

BAB III METODOLOGI

3.1 SURVEY LAPANGAN

Lokasi survey meliputi ruas saluran Banjarcahyana mulai dari *outlet* PLTA Tapen sampai dengan Bangunan BBC-8a (got miring) dimana rencana PLTA Siteki akan dibangun. Panjang ruas saluran Banjarcahyana yang ditinjau ini kurang lebih 3,8 km.

3.2 PENGUMPULAN DATA

Data diperoleh dari Sub Din PU Pengairan Kabupaten Banjarnegara dan dari UBP-Mrica Banjarnegara.

Adapun data-data yang diperoleh meliputi :

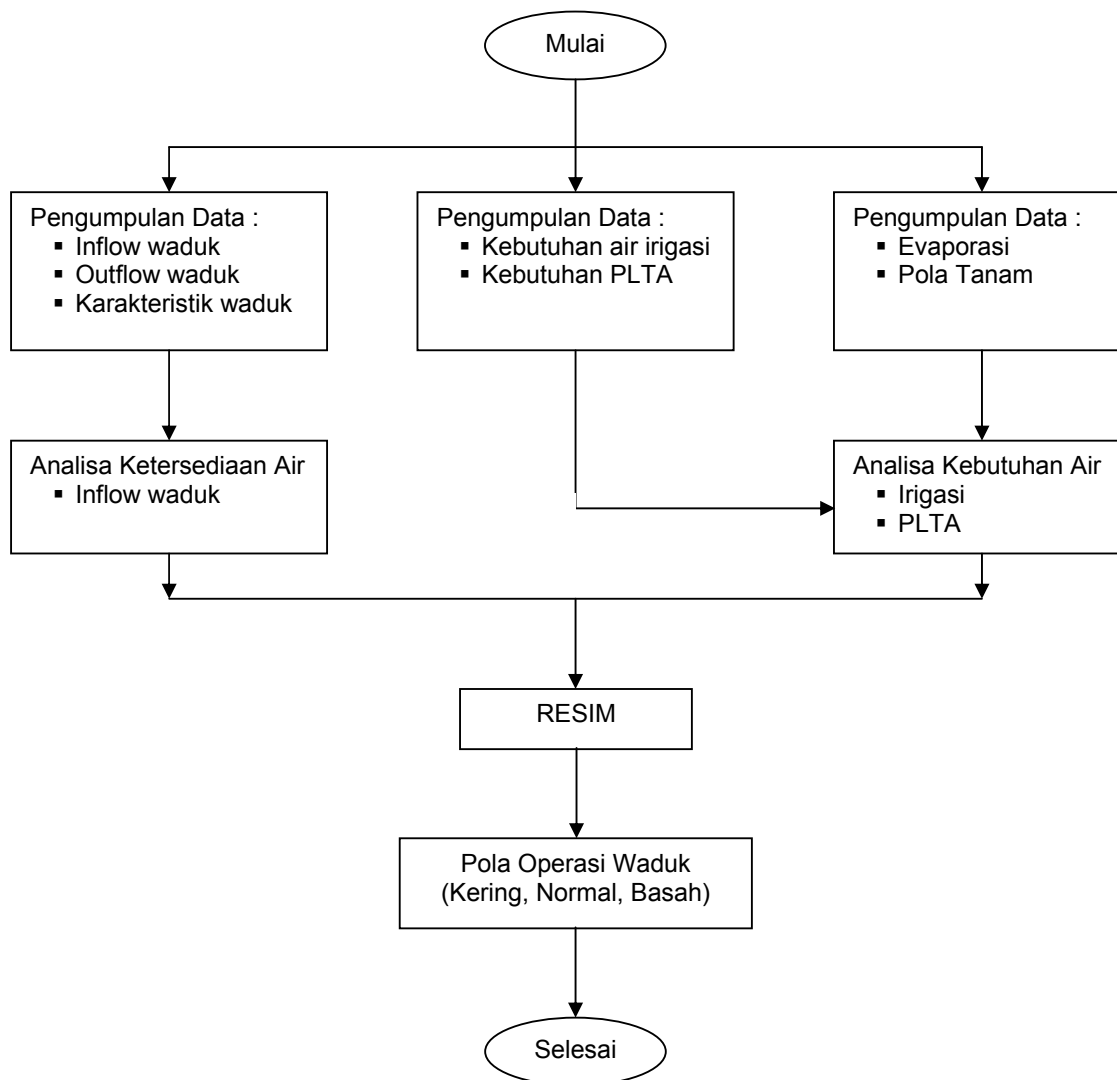
- 1) Data Topografi berupa :
 1. Peta situasi Saluran Irigasi Banjarcahyana
 2. *Cross Section* Saluran Irigasi Banjarcahyana
 3. *Long Section* Saluran Irigasi Banjarcahyana
- 2) Data Hidrologi, berupa :
 1. Data *debit Inflow* ke Waduk PB Soedirman periode Oktober 1995 sampai dengan September 2006
 2. Data debit *Outflow* total Waduk PB Soedirman periode Oktober 1995 sampai dengan September 2006
 3. Data Evaporasi Waduk PB Soedirman dari tahun 2003 sampai dengan 2006
 4. Data Pola Tanam dan Tata Tanam Daerah Irigasi Banjarcahyana
 5. Data karakteristik Waduk PB Soedirman
 6. Data volume efektif waduk
 7. Data debit harian Saluran Irigasi Banjarcahyana selama 10 tahun dari tahun 1997 sampai dengan 2006

