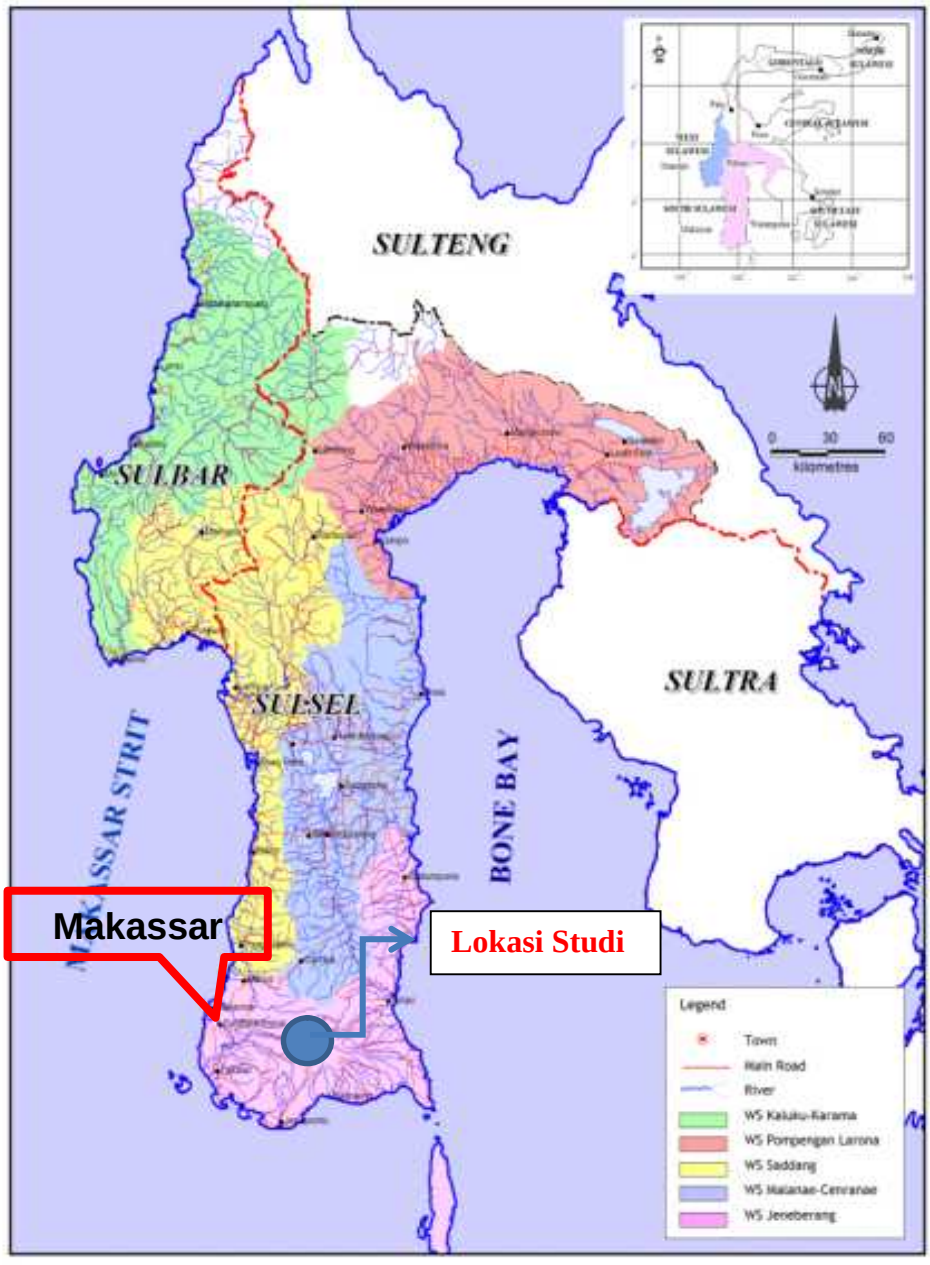
BAB III
METODE PENELITIAN

1.1 Daerah Studi

Daerah studi yang akan dikaji adalah Bendungan Karalloe yang terletak di Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan lebih kurang 137 km tenggara kota Makassar.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang

1.2 Fungsi dan Manfaat Waduk Karalloe

Waduk Karalloe mempunyai fungsi dan manfaat sebagai berikut :

1. Untuk menyuplesi air irigasi Daerah Irigasi Kelara Karalloe seluas 4526,5 Ha.
2. Untuk menyuplesi air bersih, guna kebutuhan masyarakat
3. Pengendalian Banjir Sungai Karalloe.
4. Pembangkit listrik
5. Konservasi Sumbar Daya Air.
6. Obyek Wisata

1.3 Metode Penelitian

1.3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh instansi Dinas PSDA Propinsi Sulawesi Selatan, BBWS Pompengan Jeneberang. Metode yang dipakai mengacu pada beberapa teori dan rumus-rumus empiris pada beberapa literatur, yang diharapkan dapat digunakan sebagai sarana untuk mengoptimalkan pengoperasian Bendungan dalam memenuhi kebutuhan air irigasi, PLTA dan air baku.

