

PEMBAGIAN BEBAN SECARA EKONOMIS PEMBANGKIT- PEMBANGKIT LISTRIK UNIT TERMAL MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE PEMROGRAMAN DINAMIS DAN PENYELESAIAN SECARA ANALITIS

Abdul Rajab Andi Faharuddin

Staf Pengajar Teknik Elektro Univ. Andalas, Padang.

Kampus Limau Manis, Padang

E-mail : rajabdri@plasa.com

ABSTRAK

Makalah ini memaparkan metode pembagian beban secara ekonomis di antara pembangkit-pembangkit listrik unit termal menggunakan kombinasi metode Pemrograman Dinamis dan metode Penyelesaian secara Analitis (selanjutnya disebut metode Kombinasi Dinamis-Analitis). Metode Pemrograman Dinamis untuk menyelesaikan persoalan dispatch ekonomi, hasil dimodifikasi Adrianti, dkk^[3], dikombinasikan dengan metode Penyelesaian Secara Analitis^[1] untuk memperbaiki akurasi selesaian. Pergeseran kuota pembangkitan diantara unit-unit pembangkit, seperti ditunjukkan oleh unit nomor 7, nomor 8 dan nomor 11, yang mengabaikan faktor DELTA, menunjukkan bahwa metode Kombinasi Dinamis-Analitis, terbukti memperbaiki akurasi perhitungan. Sebagai konsekuensinya, biaya total pembangkitanpun dapat direduksi secara cukup signifikan.

Kata Kunci : pembagian beban ekonomis, unit termal,,kombinasi dinamis-analitis .

A. Pendahuluan

Dalam suatu sistem tenaga yang terdiri dari N unit pembangkit termal yang melayani beban listrik, perlu dilakukan pembagian beban secara ekonomis diantara unit-unit pembangkit tersebut agar diperoleh biaya pembangkitan keseluruhan sistem yang minimum. Persoalan pembagian beban secara ekonomis diantara unit-unit pembangkit termal terdiri dari dua bagian, yaitu :

1. Komitmen unit, menyangkut upaya untuk memilih sekelompok unit pembangkit dari total N unit pembangkit termal yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan beban sistem untuk mendapatkan biaya pengoperasian minimum.
2. *Dispatch* ekonomi, menyangkut upaya untuk mendistribusikan kebutuhan beban sistem diantara sekelompok unit pembangkit termal yang terpilih.

Salah satu metode yang lazim digunakan untuk menyelesaikan persoalan komitmen unit adalah metode pemrograman dinamis. Dengan metode ini, jika tersedia N unit pembangkit termal, kita harus memeriksa $2^N - 1$ kombinasi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Penerapan daftar prioritas dalam implementasi metode ini telah mereduksi secara signifikan jumlah kombinasi yang harus diperiksa di setiap langkah perhitungan. Akan tetapi teknik ini tidak akurat oleh karena karakteristik fungsi biaya pembangkit unit termal umumnya kuadratis, unit termurah pada pembebanan daya rendah tidak dijamin masih yang termurah untuk pembebanan daya tinggi.

Persoalan *dispatch* ekonomi juga bisa diselesaikan dengan menggunakan metode Pemrograman Dinamis (Allen J. Wood dan Bruce T. Wollenberg 1996). Beban sistem dinyatakan dalam beban-beban diskrit perjam dengan kenaikan sebesar DELTA. Karakteristik fungsi biaya juga didekati dengan fungsi diskrit dengan DELTA yang sama.

Adrianti, dkk. (Penelitian Dana Rutin, Unand, 2003) melaporkan teknik memodifikasi penggunaan metode Pemrograman Dinamis. Dengan penelitian ini, penggunaan metode Pemrograman Dinamis yang hanya mencakup persoalan *Dispatch* ekonomi diperluas hingga meliputi persoalan komitmen unit. Dengan satu algoritma terintegrasi kedua persoalan pembagian beban secara ekonomis di atas teratasi. Sayangnya, penggunaan beban diskrit sekali lagi memberikan hasil yang kurang akurat.

