

#### IV. HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISIS

Dengan teori-teori yang ada pada bab II dan bab III, maka akhirnya dibuat program komputer dan program ini perlu diuji kebenarannya. Karena tugas akhir ini untuk menentukan besar daya optimum masing-masing unit pembangkit tenaga uap di Jawa Timur, seperti yang telah disebutkan dalam batas permasalahan pada bab I, maka untuk selanjutnya data-data yang diperlukan untuk pengujian program diambil data untuk sistem tenaga listrik yang ada di Jawa Timur.

Dalam lampiran terdapat 4 program, dimana program tersebut adalah :

1. Program untuk mencari rangkaian pengganti impedansi terbuka (open circuit).
2. Program untuk mendapatkan matrix tahanan rangkaian terbuka .
3. Program untuk mencari matrix [B].
4. Program untuk mencari besar daya optimum unit pembangkit dengan metode iterasi lambda.

Program pertama berkaitan dengan teori dalam bab II mengenai sistem transmisi. Program kedua dan ketiga

berhubungan dengan teori yang terdapat pada lampiran 1. Program Keempat merupakan program utama dan berdasarkan teori yang terdapat pada bab III.

#### 1. PENGUJIAN PROGRAM 1

Data yang dibutuhkan pada program pertama adalah :

- Jumlah saluran transmisi (N), jumlah bus (NN) pada jaringan transmisi, bus referensi (NR) yang dipilih sebarang bus sehingga akhirnya akan menghasilkan matrix tahanan rangkaian terbuka yang elemen-elemen matrixnya banyak mempunyai nilai nol.
  - Data saluran transmisi, dimana bus awal (IA), bus akhir (IB), dan impedansi saluran (Z) antara IA dan IB
- Dalam hal ini maka  $N=94$ ,  $NN=81$ ,  $NR=14$  dan untuk data saluran transmisi terdapat pada lampiran.

Hasil perhitungan/pengujian dari program 1 ini terdapat pada lampiran.

#### 2. PENGUJIAN PROGRAM 2

Data yang diperlukan dalam program kedua ini adalah :

- N, NN, NR yang sama dengan data pada program 1
- IA, IB yang juga sama dengan data pada program 1
- Hasil program 1
- Banyaknya unit pembangkit yang ada (NGB)

Elemen-elemen unit pembangkit yang bersangkutan Dalam hal ini maka NGB-3 (ada 3 unit pembangkit listrik tenaga uap) dan unit-unit tersebut adalah unit 1, unit 2, unit 3.

Hasil pengujian program kedua ini berupa matrix yang terdapat dalam lampiran.

### 3. PENGUJIAN PROGRAM 3

Data yang diperlukan pada program ketiga ini adalah :

- Jumlah bus (M), jumlah unit pembangkit (L)  
Banyaknya saluran transmisi dengan tap (N2), banyaknya saluran transmisi tanpa tap (N1)  
Banyaknya data daya unit pembangkit untuk mendapatkan Kemiringan (gradien) masing-masing pembangkit (N3)  
Besarnya MVA base (MVAB), besarnya KV base (KVB)
- Hasil program 2
- Daya yang dibutuhkan pada masing-masing bus (PB)
- Daya pada bus pembangkit untuk mendapatkan kemiringan/gradien (PG)  
Daya pada bus pembangkit (P)
- Data besarnya nilai mutlak tegangan masing-masing bus (V) dan besarnya sudut tegangan (SDT)  
Data saluran transmisi tanpa tap dengan bus awal (IA), bus akhir (IB), impedansi saluran transmisi (R1), impedansi saluran ketanah (YPQ)

Data saluran transmisi dengan tap dengan bus awal (IAT), bus akhir (IBT), impedansi saluran transmisi (RT), tetapan tap (TAP)

Dalam hal ini maka  $N_2=89$ ,  $N_1=5$ ,  $N_3=3$ ,  $MVAB=200$ ,  $KVB=1$ , data-data yang lain terdapat pada lampiran.

Hasil pengujian program ketiga ini berupa matrix yang merupakan data pada program 4. Hasilnya adalah :

#### 4. PENGUJIAN PROGRAM 4

Data yang diperlukan pada program 4 adalah :

- Jumlah unit pembangkit (N)
- Data persamaan karakteristik masukan-keluaran (H)
- Batas minimum dan batas maximum unit pembangkit masing-masing. (PMIN, PMAX)
- Harga bahan bakar yang diperlukan unit pembangkit masing-masing (C)
- Hasil program 3
- Jumlah daya yang dibutuhkan konsumen (PR)
- Batas kesalahan perhitungan (Tol)
- Harga lambda yang pertama (BL1) dan nilai lambda yang kedua (BL2)