Data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini seperti yang ditampilkan pada tabel berikut ini.

Tabel 3. 1 Tabulasi data yang diperlukan.

No.	Nama Data	Jenis Data	Sumber Data
1	Data curah hujan 10 Tahun	Data curah hujan 15 harian pada DAS Kelara Karalloe	Dinas PSDA Propinsi Sulawesi Selatan
2	Data Klimatologi	Data klimatologi pada lokasi penelitian	Badan Meteorologi dan Geofisika, Stasiun Klimatologi
3	Data teknis	Data teknis Bendungan Karalloe	Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang
4	Peta - peta	Peta Lokasi Penelitian	Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang

Data teknis dari bendungan Karalloe dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3. 2 Rincian Data Teknis Bendungan Karalloe

Uraian	Item	Data
Hidrologi	Daerah Aliran Sungai (DAS) Kelara	103,177 km^2
	Daerah Aliran Sungai (DAS) Karalloe	181,62 km^2
	Curah Hujan Tahunan Rata-rata	1.150 mm
	Rata rata Debit Inflow Tahunan	27,07 Juta m^3
Genangan	Elevasi muka air Maksimum	El. 250,79 m
	Elevasi Muka air Normal	EL. 248,50 m
	Elevasi minimum untuk Operasional	EL. 221,00 m
	Tinggi Genangan Air Yang Tersedia	22 m
	Volume Tampungan Waduk Penuh	39, 28 juta m^3
	Volume Tampungan Mati	11,02 juta m^3

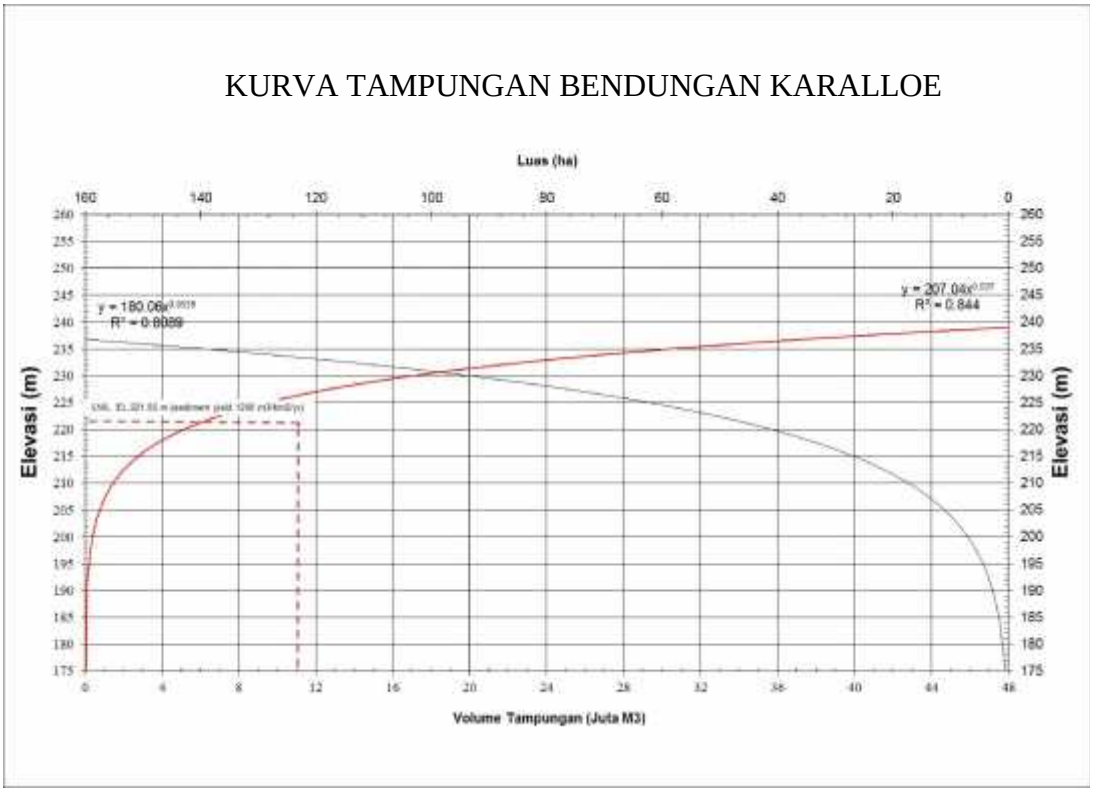
Uraian	Item	Data
	Volume Waduk Bersih (efektif)	28,26 juta m^3
Bendungan Utama	Tipe	Urugan Batu dengan Membran Beton UBM/ (CFRD)
	Tinggi Maksimum dari Pondasi	85 m
	Panjang Puncak	396 m
	Volume Timbunan	1,4 juta m^3
	Lebar Puncak/mercu	10 m
	Kemiringan Hulu	1.4 H : 1.0V
	Kemiringan Hilir	1.5H : 1.0V
	Tebal Beton Lapis Permukaan	0.3 m
	Lebar Plinth terendah	6 m
	Ketebalan Plinth	minimum 0.4 m
Bangunan Pelimpah	Tipe	Pelimpah Samping
	Tipe pada Mercu	Ogee
	Elevasi puncak mercu	EL. 248,50 m
	Panjang Mercu	100,0 m
	Panjang Saluran hantar (Chute)	116 m
	Lebar Saluran	30 m
	Tipe peredam enersi	Flip bucket lbr 22 m
	Debit Masuk (Q100)	656 m^3/detik
	Puncak Debit Keluar	603 m^3/detik
Bangunan Pengambilan	Kapasitas	15,0 m^3/s
	Elevasi inlet	EL. +220,5 m
	Diameter terowongan	2,5 m

