.79	Rp 22,292,314,008.30	Rp 7,255,950,348.93	Rp 27,620,196,243.17
Manfaat PLTA periode 15 (2 tahun kesembilan)	Rp 551,268,915,520.59	Rp 551,268,915,520.59	Rp 551,268,915,520.59	Rp 551,268,915,520.59	Rp 551,268,915,520.59
P/F(i,28)	0.405	0.069	0.019	0.006	0.024
PV manfaat	Rp 425,317,750,047.02	Rp 66,033,195,776.72	Rp 17,020,427,766.70	Rp 5,054,033,417.49	Rp 21,797,649,297.72
Manfaat PLTA periode 16 (2 tahun kesembilan)	Rp 574,909,097,116.82	Rp 574,909,097,116.82	Rp 574,909,097,116.82	Rp 574,909,097,116.82	Rp 574,909,097,116.82
P/F(i,30)	0.379	0.057	0.015	0.004	0.019
PV manfaat	Rp 415,081,493,572.86	Rp 56,888,404,977.90	Rp 14,013,409,242.22	Rp 3,513,844,401.58	Rp 18,192,034,666.30
Manfaat PLTA periode 17 (2 tahun kesembilan)	Rp 598,549,278,713.05	Rp 598,549,278,713.05	Rp 598,549,278,713.05	Rp 598,549,278,713.05	Rp 598,549,278,713.05
P/F(i,32)	0.355	0.047	0.011	0.003	0.015
PV manfaat	Rp 404,783,913,461.67	Rp 48,836,832,748.76	Rp 10,699,068,357.00	Rp 2,743,749,893.62	Rp 14,415,285,929.22
Manfaat PLTA periode 18 (2 tahun kesembilan)	Rp 622,189,460,309.28	Rp 622,189,460,309.28	Rp 622,189,460,309.28	Rp 622,189,460,309.28	Rp 622,189,460,309.28
P/F(i,34)	0.333	0.039	0.009	0.002	0.012
PV manfaat	Rp 394,695,216,989.10	Rp 42,124,715,220.78	Rp 9,099,520,857.02	Rp 1,901,410,990.71	Rp 12,317,492,873.52
Manfaat PLTA periode 19 (2 tahun kesembilan)	Rp 645,829,641,905.51	Rp 645,829,641,905.51	Rp 645,829,641,905.51	Rp 645,829,641,905.51	Rp 645,829,641,905.51
P/F(i,36)	0.313	0.033	0.006	0.002	0.009
PV manfaat	Rp 385,085,611,430.79	Rp 36,998,288,525.48	Rp 6,296,839,008.58	Rp 1,776,289,847.10	Rp 9,287,511,076.82
Manfaat PLTA periode 20 (2 tahun kesembilan)	Rp 669,469,823,501.74	Rp 669,469,823,501.74	Rp 669,469,823,501.74	Rp 669,469,823,501.74	Rp 669,469,823,501.74
P/F(i,38)	0.294	0.028	0.005	0.001	0.007
PV manfaat	Rp 374,949,964,048.62	Rp 32,541,589,180.77	Rp 5,439,442,315.95	Rp 1,022,949,890.31	Rp 8,079,452,973.35
Manfaat PLTA periode 21 (2 tahun kesembilan)	Rp 693,110,005,097.97	Rp 693,110,005,097.97	Rp 693,110,005,097.97	Rp 693,110,005,097.97	Rp 693,110,005,097.97
P/F(i,40)	0.275	0.022	0.004	0.000	0.006
PV manfaat	Rp 363,103,003,920.70	Rp 26,471,257,314.70	Rp 4,505,215,033.14	Rp 4,236,288,351.16	Rp 6,644,958,600.13
Manfaat PLTA periode 22 (2 tahun kesembilan)	Rp 716,750,186,694.20	Rp 716,750,186,694.20	Rp 716,750,186,694.20	Rp 716,750,186,694.20	Rp 716,750,186,694.20
P/F(i,42)	0.259	0.019	0.003	0.001	0.005
PV manfaat	Rp 353,640,958,363.98	Rp 23,641,288,157.92	Rp 3,494,157,160.13	Rp 766,635,999.69	Rp 5,456,459,979.47
Manfaat PLTA periode 23 (5 tahun kesembilan)	Rp 740,390,368,290.43	Rp 740,390,368,290.43	Rp 740,390,368,290.43	Rp 740,390,368,290.43	Rp 740,390,368,290.43
P/F(i,44)	0.243	0.016	0.002	0.000	0.003
PV manfaat	Rp 342,737,807,337.16	Rp 20,565,082,869.63	Rp 2,406,268,696.94	Rp 452,526,593.10	Rp 4,174,611,713.79
<b>TOTAL BENEFIT</b>	Rp 9,778,778,309,225.22	Rp 3,223,966,177,101.27	Rp 1,945,771,477,106.36	Rp 1,374,334,714,747.15	Rp 2,070,963,084,277.04
<b>COST</b>	\$ 1,019,684,912.33	\$ 336,179,997.61	\$ 202,895,878.74	\$ 143,309,146.48	\$ 215,950,269.48
<b>Biaya Modal</b>	Rp 980,570,730,295.37	Rp 980,570,730,295.37	Rp 980,570,730,295.37	Rp 980,570,730,295.37	Rp 980,570,730,295.37
F/P (i,5)	1.178	1.611	2.011	2.488	1.970
PV Biaya Modal	Rp 1,155,112,320,287.95	Rp 1,579,699,446,505.84	Rp 1,971,927,738,623.99	Rp 2,439,659,976,974.88	Rp 1,931,430,718,515.96
Biaya Operasi dan Pemeliharaan	Rp 24,514,268,257.38	Rp 24,514,268,257.38	Rp 24,514,268,257.38	Rp 24,514,268,257.38	Rp 24,514,268,257.38
P/A (i,45)	23.303	9.863	6.654	4.999	6.985
PV Biaya O&P	Rp 571,255,993,201.83	Rp 241,784,227,822.58	Rp 163,117,940,984.64	Rp 122,546,827,018.66	Rp 171,240,124,580.05
<b>TOTAL COST</b>	Rp 1,726,368,313,489.77	Rp 1,821,483,674,328.42	Rp 2,135,045,679,608.62	Rp 2,562,206,803,993.55	Rp 2,102,670,843,096.01
<b>B-C RATIO</b>	5.664	1.770	0.911	0.536	1.0