3) Skema bangunan Saluran Banjarcahyana dan Onggok Atas

3.3 LANGKAH PENYUSUNAN

3.3.1 Pola Operasi Waduk PB Soedirman

Langkah-langkah dalam Penyusunan Pola Operasi Waduk dapat digambarkan dalam diagram alir seperti pada gambar 3.1. berikut :



Gambar 3-1 Flow Chart Penyusunan Pola Operasi Waduk

1. Data yang diperlukan

Data yang diperlukan dalam penyusunan Pola Operasi Waduk PB Soedirman adalah sebagai berikut :

1. Data Debit *Inflow* Waduk PB Soedirman
2. Data Karakteristik Waduk
3. Data Kebutuhan Air Irigasi dan Kebutuhan Air untuk Pembangkitan
4. Data Hubungan antara TMA dengan Volume Tampungan
5. Data Hubungan antara Luas Genangan dengan Volume Tampungan
6. Data Evaporasi Waduk PB Soedirman

2. Skenario pola debit inflow waduk

Untuk pertimbangan pemakaian debit *inflow* waduk terhadap berbagai kemungkinan dari kondisi air berlebih sampai dengan air kurang sehingga kebutuhan air yang disuplai dapat diperhitungkan atas dasar skenario pola debit *inflow* andalan, misalnya untuk kondisi Tahun Basah, Tahun Normal dan Tahun Kering. Skenario kelompok pola debit *inflow* dilakukan sebagai berikut :

1. Debit inflow rata-rata tahunan diurutkan sepanjang tahun.
2. Dari rangkaian debit inflow rata-rata tahunan diurutkan dari terbesar sampai terkecil dengan presentasi waktu disamai atau terlampaui dapat dirumuskan :

$$P = \frac{n}{m+1} \times 100\%$$

dimana :

P = presentasi waktu disamai atau terlampaui (%)

n = nomor urut data

m = jumlah

(Sriharto, 1993)

3. Setelah diurutkan, diplot dalam bentuk grafik dan dibagi menjadi kelompok pola debit *inflow* tahunan misalnya pada kondisi debit *inflow* Tahun Basah, debit *inflow* Tahun Normal maupun debit *inflow* Tahun Kering (secara visual) dengan batasan :

- Tahun Kering $P \leq 25 \%$
- Tahun Normal $25 \% < P < 75\%$
- Tahun Basah $P \geq 75 \%$

3. Kebutuhan air waduk

Besarnya kebutuhan air (*demand*) waduk diperhitungkan berdasarkan kebutuhan Irigasi dan Pembangkitan, dimana kebutuhan air untuk irigasi lebih diutamakan sehingga pada musim-musim kekurangan air, mesin pembangkitan pada PLTA PB Soedirman tidak dijalankan.