Uraian	Item	Data
	Panjang terowongan	70 m
	Panjang pipa pesat	585 m
	Diameter pipa pesat	2400 mm

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang

.

Hubungan Luas, Elevasi dan volume tampungan waduk Karalloe digambarkan dengan grafik dalam Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3. 2 Kurva Kapasitas Tampungan Waduk Karalloe

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang

1.3.2 Rencana Pengolahan Data

Rencana pengolahan data dalam penelitian ini ditampilkan dalam Tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3. 3 Rencana Rancangan Pengolahan Data

No.	Rencana Pembahasan	Tujuan	Metode
1	Analisa ketersediaan air dan kebutuhan air	Mengolah data hujan - Mencari luas daerah aliran sungai - Menghitung data debit sungai - Menghitung kebutuhan air waduk karalloe	Metode Thiesen Simulasi F .J. Mock
2	Optimasi waduk menggunakan program linear	Mengoptimalkan keuntungan pemanfatan air	Optimasi dengan program linear

Sumber : Hasil Perhitungan dan Simulasi

1.3.3 Rencana Pengolahan Data

Untuk memperlancar langkah–langkah perhitungan dalam studi ini, maka diperlukan tahapan–tahapan sebagai berikut:

1. Pengolahan Data Curah Hujan
   a. Perhitungan curah hujan daerah dengan menggunakan Thiessen
   b. Perhitungan curah hujan andalan dengan menggunakan metode tahun penentu
   c. Perhitungan curah hujan efektif, setelah melakukan perhitungan curah hujan andalan maka hasilnya digunakan untuk menghitung besar curah hujan efektif