Persoalan akurasi ditingkatkan dalam penelitian ini dengan mengkombinasikan metode Pemrograman Dinamis hasil modifikasi Adrianti dkk. dengan metode Penyelesaian Analitis. Keluaran dari metode Pemrograman Dinamis hasil modifikasi Adrianti dkk. dianggap sebagai solusi persoalan komitmen unit saja. Persoalan *dispatch* ekonominya diselesaikan dengan metode Penyelesaian Analitis sebagaimana yang diperkenalkan oleh Marcelino Madrigal, Victor H. Quintana (2000). Algoritma pemrograman komputer untuk menyelesaikan persoalan *dispatch* ekonomi secara analitis juga telah tersedia (Abdul Rajab, 2006).

B. Model Matematis Persoalan *Dispatch* Ekonomi

Problem *dispatch* ekonomi klasik dari N unit pembangkitan termal, adalah menentukan keluaran daya masing-masing pembangkit P_i , yang mensuplai permintaan daya P_d , pada biaya minimum, sambil memperhatikan batas-batas produksi generator, yaitu :

$$F = \min \sum_{i=1}^N C_i(p_i)$$

$$\text{terhadap } P_d - \sum_{i=1}^N P_i = 0 \tag{1}$$

$$P_{i,\min} \leq P_i \leq P_{i,\max} \quad i = 1, \dots, N$$

Dimana :

- P_i = Keluaran generator ke-i (MW)
- $C_i(p_i)$ = $\alpha + \beta P_i + \gamma P_i^2$ (R)
= fungsi biaya yang akan diminimumkan
- P_d = Permintaan daya (MW)
- $P_{i,\min}$ = kapasitas minimum generator ke-i
- $P_{i,\max}$ = kapasitas maksimum generator ke-i
- N = jumlah generator

C. Metode Pemrograman Dinamis untuk Menyelesaikan Persoalan *Dispatch* Ekonomi

Menyelesaikan *dispatch* ekonomi suatu sistem dengan menggunakan pemrograman dinamis bisa diterima dengan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- Rugi daya jaringan diabaikan.
- Kebutuhan beban P_d yang digunakan adalah diskrit, bukan beban dengan level-level kontinyu.

Misalkan i menyatakan nomor urut sebuah unit generator, kemudian kita defenisikan :

- P_i = Beban generator ke i (MW)
- $C_i(P_i)$ = Biaya untuk membangkitkan P_i
(MW) pada unit ke i (R/h)
- $CK_i(X_i)$ = Biaya tahapan untuk mensuplai beban

X_i (MW) dengan unit-unit i .

Misalkan :

$$\begin{aligned} X_1 &= P_1 \\ X_2 &= P_1 + P_2 \\ X_3 &= P_1 + P_2 + P_3 = X_2 + P_3 \end{aligned}$$

Maka biaya yang harus diminimumkan untuk setiap tahap kenaikan pembebanan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} CK_1(X_1) &= C_1(P_1) \\ CK_2(X_2) &= \text{Min} [C_1(P_1) + C_2(P_2)] \\ &\quad \{P_2 : P_2, \min \leq P_2 \leq P_2, \text{maks}\} \\ &= \text{Min} [CK_1((X_2 - P_2) + C_2(P_2)] \\ &\quad \{P_2 : P_2, \min \leq P_2 \leq P_2, \text{maks}\} \\ CK_3(X_3) &= \text{Min} [C_1(P_1) + C_2(P_2) + C_3(P_3)] \\ &\quad \{P_3 : P_3, \min \leq P_3 \leq P_3, \text{maks}\} \\ &= \text{Min} [CK_2(X_2) + C_3(P_3)] \\ &\quad \{P_3 : P_3, \min \leq P_3 \leq P_3, \text{maks}\} \\ &= \text{Min} [CK_2(X_3 - P_3) + C_3(P_3)] \\ &\quad \{P_3 : P_3, \min \leq P_3 \leq P_3, \text{maks}\} \end{aligned}$$

secara umum bisa dituliskan sebagai berikut :

$$CK_i(X_i) = \text{Min} [CK_{i-1}(X_i - P_i) + C_i(P_i)] \quad (2)$$
$$\{P_i : P_i, \min \leq P_i \leq P_i, \text{maks}\}$$

Setelah biaya pembangkitan total minimum diperoleh, lintasannya ditelusuri untuk memperoleh daya yang harus dibangkitkan oleh masing-masing generator, P_i .