4. Menentukan besarnya Evaporasi yang terjadi

Evaporasi merupakan kehilangan air (*losses*) yang mengurangi volume air yang tertampung dalam suatu waduk, karena itu evaporasi yang terjadi merupakan fungsi dari luas genangan permukaan air waduk. Data evaporasi yang dipakai berdasarkan ketinggian evaporasi dikalikan luas permukaan waduk setiap bulannya. Data laju evaporasi yang ada dengan satuan mm/hari dikonversi dahulu ke dalam satuan mm dengan memperhitungkan jumlah hari dalam satu bulan, kemudian dicari koefisien evaporasi perbulan dan evaporasi tahunan dalam m. Volume evaporasi didapatkan dengan mengalikan koefisien evaporasi perbulan dengan evaporasi tahunan dan luas genangan.

5. Model Simulasi Pengoperasian Waduk

Kebijakan yang dipakai dalam penyusunan Pola Operasi Waduk PB Soedirman adalah *Rule Curve*. *Rule Curve* Waduk PB Soedirman merupakan grafik pengoperasian waduk berdasarkan hasil simulasi operasi waduk dimana elevasi awal elevasi waduk sama atau hampir sama dengan elevasi akhir operasi dalam satu tahun. *Rule Curve* Waduk PB Soedirman dimulai pada bulan Oktober dan berupa *Rule Curve-Elevasi* yang menunjukkan hubungan antara elevasi dengan waktu.

Perhitungan simulasi menggunakan *Reservoir Simulation Model* hasil rekayasa dari Darrell G. Fontane, Colorado State University, dengan modifikasi oleh Dr. Ir. Suseno D., M.Sc.

Prinsip dasar dalam analisis keseimbangan air ini adalah mensimulasikan ketersediaan debit yang tersedia di waduk PBS untuk kebutuhan air irigasi dan pembangkitan energi listrik yang maksimal dalam satu periode. Adapun persamaan yang dipergunakan dalam analisis ini merupakan persamaan yang disederhanakan dari proses fisik yaitu :

$$St = St-1 + (It - Ot - Et) \cdot \Delta t$$

$$0 \leq St \leq C$$

dengan :

C = Kapasitas Tampung Waduk Efektif (m³)

St = Volume Air di Waduk pada Periode Waktu t (m³)

St-1 = Volume Air di Waduk pada Periode Waktu t-1 (m³)

It = Debit Inflow pada waktu t (m³/det)

Ot = Total debit Outflow pada waktu t (m³/det)

Et = Penguapan yang terjadi di waduk pada periode t (mm/hari)

Δt = Periode Operasi Pemberian air (15 harian)

Hasil dari RESIM berupa Pola Operasi Waduk berdasarkan kelompok tahun (Normal, Kering dan Basah)

Berikut adalah contoh tampilan perhitungan RESIM pada kelompok tahun normal Waduk Sempor Jawa Tengah :

RESERVOIR SIMULATION MODEL FOR WATER SUPPLY			
Darrell G. Fontane, Colorado State University, Spring 2001			
08/02/2008 23:28		ALL UNITS ARE MCM	
Modified by Suseno Darsono, Universitas Diponegoro, Fall 2006			
INPUT BLOCK		Vmin =	0,325
Vactive =	38,038	Vmax =	38,363
ANNUAL DEMAND =	102,177	Average Annual Inflow =	100,845
Select Beginning Year of the 10 year Inflow Sequence	6		
<input type="radio"/> Minimize Vactive required to meet the Annual Demand <input checked="" type="radio"/> Maximize Annual Demand provided by the given Vactive			
OUTPUT BLOCK			
Minimum Active Storage =	9,6	Total Vbegin =	10,3
		Total Vend =	0,0
TOTAL SHORTAGE =	0,0		
TOTAL SQ SHORTAGE =	0,0		
% FAILURES =	0,0%		
Performance Indices			
Prel =	1,000		
Pv =	0,100		
Pres =	1,000		