Sumber: Hasil Perhitungan



#### 4.7.7 Payback Periode

*Payback Periode* merupakan jangka waktu periode yang diperlukan untuk membayar kembali semua biaya-biaya yang telah dikeluarkan dalam investasi suatu proyek.

Apabila biaya modal PLTA yang terdapat pada alternatif 1 sebesar US\$ 200.305.755,05 dan biaya O&P US\$ 5.007.643,88 dan manfaat rerata tahunan US\$ 19.544.238,39 maka dengan menggunakan persamaan (2-44) diperoleh nilai *Payback Periode* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Payback Period} &= \frac{I}{Ab} \\ &= \frac{\text{biaya modal} + \text{biaya O\&P}}{\text{manfaat}} \\ &= \frac{\text{US\$}199.651.984,59 + \text{US\$}4.981.299,61}{\text{US\$}106.287.970,63} \\ &= 1,93 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui, biaya modal dapat terbayar seluruhnya pada tahun ke 1. Besarnya *Payback Periode* pada setiap alternatif bisa dilihat dalam tabel 4.44.

Tabel 4.44 Nilai *Payback Periode* Pembangunan PLTA pada masing-masing alternatif

Alternatif	Q Pembangkit (m3/detik)	Manfaat	Biaya modal	Biaya O&P	Payback Periode
1	193.300	\$ 106,287,970.63	\$ 199,651,984.59	\$ 4,991,299.61	1.93
2	171.970	\$ 98,244,270.69	\$ 184,456,575.78	\$ 4,611,414.39	1.92
3	150.640	\$ 88,291,199.22	\$ 168,620,426.39	\$ 4,215,510.66	1.96
4	144.433	\$ 85,080,227.68	\$ 163,851,885.36	\$ 4,096,297.13	1.97
5	129.310	\$ 77,344,814.05	\$ 153,050,977.90	\$ 3,826,274.45	2.03
6	107.980	\$ 66,559,489.22	\$ 136,730,171.58	\$ 3,418,254.29	2.11
7	86.650	\$ 54,312,958.96	\$ 119,529,943.20	\$ 2,988,248.58	2.26
8	65.320	\$ 41,892,169.98	\$ 102,249,294.09	\$ 2,556,232.35	2.50

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.8 Analisis Pembahasan

PLTA Kusan 3 merupakan PLTA yang memasok energi listrik pada 2 Provinsi. Dimana permintaan akan kebutuhan energi listrik yang semakin lama semakin tinggi, merupakan salah satu faktor perlu dibangunnya PLTA tersebut.

Dari hasil analisis di atas, pada delapan alternatif perencanaan daya terpasang PLTA Kusan 3 menunjukkan adanya kelayakan pembangunan baik dilihat dalam aspek teknis maupun aspek ekonomi. Dengan ketentuan nilai BCR > 1 merupakan ukuran



dari penelitian suatu proyek dikatakan layak untuk dikerjakan/dibangun. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka pemilihan alternatif yang layak untuk dikaji lebih lanjut yaitu pada alternatif 3 dan 4 yang mempunyai nilai *benefit-cost ratio* (BCR) yang tinggi yaitu 7,24 dan 7,18 dengan kapasitas daya terpasang sebesar 68 dan 65 MW. Berikut hasil rekap pada masing-masing alternatif daya terpasang PLTA Kusan 3.

Tabel 4.45 Rekapitulasi Aspek Teknik dan Ekonomi pada 8 Alternatif Daya Terpasang.