2. Pengolahan Data Klimatologi

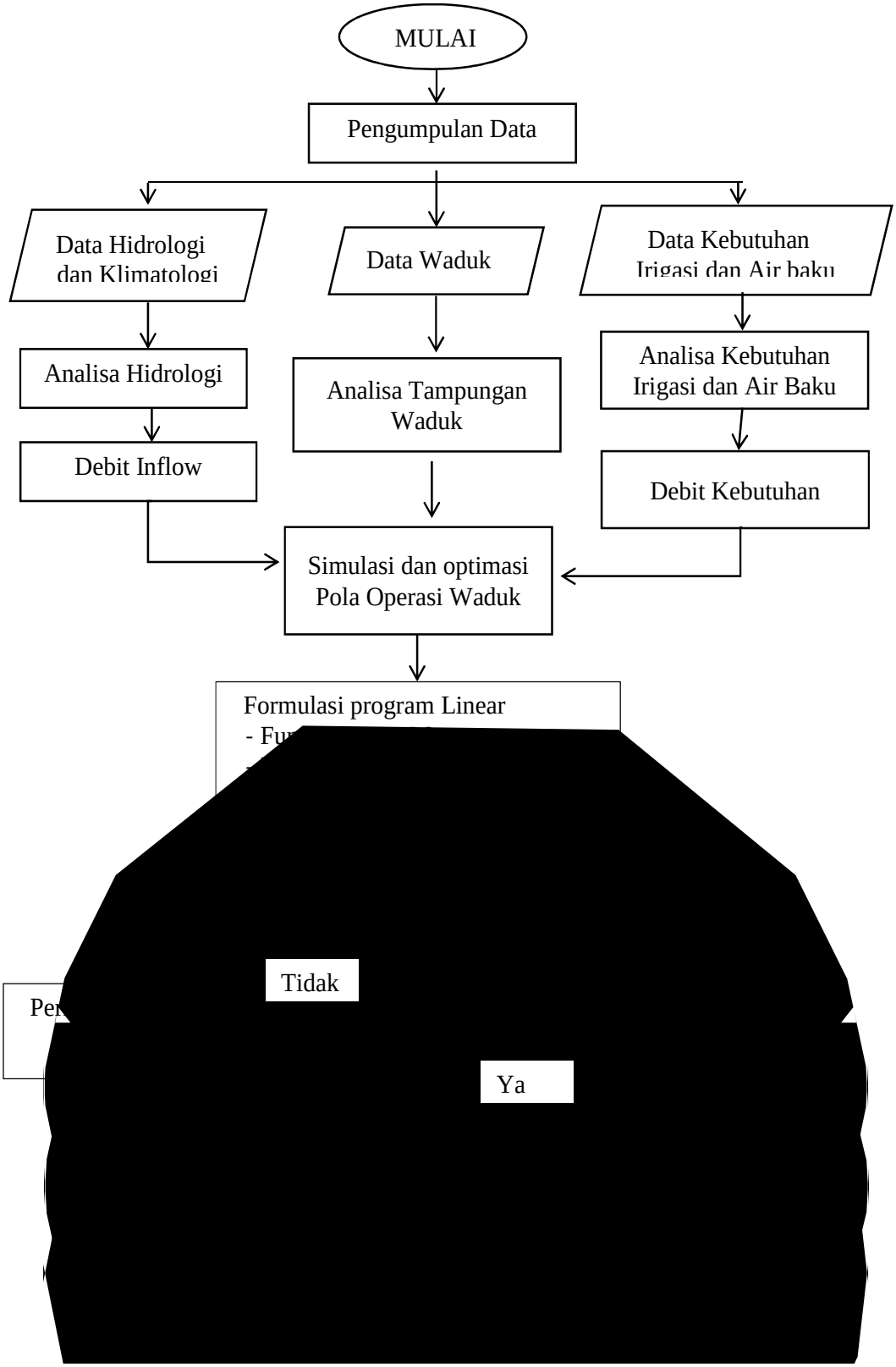
Data klimatologi diperlukan untuk menghitung nilai evapotranspirasi dengan Rumus Pennman modifikasi.