Save the Results

Average Flow Period

Storage

Gambar 3-2 Tampilan *Interface* pada program RESIM

RESERVOIR SIMULATION MODEL FOR WATER SUPPLY																																								
Set Initial Reservoir Volume =										User Specified																														
Vmin =	0,325	Vactive =	38,038	Vmax =	38,363	User Specified Volume =										10,300																								
Coeff. Of Annual Demand =					0,9568					VOL _{BEGIN} - VOL _{END} =										0,000																				
ANNUAL SPECIFIED DEMAND =					97,763																																			
TIME	VOL _{BEGIN}	INFLOW	EVAP + SEEPAGE	DEMAND	VOL _{Lc}	% D S	RELEASE	Vcalc-1	Adjusted RELEASE	Adjusted % D S	Vcalc-2	SPILL	Vcalc-3	VOL _{uc}	% extra	EXTRA-Rel	VOL _{END}	Total Release	SHORTAGE	% SHORT	FAILURES	RUNS	ELEVATION																	
1	10,300	3,118	0,133	3,668	0,325	100%	3,668	9,627	3,668	100%	9,627	0,000	9,627	38,363	100%	0,000	9,627	3,668	0,000	0,000	0,000	0,000	55,487																	
2	9,627	8,381	0,133	6,894	0,325	100%	6,894	10,980	6,894	100%	10,980	0,000	10,980	38,363	100%	0,000	10,980	6,894	0,000	0,000	0,000	0,000	54,781																	
3	10,980	8,032	0,133	8,010	0,325	100%	8,010	10,869	8,010	100%	10,869	0,000	10,869	38,363	100%	0,000	10,869	8,010	0,000	0,000	0,000	0,000	56,171																	
4	10,869	9,627	0,133	8,010	0,325	100%	8,010	12,553	8,010	100%	12,553	0,000	12,553	38,363	100%	0,000	12,553	8,010	0,000	0,000	0,000	0,000	56,061																	
5	12,553	6,643	0,133	3,832	0,325	100%	3,832	15,231	3,832	100%	15,231	0,000	15,231	38,363	100%	0,000	15,231	3,832	0,000	0,000	0,000	0,000	57,644																	
6	15,231	8,396	0,133	3,832	0,325	100%	3,832	19,663	3,832	100%	19,663	0,000	19,663	38,363	100%	0,000	19,663	3,832	0,000	0,000	0,000	0,000	59,843																	
7	19,663	4,836	0,133	3,832	0,325	100%	3,832	20,534	3,832	100%	20,534	0,000	20,534	38,363	100%	0,000	20,534	3,832	0,000	0,000	0,000	0,000	62,784																	
8	20,534	7,141	0,133	3,832	0,325	100%	3,832	23,710	3,832	100%	23,710	0,000	23,710	38,363	100%	0,000	23,710	3,832	0,000	0,000	0,000	0,000	63,282																	
9	23,710	7,738	0,133	3,832	0,325	100%	3,832	27,483	3,832	100%	27,483	0,000	27,483	38,363	100%	0,000	27,483	3,832	0,000	0,000	0,000	0,000	64,939																	
10	27,483	4,614	0,133	3,832	0,325	100%	3,832	28,132	3,832	100%	28,132	0,000	28,132	38,363	100%	0,000	28,132	3,832	0,000	0,000	0,000	0,000	66,710																	
11	28,132	6,344	0,133	6,014	0,325	100%	6,014	28,330	6,014	100%	28,330	0,000	28,330	38,363	100%	0,000	28,330	6,014	0,000	0,000	0,000	0,000	67,007																	
12	28,330	9,117	0,133	7,093	0,325	100%	7,093	30,221	7,093	100%	30,221	0,000	30,221	38,363	100%	0,000	30,221	7,093	0,000	0,000	0,000	0,000	67,096																	
13	30,221	5,780	0,133	7,105	0,325	100%	7,105	28,763	7,105	100%	28,763	0,000	28,763	38,363	100%	0,000	28,763	7,105	0,000	0,000	0,000	0,000	67,964																	
14	28,763	3,882	0,133	4,873	0,325	100%	4,873	27,639	4,873	100%	27,639	0,000	27,639	38,363	100%	0,000	27,639	4,873	0,000	0,000	0,000	0,000	67,294																	
15	27,639	2,347	0,133	7,130	0,325	100%	7,130	22,723	7,130	100%	22,723	0,000	22,723	38,363	100%	0,000	22,723	7,130	0,000	0,000	0,000	0,000	66,781																	
16	22,723	1,161	0,133	7,279	0,325	100%	7,279	16,472	7,279	100%	16,472	0,000	16,472	38,363	100%	0,000	16,472	7,279	0,000	0,000	0,000	0,000	64,447																	
17	16,472	1,780	0,133	5,444	0,325	100%	5,444	12,676	5,444	100%	12,676	0,000	12,676	38,363	100%	0,000	12,676	5,444	0,000	0,000	0,000	0,000	60,745																	
18	12,676	0,412	0,133	2,592	0,325	100%	2,592	10,363	2,592	100%	10,363	0,000	10,363	38,363	100%	0,000	10,363	2,592	0,000	0,000	0,000	0,000	57,754																	
19	10,363	0,416	0,133	0,112	0,325	100%	0,112	10,534	0,112	100%	10,534	0,000	10,534	38,363	100%	0,000	10,534	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	55,552																	
20	10,534	0,403	0,133	0,112	0,325	100%	0,112	10,693	0,112	100%	10,693	0,000	10,693	38,363	100%	0,000	10,693	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	55,726																	
21	10,693	0,121	0,133	0,112	0,325	100%	0,112	10,569	0,112	100%	10,569	0,000	10,569	38,363	100%	0,000	10,569	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	55,885																	
22	10,569	0,133	0,133	0,112	0,325	100%	0,112	10,457	0,112	100%	10,457	0,000	10,457	38,363	100%	0,000	10,457	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	55,761																	
23	10,457	0,087	0,133	0,112	0,325	100%	0,112	10,300	0,112	100%	10,300	0,000	10,300	38,363	100%	0,000	10,300	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	55,648																	
24	10,300	0,136	0,133	0,112	0,325	100%	0,112	10,190	0,112	100%	10,190	0,000	10,190	38,363	100%	0,000	10,190	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	55,487																	
TOTALS																		100,8	3,2	97,8			97,8					0,0					0,0	97,8	0,0	0,0	0,0			
Minimum																		9,6			min	100%	0,1					min	100%	Evaluation of Shortages during Each Year										
Maximum																		30,2			max	100%	8,0					max	100%	SHORT	% SHORT	# FAIL	MAX RUN							
																															YR-1	0,0	0,00	0	0					
Summary Storage Information by 2 Weekly																																								
PERIOD	OCT-1	OCT-2	NOV-1	NOV-2	DEC-1	DEC-2	JAN-1	JAN-2	FEB-1	FEB-2	MAR-1	MAR-2	APR-1	APR-2	MAY-1	MAY-2	JUN-1	JUN-2	JUL-1	JUL-2	AUG-1	AUG-2	SEP-1	SEP-2																
6	10,3	9,6	11,0	10,9	12,6	15,2	19,7	20,5	23,7	27,5	28,1	28,3	30,2	28,8	27,6	22,7	16,5	12,7	10,4	10,5	10,7	10,6	10,5	10,3																