Uraian	Satuan	Alt-1	Alt-2	Alt-3	Alt-4	Alt-5	Alt-6	Alt-7	Alt-8
<b>TEKNIS</b>									
Simulasi									
Elevasi NWL	m	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Elevasi LWL	m	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40
Elevasi Tamp.Sedimen	m	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50	91.50
Volume waduk pada NWL	Juta m <sup>3</sup>	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79	146.79
Volume waduk pada LWL	Juta m <sup>3</sup>	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40	45.40
Volume tamp sedimen	Juta m <sup>3</sup>	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99	25.99
Volume efektif waduk	Juta m <sup>3</sup>	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39	101.39
Tinggi Jatuh Bruto	m	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
Tinggi Jatuh Efektif	m	54.62	54.64	54.65	54.65	54.65	54.66	54.66	54.64
Debit inflow rata-2	m <sup>3</sup> /det	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55
Draft debit outflow	m <sup>3</sup> /det	1.00	0.90	0.80	0.77	0.70	0.60	0.50	0.40
Debit pembangkit	m <sup>3</sup> /det	35.55	31.99	28.44	27.40	24.88	21.33	17.77	14.22
Debit pembangkit peak load	m <sup>3</sup> /det	188.30	166.97	145.64	141.29	124.31	102.98	81.65	60.32
Debit pembangkit base load	m <sup>3</sup> /det	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Jumlah periode gagal	bulan	165.00	121.00	102.00	94.00	75.00	49.00	28.00	14.00
Jumlah periode simulasi	bulan	564.00	564.00	564.00	564.00	564.00	564.00	564.00	564.00
Probabilitas kegagalan per th	%	29.26	21.45	18.09	16.67	13.30	8.69	4.96	2.48
Probabilitas keberhasilan per th	%	70.74	78.55	81.91	83.33	86.70	91.31	95.04	97.52
Probabilitas kegagalan per th	hari	106.78	78.31	66.01	60.83	48.54	31.71	18.12	9.06
Probabilitas keberhasilan per th	hari	258.22	286.69	298.99	304.17	316.46	333.29	346.88	355.94
<b>Penstok</b>									
Penstok Utama									
- Diameter pipa	m	7.41	7.03	6.62	6.49	6.18	5.70	5.16	4.54
- Luas penampang pipa	m <sup>2</sup>	43.05	38.74	34.39	33.11	29.97	25.48	20.91	16.21
- Kecepatan aliran dalam pipa	m/dtk	4.49	4.44	4.38	4.36	4.31	4.24	4.14	4.03
- Tebal pipa	m	2.01	1.91	1.81	1.78	1.70	1.57	1.44	1.28
Penstok Cabang Mini									
- Diameter pipa	m	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
- Luas penampang pipa	m <sup>2</sup>	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
- Kecepatan aliran dalam pipa	m/dtk	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31
- Tebal pipa	m	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
<b>Turbin</b>									
Turbin Kaplan									
- D2 runner turbin	m	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
- D1 runner turbin	m	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
- Kecepatan Turbin (Ns)	rpm	347.82	327.44	305.77	299.18	282.49	257.08	228.91	196.81
- Jarak antar sudu	m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Turbin Francis									
- D2 runner turbin	m	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
- D1 runner turbin	m	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
- Kecepatan Turbin (Ns)	rpm	284.76	284.70	284.67	284.67	284.67	284.63	284.63	284.70
- Jarak antar sudu	m	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
<b>Daya Terpasang</b>									
Daya Generator	MW	87.62	77.98	68.32	65.51	58.65	48.98	39.31	29.62
Daya Riil	MW	87.62	77.98	68.00	65.00	58.65	48.98	39.00	29.62
Daya Terpasang	MW	88.00	78.00	68.00	65.00	59.00	49.00	39.00	30.00
Output energy tahunan	GWh	638.08	589.79	530.04	510.76	464.32	399.58	326.06	251.49
<b>EKONOMI</b>									
Biaya (Cost)	US \$	\$ 199,651,984.59	\$ 184,456,575.78	\$ 168,620,426.39	\$ 163,851,885.36	\$ 153,050,977.90	\$ 136,730,171.58	\$ 119,529,943.20	\$ 102,249,294.09
Biaya OP	US \$	\$ 4,991,299.61	\$ 4,611,414.39	\$ 4,215,510.66	\$ 4,096,297.13	\$ 3,826,274.45	\$ 3,418,254.29	\$ 2,988,248.58	\$ 2,556,232.35
Benefit rerata tahunan	US \$	\$ 106,287,970.63	\$ 98,244,270.69	\$ 88,291,199.22	\$ 85,080,227.68	\$ 77,344,814.05	\$ 66,559,489.22	\$ 54,312,958.96	\$ 41,892,169.98
Benefit-Cost Ratio (BCR)		7.36	7.36	7.24	7.18	6.99	6.73	6.28	5.66
Net Present Value (NPV)	US \$	\$ 2,235,621,746.83	\$ 2,066,585,083.74	\$ 1,852,201,045.16	\$ 1,782,439,111.42	\$ 1,613,169,504.98	\$ 1,379,381,108.59	\$ 1,111,574,231.61	\$ 839,667,361.39
Internal Rate of Return (IRR)	%	16.89%	16.90%	16.72%	16.63%	16.34%	15.93%	16.32%	14.48%
Payback Periode	tahun	1.93	1.92	1.96	1.97	2.03	2.11	2.26	2.50

Sumber: Hasil Perhitungan