3. Pengolahan Data Inflow

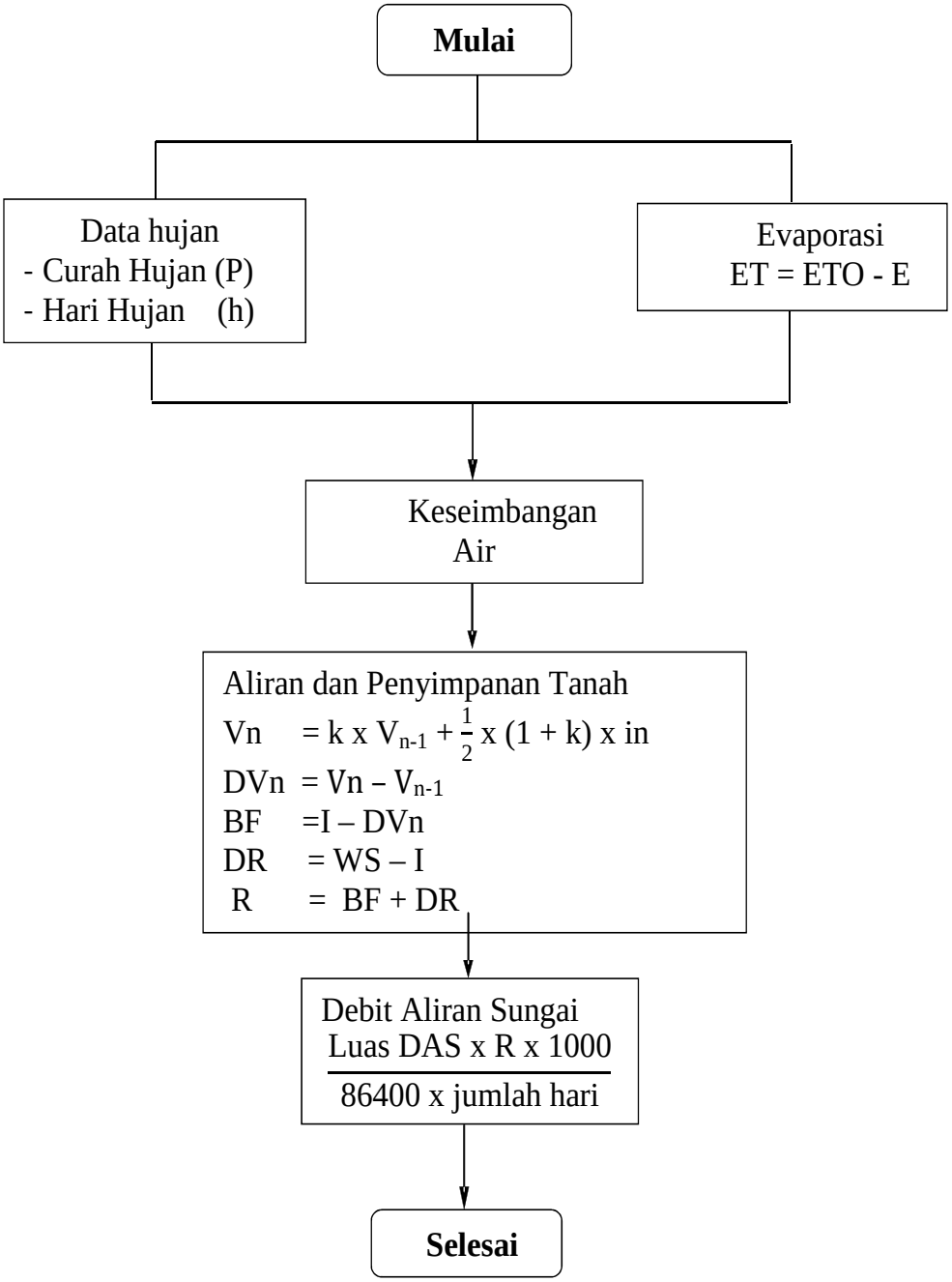
Pengolahan data debit inflow digunakan untuk mengetahui debit tersedia dengan peluang kejadian sebesar 97% (kering), 75% (rendah), 51% (normal), dan 26% (cukup) yang dipenuhi atau dilampaui dari debit rata-rata Digunakan metode tahun dasar (*Basic Year*) yaitu mengambil satu pola debit dari tahun tertentu yang peluang kejadiannya dihitung dengan menggunakan rumus Weibull. Debit Inflow ini didapatkan dari curah hujan rerata daerah dengan menggunakan persamaan F. J Mock.

4. Perhitungan kebutuhan air irigasi
5. Perhitungan kebutuhan air baku
6. Perhitungan optimasi pola operasi dengan program linear sehingga diperoleh keuntungan maksimal yang merupakan fungsi debit.

Selanjutnya berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yang digunakan dalam penyelesaian tesis ini akan disajikan pada diagram alir penyelesaian tesis seperti pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4



Gambar 3. 3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 4 Bagan alir perhitungan debit sungai dengan simulasi F. J. Mock

1.4 Optimasi Model Operasi dengan Program Linear

Penyusunan model optimasi *Linier Programming* setelah dilakukan

perhitungan terhadap kebutuhan air irigasi, PLTA, air baku dan debit andalan, sehingga akan diperoleh hasil pelepasan air waduk yang optimum. Penyelesaian masalah optimasi dengan program linier diperlukan penyederhanaan dari sumber daya air yang kompleks berupa asumsi dan pendekatan yang harus didefenisikan dalam bentuk persamaan matematik linier. Penyelesaian optimasi dimulai dengan menentukan variabel – variabel keputusan yang hendak dicari nilai optimumnya kemudian dibentuk fungsi tujuan yaitu memaksimumkan pemanfaatan dan pendapatan dari pendistibusian air waduk dalam pemenuhan kebutuhan air irigasi, pembangkit listrik PLTA dan air baku. Identifikasi kendala kendala yang dihadapi dan dinyatakan secara fungsional berupa persamaan dan pertidaksamaan debit ketersediaan air dan debit kebutuhan air.