Gambar 3-3 Tampilan S-model pada program RESIM

MODEL PARAMETERS							
EVAPORATION CALCULATIONS		ZONE CALCULATIONS		Reset or Turn Off the Zones			
AREA = $aV(t)^b$		MONTH	Vol-lcr. (fraction)	Vol-ucr. (fraction)	Vol-lcr. (in vol)	Vol-ucr. (in vol)	
a =	0,695	b =	0,648	1-OCT	0,00	1,00	0,325038
				2-NOV	0,00	1,00	0,325038
ANNUAL EVAP DEPTH IN M =		0,042		3-DEC	0,00	1,00	0,325038
MONTH	FRACTION OF THE ANNUAL EVAP.			4-JAN	0,00	1,00	0,325038
OCT	0,043			5-FEB	0,00	1,00	0,325038
NOV	0,037			6-MAR	0,00	1,00	0,325038
DEC	0,036			7-APR	0,00	1,00	0,325038
JAN	0,040			8-MAY	0,00	1,00	0,325038
FEB	0,038			9-JUN	0,00	1,00	0,325038
MAR	0,040			10-JUL	0,00	1,00	0,325038
APR	0,045			11-AUG	0,00	1,00	0,325038
MAY	0,045			12-SEP	0,00	1,00	0,325038
JUN	0,041						
JUL	0,040						
AUG	0,048						
SEP	0,046						
TOTAL	0,500						