C. Metode Pemrograman Dinamis untuk Menyelesaikan Persoalan Komitmen Unit^[Adrianti]

Dari persamaan di atas terlihat bahwa biaya pembangkitan setiap unit pembangkit dihitung untuk pembebanan antara beban minimum dan beban maksimumnya. Artinya bahwa semua unit pembangkit telah dinyatakan *committed*, tidak ada peluang bagi suatu unit pembangkit untuk dikeluarkan dari sistem meski unit pembangkit tersebut merupakan unit yang mahal.

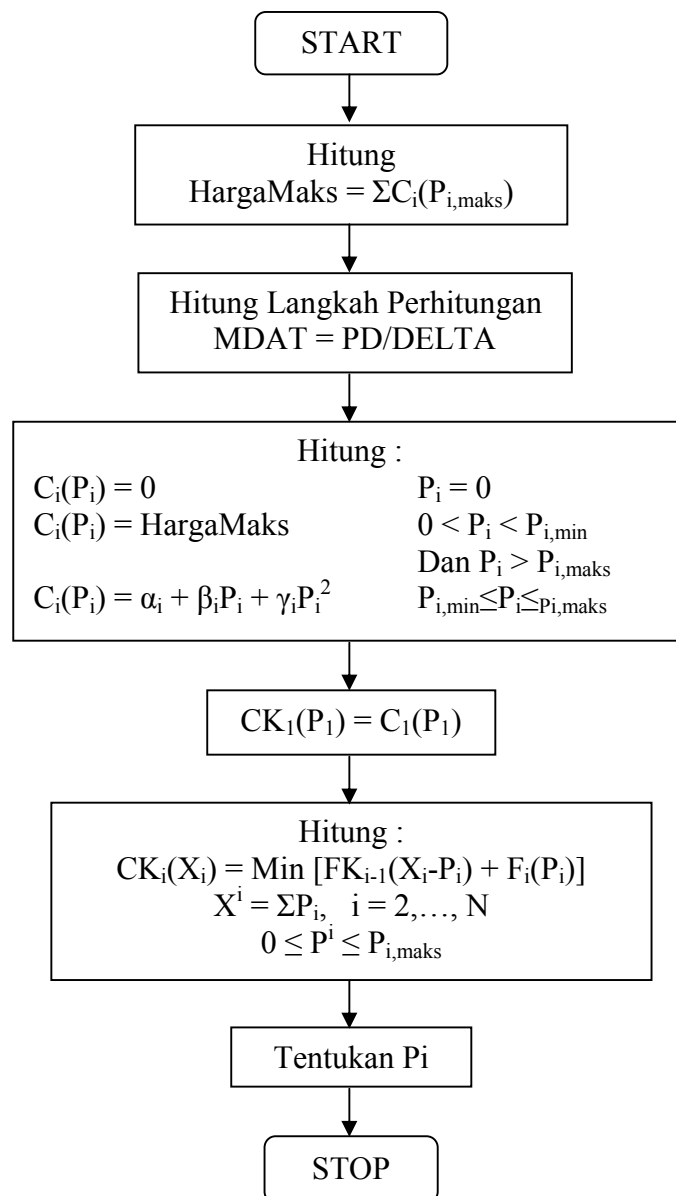
Algoritma yang dikembangkan oleh Adrianti, dkk (2003) memodifikasi batas bawah $P_{i,\min}$ menjadi nol, dengan demikian terbuka peluang bagi suatu unit untuk *decommitted*, sehingga pencarian biaya termurah menjadi lebih leluasa. Agar suatu unit tidak beroperasi pada pembebanan di luar kemampuannya, dibuatlah sebuah nilai yang tidak mungkin terpilih dalam proses penelusuran biaya minimum, HargaMaks. HargaMaks sama dengan Biaya total pembangkitan setiap unit pembangkit pada beban maksimalnya.

Algoritma tersebut dapat diringkas sebagai berikut :

1. Menentukan besar kenaikan beban DELTA.
2. Menghitung Harga terbesar yang mungkin timbul dalam pengoperasian sistem.
Harga terbesar ini akan diberikan sebagai biaya pembangkitan unit pembangkit ke- i jika daya beban berada di luar batas toleransi pembangkitannya. Dengan Cara ini setiap unit pembangkit dikendalikan untuk tetap beroperasi dalam batas-batas produksinya.
3. Menghitung jumlah langkah perhitungan, dalam hal ini daya total sistem dibagi DELTA.
4. Menghitung biaya pembangkitan setiap unit pada setiap level pembebanan. Level pembebanan ini dimulai dari 0 (yang berarti unit sedang off) sampai pada level yang sama dengan beban sistem.