Pendekatan studi untuk optimasi waduk Karalloe adalah:

1. Debit inflow diskenario menjadi kelompok pola debit inflow tahunan dan rerata
2. Volume tampungan awal tahun pengoperasian dan volume akhir tahun pengoperasian sama
3. Tampungan waduk tidak diperkenankan kurang dari kapasitas minimum atau melebihi kapasitas maksimum
4. Jika volume waduk melebihi kapasitas maksimum maka kelebihan akan melimpas melalui bangunan pelimpah
5. Kebutuhan air baku dianggap konstan sepanjang tahun
6. Kebutuhan air untuk irigasi pertama-tama dipenuhi oleh ketersediaan air pada Bendung Kelara, dan apabila terjadi kekurangan maka akan disuplesi dari Waduk Karalloe melalui Bendung Karalloe.
7. Kebutuhan air untuk PLTA akan dipertimbangkan sesuai dengan kebutuhan air untuk Irigasi.

Fungsi Tujuan / sasaran

Tujuan yang ingin dicapai adalah memaksimalkan keuntungan produksi (dalam rupiah)

Maks Z = $U_1.X_1+U_2.X_2+ U_3.X_3$

Dimana :

Z = Nilai tujuan yang akan dicapai (maksimum keuntungan)

U_1 = Keuntungan bersih produksi pertanian(Rp/ Ha)

U_2 = Keuntungan bersih produksi pertanian (Rp/ Ha)

U3= Keuntungan bersih produksi pertanian (Rp/ Ha)

X_1 = Luas tanam musim 1 (ha)

X_2 = Luas tanam musim 2 (ha)

X3= Luas tanam musim 3 (ha)

Fungsi Batasan

Untuk memperoleh hasil yang maksimal, maka batasan batasan yang sesuai dengan kondisi dilapangan adalah :

1. Luas Daerah Irigasi Waduk Karalloe adalah 4526,5 Ha, dimana sebagian besar ditanami padi, kemudian padi-palawija dan palawija-palawija.
2. Ketersediaan air yang akan digunakan untuk mengoptimasi luas lahan adalah dengan volume andalan yang tersedia di bendung.

   $IN_t = RL_t + LE_t + SP_t + S_t - S_{t-1}$

   $S_{0\ (awal)} = S_{12}$

   Di mana :

   IN_t = skenario debit inflow waduk bulan ke-t

   RL_t = total pelepasan waduk

   LE_t = kehilangan air waduk akibat evaporasi bulan ke-t

   SP_t = limpasan bulan ke-t

   S_t = tampungan waduk akhir bulan akhir bulan ke -t

   S_{t-1} = tampungan waduk awal bulan ke-t

   t = 1,2,3,…,12
3. Batasan tampungan awal dan akhir (memperhitungkan kapasitas tampungan minimal air yang ada guna air baku)

   Tn-1 = 0 (pada elevasi +221.39)

   Tn ≤ 39,28 juta (pada elevasi +247,86)

4. Limpasan melalui bangunan pelimpah untuk mengantisipasi kelebihan debit inflow ke waduk

   $SPt \geq 0$

   SPt = limpasan bulan ke-t

T = 1,2,3,…,12

5. Kebutuhan air irigasi berbeda setiap bulan sedangkan luas lahan tetap, sehingga pendekatan persamaan pola skala kebutuhan dirumuskan:

$$\frac{PAS_t}{\sum_{t=1}^{n=4} PAS_t} \left(\sum_{t=1}^{n=4} PA\,T_t\right) - PAT_t = 0$$

di mana

$\sum$PASt = total air yang dibutuhkan irigasi selama satu musim tanam yaitu 4 bulan (m^3)

PASt = kebutuhan air irigasi bulan ke-t (m^3)

$\sum$PATt = total pelepasan irigasi melalui outlet selama satu musim tanam (m^3)

T = satu musim tanam yaitu 4 bulan

6. Luasan maksimum lahan tiap daerah irigasi:

$X_p + X_k \leq$ luas

Dimana luas DI = 4526,5 Ha

7. Batasan debit yang tersedia:

$Q_p.X_p + Q_k.X_k + Q_b.X_b + Q_e.X_e \leq Q$

Dimana:

Q_p = Kebutuhan air padi (m^3/ha)

Q_k = Kebutuhan air palawija (m3/ha)

Q_b = Kebutuhan air baku (m3/ha)

Q_e = Kebutuhan air PLTA (m3/ha)

Q = debit andalan (m3)

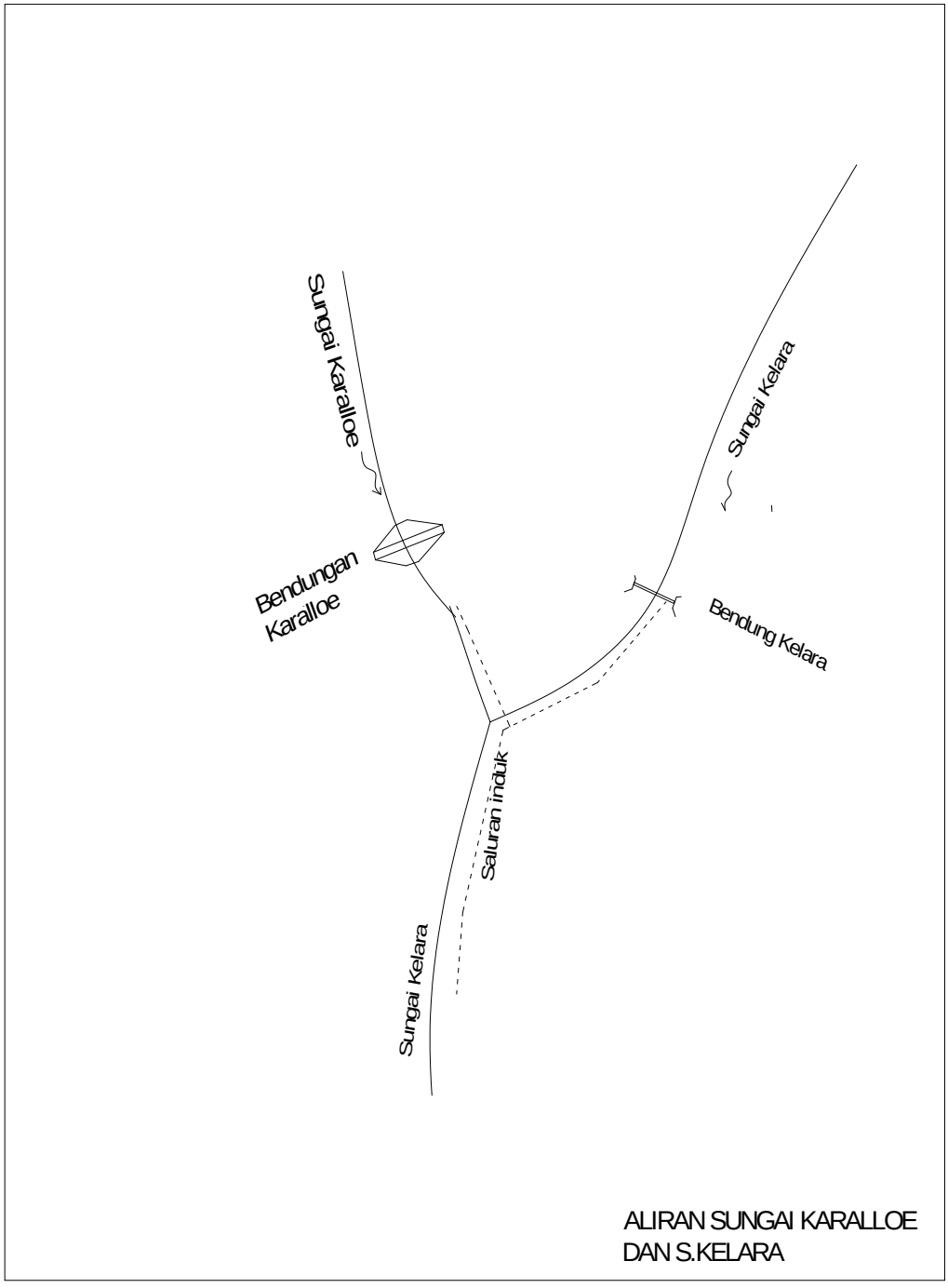
8. Kebutuhan air baku konstan sepanjang tahun