Gambar 3-4 Tampilan *Parameters* pada program RESIM

DEMAND DISTRIBUTION CALCULATIONS									
Summation of $\alpha(t)$ must = 1		2 Weekly Demand(t) = $\alpha(t)$ * ANNUAL DEMAND							
MONTH	Total $\alpha(t)$	PERCENTAGE			VOLUME (MCM)				
		IRRIGATION	WATER SUPPLY	INSTREAM DEMAND	TOTAL %	IRRIGATION	WATER SUPPLY	INSTREAM DEMAND	TOTAL MCM
		97,26	2,74	0	100	95,08	2,68	0,00	97,76
		$\alpha_{irr}(t)$	$\alpha_{ws}(t)$	$\alpha_{ins}(t)$					
OCT-1	0,0374	0,037	0,042	0,000		3,55	0,11	0,00	3,66
OCT-2	0,0705	0,071	0,042	0,000		6,78	0,11	0,00	6,89
NOV-1	0,0819	0,083	0,042	0,000		7,90	0,11	0,00	8,01
NOV-2	0,0819	0,083	0,042	0,000		7,90	0,11	0,00	8,01
DEC-1	0,0392	0,039	0,042	0,000		3,72	0,11	0,00	3,83
DEC-2	0,0392	0,039	0,042	0,000		3,72	0,11	0,00	3,83
JAN-1	0,0392	0,039	0,042	0,000		3,72	0,11	0,00	3,83
JAN-2	0,0392	0,039	0,042	0,000		3,72	0,11	0,00	3,83
FEB-1	0,0392	0,039	0,042	0,000		3,72	0,11	0,00	3,83
FEB-2	0,0392	0,039	0,042	0,000		3,72	0,11	0,00	3,83
MAR-1	0,0615	0,062	0,042	0,000		5,90	0,11	0,00	6,01
MAR-2	0,0726	0,073	0,042	0,000		6,98	0,11	0,00	7,09
APR-1	0,0727	0,074	0,042	0,000		6,99	0,11	0,00	7,11
APR-2	0,0498	0,050	0,042	0,000		4,76	0,11	0,00	4,87
MAY-1	0,0729	0,074	0,042	0,000		7,02	0,11	0,00	7,13
MAY-2	0,0745	0,075	0,042	0,000		7,17	0,11	0,00	7,28
JUN-1	0,0557	0,056	0,042	0,000		5,33	0,11	0,00	5,44
JUN-2	0,0265	0,026	0,042	0,000		2,48	0,11	0,00	2,59
JUL-1	0,0011	0,000	0,042	0,000		0,00	0,11	0,00	0,11
JUL-2	0,0011	0,000	0,042	0,000		0,00	0,11	0,00	0,11
AUG-1	0,0011	0,000	0,042	0,000		0,00	0,11	0,00	0,11
AUG-2	0,0011	0,000	0,042	0,000		0,00	0,11	0,00	0,11
SEP-1	0,0011	0,000	0,042	0,000		0,00	0,11	0,00	0,11
SEP-2	0,0011	0,000	0,042	0,000		0,00	0,11	0,00	0,11
TOTAL	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000					