Dalam hal ini, maka  $N=3$ , persamaan karakteristik input-output H adalah sebagai berikut :

$$H_1 = 4518.75 + 179.75 P_1 + 0.43 P_1^2 \text{ liter/ jam}$$

$$H_2 = 2156.25 + 223.25 P_2 + 0.13 P_2^2 \text{ liter/ jam}$$

$$H_3 = 4116.51 + 124.71 P_3 + 1.61 P_3^2 \text{ liter/ jam}$$

Batas daya minimum dan maximum masing-masing unit adalah:

$$50 \text{ MW} \leq P_1 \leq 95 \text{ MW}$$

$$45 \text{ MW} \leq P_2 \leq 95 \text{ MW}$$

$$25 \text{ MW} \leq P_3 \leq 45 \text{ MW}$$

Harga bahan bakar C masing-masing unit adalah :

$$C_1 = 208.7 \text{ Rp/liter}$$

$$C_2 = 208.2 \text{ Rp/liter}$$

$$C_3 = 200.25 \text{ Rp/liter}$$

Matrix [B] terdapat pada lampiran, Toleransi yang digunakan dalam perhitungan komputer adalah 0.001, dan pemilihan nilai  $\tau$  pertama adalah 10000, nilai  $\tau$  kedua adalah 200000.

Untuk daya yang dibutuhkan PR = 115 MW, maka akan didapat besar  $P_1 = 53.08198 \text{ MW}$ ,  $P_2 = 24.03075 \text{ MW}$ ,  $P_3 = 38.990 \text{ MW}$ . Tetapi karena  $P_2 < 45 \text{ MW}$ , maka sesuai dengan flow chart pada bab III, didapat  $P_1 = 35.89981 \text{ MW}$ ,  $P_2 = 45 \text{ MW}$ ,  $P_3 = 35.59354 \text{ MW}$ . Dan karena  $P_1 < 50 \text{ MW}$ , maka didapat  $P_1 = 50 \text{ MW}$ ,  $P_2 = 45 \text{ MW}$ ,  $P_3 = 21.88507$ . Karena  $P_3 < 25 \text{ MW}$ , berarti jumlah daya yang dibangkitkan semua unit di bawah batas minimum.

Untuk daya yang dibutuhkan PR = 175 MW, didapat  $P_1 = 72.27215 \text{ MW}$ ,  $P_2 = 59.71414 \text{ MW}$ ,  $P_3 = 46.53299 \text{ MW}$ . Karena  $P_3 > 45 \text{ MW}$ , maka didapat :  $P_1 = 73.03196 \text{ MW}$ ,  $P_2 = 60.58265 \text{ MW}$ ,  $P_3 = 45 \text{ MW}$ . Berarti jumlah daya yang dibangkitkan adalah : 178.61461 MW, maka ada kerugian

daya transmisi sebesar 3.61675 MW, atau 2.02489 %.

Untuk daya yang dibutuhkan PR = 230 MW, didapat  $P_1 = 90.86578$  MW,  $P_2 = 92.29698$  MW,  $P_3 = 54.13243$  MW. Karena  $P_2$  dan  $P_3$  lebih besar dari batas maximumnya, maka didapat  $P_1 = 95.72343$  MW,  $P_2 = 97.44080$  MW,  $P_3 = 45$  MW, dan karena  $P_1 > 95$  MW,  $P_2 > 95$  MW, maka jumlah yang dibangkitkan ini di atas batas maximum.

Hasil akhir pengujian program ini akan diperlihatkan tabel berikut.

DAYA YANG DIBUTUHKAN (MW)	DAYA YANG DIBANGKITKAN (MW)			RUGI DAYA TRANSMISI	
	UNIT 1	UNIT 2	UNIT 3	(MW)	(%)
120	50.000	45.000	26.889	1.883	1.544
125	50.000	45.000	31.868	1.874	1.477
130	50.000	45.000	36.857	1.860	1.410
135	52.026	45.000	39.877	1.909	1.395
140	56.102	45.000	40.929	2.034	1.432
145	60.190	45.000	41.972	2.167	1.472
150	64.301	45.000	43.013	2.309	1.516
155	65.752	47.835	43.937	2.515	1.597
160	67.366	50.798	44.576	2.747	1.688
165	69.001	53.901	45.000	3.005	1.789
170	71.063	57.245	45.000	3.303	1.906
175	73.031	60.582	45.000	3.616	2.024
180	75.016	63.923	45.000	3.946	2.145
185	77.016	67.267	45.000	4.292	2.267
190	79.039	70.625	45.000	4.656	2.392
195	81.064	73.964	45.000	5.035	2.517
200	83.112	77.316	45.000	5.431	2.644
205	85.175	80.669	45.000	5.844	2.771
210	87.254	84.023	45.000	6.274	2.901
215	89.342	87.367	45.000	6.719	3.030
220	91.458	90.732	45.000	7.183	3.162
225	93.583	94.087	45.000	7.663	3.293

Dari hasil pengujian program tersebut rugi-rugi daya transmisinya berkisar antara 1.4 % sampai 3.2 %.

Hasil pengujian yang lebih lengkap untuk kebutuhan daya masing-masing terdapat pada lampiran.