5. Menghitung sekaligus menelusuri biaya pembangkitan minimum setiap level pembebanan sistem untuk semua kondisi operasi setiap unit pembangkit.
6. Dengan ditemukannya jalur level pembebanan yang menghasilkan biaya pembangkitan minimum, maka daya keluaran setiap unit pembangkit yang berkontribusi terhadap jalur tersebut dapat ditentukan.
7. Setiap unit pembangkit yang tidak dijadwalkan untuk beroperasi pada jam bersangkutan diberi nilai 0 pada variabel integernya, $NS(.) = 0$ untuk dijadikan masukan bagi metode Penyelesaian Secara Analitis. Sedangkan unit yang dijadwalkan beroperasi, berapapun daya yang dijadwalkan untuk disuplainya, diberi nilai 1

Algoritma perhitungan diatas dapat dirangkum dalam diagram alir berikut ini :



Gambar 1. Diagram alir penyelesaian persoalan *dispatch* ekonomi (Adrianti, dkk., 2003)

D. Algoritma Penyelesaian Problem *Dispatch* Ekonomi Secara Analitis

Penyelesaian secara analitis bisa diringkas dalam sebuah algoritma pemrograman berikut ini :

1 Langkah perhitungan diawali dengan mengoleksi data generator berupa kurva pembangkitan (Alfa, Beta dan Gamma), kapasitas pembebanan minimum dan maksimum generator, serta permintaan daya sistem Pd.

2 Hitung $Z_{i,min}$ dan $Z_{i,maks}$ berdasarkan persamaan :

$$Z_{i,min} = \beta_i + 2\gamma_i P_{i,min}$$

$$Z_{i,maks} = \beta_i + 2\gamma_i P_{i,maks}$$

3 Mengurut $Z_{i,min}$ dan $Z_{i,maks}$ ini secara menaik dalam bentuk :

$$Z_1 \leq Z_2 \leq \dots \leq Z_{2n}$$

4 Mencari nilai turunan fungsi dual pada setiap titik Z_k , yang berdasarkan persamaan (11) bisa dicari melalui persamaan :

$$-\frac{\partial \phi}{\partial \lambda}(Z_k) = P_i = \begin{cases} P_{i,min} & 0 \leq Z_k \leq Z_{i,min} \\ \frac{Z_k - \beta_i}{2\gamma_i} & Z_{i,min} \leq Z_k \leq Z_{i,maks} \\ P_{i,maks} & Z_k \geq Z_{i,maks} \end{cases}$$

$$\phi(Z_k) = \sum_{i=1}^k -\frac{\partial \phi}{\partial \lambda}(Z_i)$$

5 Melakukan penelusuran terhadap Z_k ini hingga diperoleh $\Phi(Z_k) \geq \partial \phi(Z_k)$, lalu menghitung λ^* melalui persamaan :

$$\lambda^* = Z_k + ((Pd - \phi(K)) \frac{Z_k - Z_{k-1}}{\phi(K) - \phi(K-1)})$$

6 Menghitung keluaran tiap generator melalui persamaan :

$$P_i^* = \begin{cases} P_{i,min} & 0 \leq \lambda \leq Z_{i,min} \\ \frac{\lambda - \beta_i}{2\gamma_i} & Z_{i,min} \leq \lambda \leq Z_{i,maks} \\ P_{i,maks} & \lambda \geq Z_{i,maks} \end{cases}$$

7 Menghitung harga total pembangkitan melalui persamaan :

$$\phi_i(\lambda) = \begin{cases} c_i(P_{i,min}) - \lambda P_{i,min} & 0 \leq \lambda \leq Z_{i,min} \\ \alpha_i - \frac{(\lambda - \beta_i)^2}{4\gamma_i} & Z_{i,min} \leq \lambda \leq Z_{i,maks} \\ c_i(P_{i,maks}) - \lambda P_{i,maks} & \lambda \geq Z_{i,maks} \end{cases}$$

atau melalui persamaan :

$$F = \sum_i^N C_i(p_i)$$

8 Selesai.

E. Hasil

Dalam penelitian ini dibuat sebuah program komputer berdasarkan pada Algoritma yang dikembangkan dengan mengkombinasikan metode Pemrograman Dinamis dan Penyelesaian Secara Analitis (selanjutnya disebut metode Kombinasi Dinamis-Analitis). Program tersebut membandingkan biaya total unit pembangkit termal yang dihitung menggunakan metode Pemrograman Dinamis sendiri dengan biaya total yang dihitung menggunakan metode Kombinasi Dinamis- Analitis.