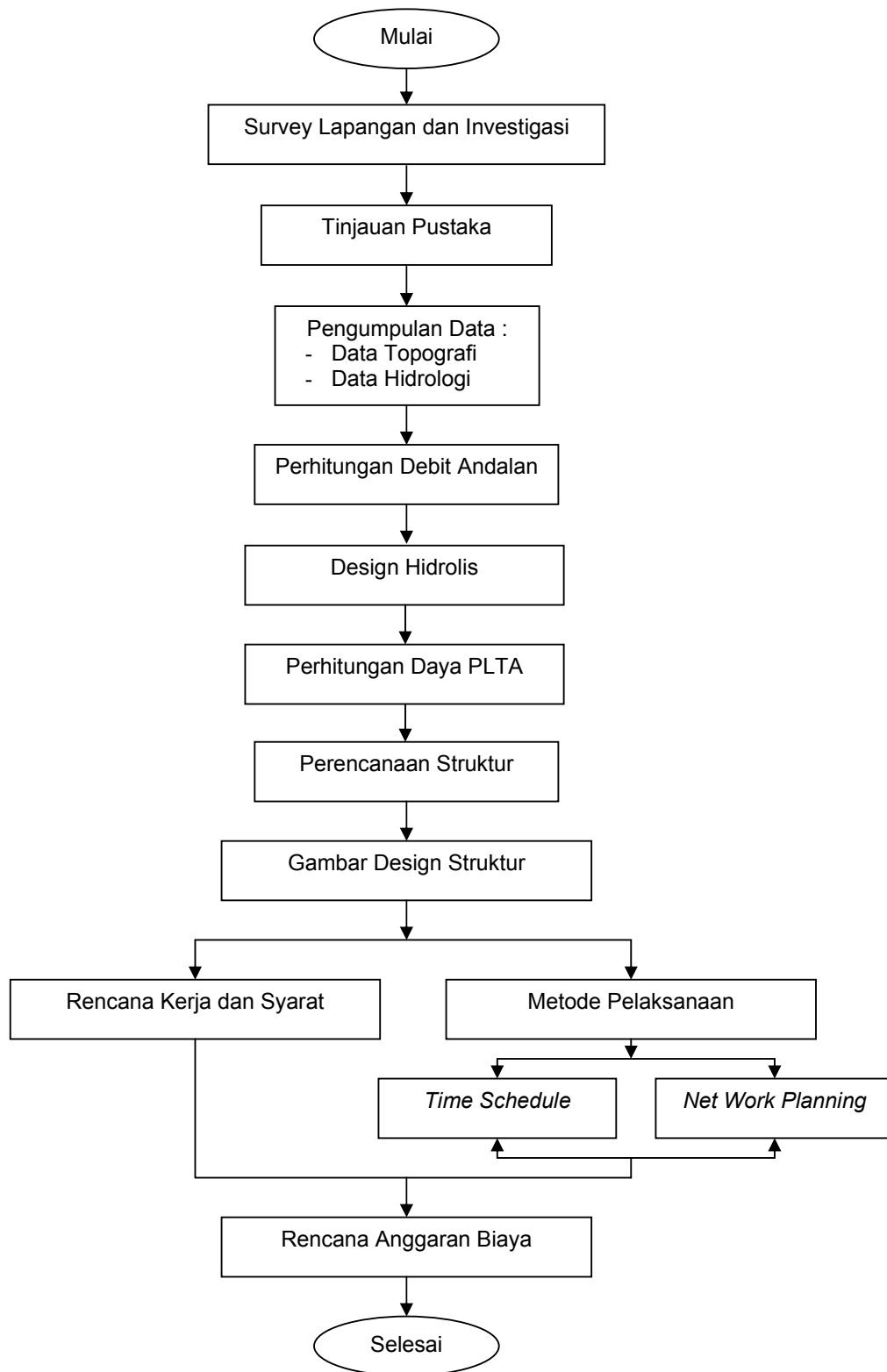
Gambar 3-5 Tampilan Demand pada program RESIM

Instruksi dalam menjalankan *Reservoir Simulation Model* adalah sebagai berikut :

1. Masukkan Data Inflow berdasarkan kelompok tahun ke masing-masing *worksheet* di RESIM (Kering, Normal, Basah)
2. Masukkan volume aktif waduk pada sel B6 pada *worksheet Interface*
3. Masukkan *Demand* tahunan untuk kebutuhan air di sel B7 pada *worksheet Interface*
4. Cek pemilihan untuk data tampungan waduk pada bagian S-Model, pola evaporasi, dan zona tampungan pada bagian *Parameters* dan pola kebutuhan air pada bagian *Demand*
5. Secara manual, tentukan besarnya nilai Demand tahunan secara *Trial and Error* sampai hasil yang diinginkan tercapai

3.3.2 Perencanaan PLTA Siteki

Sedangkan langkah-langkah dalam perencanaan fasilitas PLTA Siteki digambarkan dalam diagram alir seperti pada gambar 3.6. dibawah ini :



Gambar 3-6 Flow Chart Perencanaan PLTA Siteki