Q_b = konstan

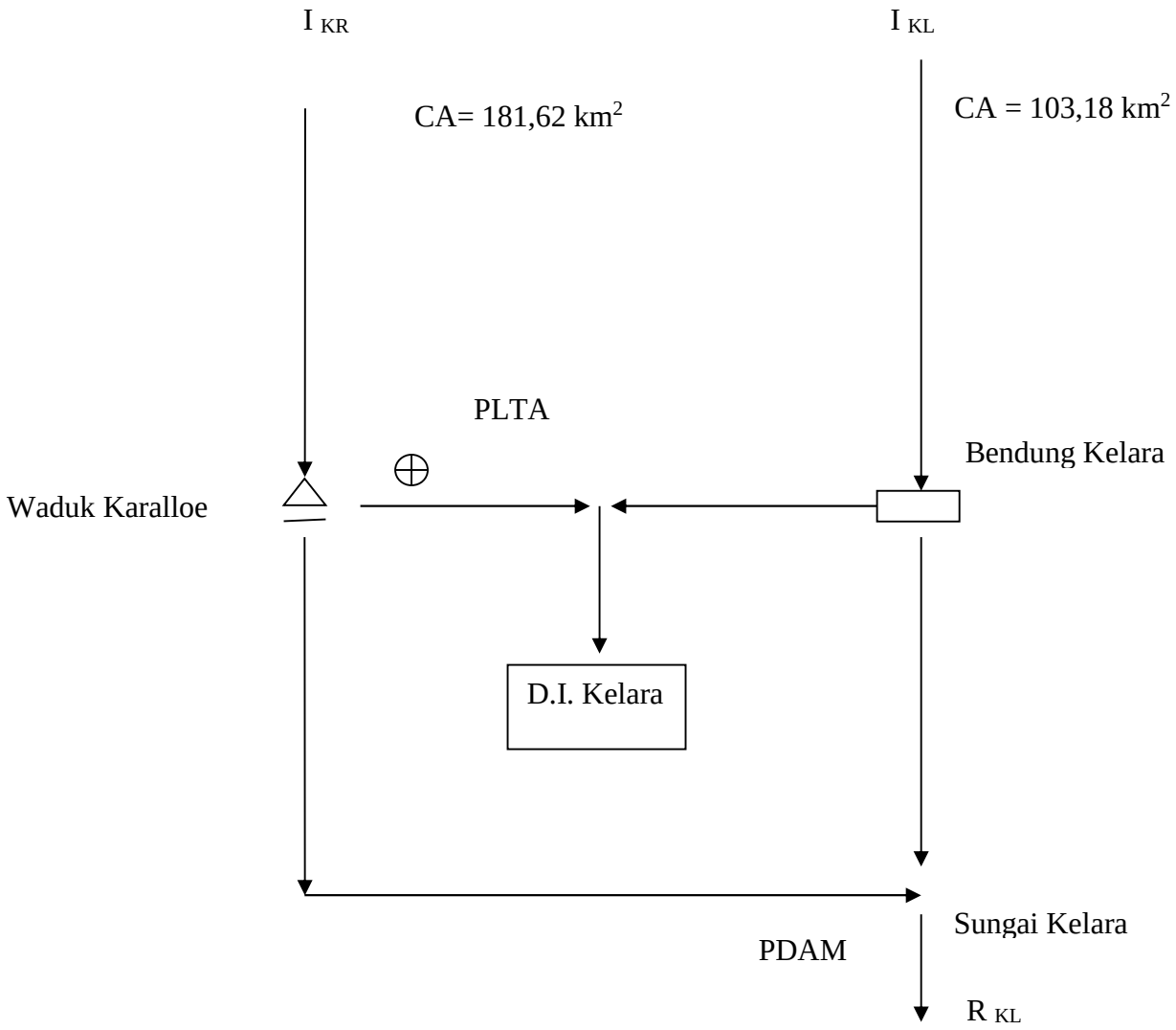
9. Semua variabel keputusan tidak boleh kurang dari nol

10. $QI = QI_{KL} + QI_{KR}$

11. $QI \geq QI_{KL} \geq I_{KL}$
12. Jika $QI > QI_{KL}$ maka suplesi dari waduk Karalloe
13. $QI_{KR} = I_{KR} - O_{KR}$
14. $QI_{KR} = QI - QI_{KL}$
15. $QI + R_{KL} = I_{KR} + I_{KL}$
16. $I_{KL} = QI_{KL} + O_{KL}$



Gambar 3. 5 Pola aliran Sungai Karalloe dan Sungai Kelara



Gambar 3. 6 Model sistem waduk Karalloe

Halaman ini sengaja dikosongkan