Pengujian dilakukan terhadap sebuah contoh sistem yang terdiri dari 22 unit pembangkit termal [4]. Data kurva input-output 22 unit pembangkit termal sistem diberikan dalam tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Data kurva input-output 22 unit pembangkit termal

Unit Ke	Karakteristik Unit			Batas Daya	
	α	β	β	PMin	PMaks
1	217.895	18.000	0.00623	25.00	100
2	219.775	18.600	0.00599	25.00	100
3	218.335	18.100	0.00612	25.00	100
4	218.775	18.200	0.00598	25.00	100
5	216.775	17.280	0.00578	25.00	100
6	218.775	19.200	0.00698	25.00	100
7	143.028	10.715	0.00473	54.25	155
8	143.597	10.758	0.00487	54.25	155
9	259.131	23.000	0.00259	68.95	197
10	259.649	23.100	0.00260	68.95	197
11	260.176	23.200	0.00263	68.95	197
12	261.176	23.500	0.00267	68.95	197
13	260.076	23.040	0.00261	68.95	197
14	176.057	10.842	0.00150	140.0	350
15	177.057	10.862	0.00153	140.0	350
16	176.057	10.662	0.00143	140.0	350
17	177.957	10.962	0.00163	140.0	350
18	310.002	7.492	0.00194	100.0	400
19	311.910	7.503	0.00195	100.0	400
20	312.910	7.512	0.00196	100.0	400
21	314.910	7.532	0.00197	100.0	400
22	313.910	7.612	0.00199	100.0	400

Sistem ini diberi pembebanan (PB) bervariasi, selama 12 jam. Beban yang akan disuplai tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Data Pembebanan Sistem 22 Unit Pembangkit Termal Selama 12 Jam

Jam Ke	Beban Sistem (MW)
1	5000
2	4550
3	4580
4	5120
5	4510
6	4360
7	4280

8	3940
9	2640
10	4120
11	4910
12	4960

Program komputer yang dibuat berdasarkan penyelesaian menggunakan metode Kombinasi Dinamis-Analitis memberikan hasil seperti pada lampiran. Dari hasil program tersebut terlihat bahwa secara umum, biaya total pembangkitan yang dihitung menggunakan metode Kombinasi Dinamis-Analitis lebih murah dibandingkan dengan yang dihitung dengan metode pemrograman dinamis saja.

Tabel 3 adalah cuplikan hasil cetak program untuk sistem 22 unit pembangkit termal (file data DT22.f90), DELTA = 10, pembebanan pada jam pertama dengan besar beban 5000 MW. Dari tabel tersebut terlihat bahwa unit nomor 7 dan nomor 8, oleh metode Pemrograman Dinamis dijadwalkan untuk membangkitkan 150 MW. Dengan nilai DELTA sebesar 10, maka unit-unit tersebut hanya mungkin mengalami pergeseran daya sebesar 10, misalnya dari 150 MW ke 140 MW atau ke 160 MW. Metode Kombinasi Dinamis-Analitis, seperti tampak pada tabel 3, tidak lagi tergantung pada DELTA dalam menentukan besaran pergeseran daya yang dibangkitkan tiap-tiap unit pembangkit. Metode ini menjadwalkan unit 7 dan unit 8 untuk membangkitkan 155 MW. Pergeserannya 5, bukan 10 (DELTA = 10).

Tabel 3. Cuplikan hasil Cetak Program dengan file data DT22.f90, DELTA = 10

```

              JAM KE ( 1)
    KEBUTUHAN DAYA SISTEM = 5000.MW
=====
!          ! KUOTA PEMBANGKITAN (MW) !
!   NO    !=====
!          !   DINAMIS   ! D-ANALITIS !
=====
!   1    !   100.0    !   100.0    !
!   2    !   100.0    !   100.0    !
!   3    !   100.0    !   100.0    !
!   4    !   100.0    !   100.0    !
!   5    !   100.0    !   100.0    !
!   6    !   100.0    !   100.0    !
!   7    !   150.0    !   155.0    !
!   8    !   150.0    !   155.0    !
!   9    !   190.0    !   190.0    !
!  10    !   170.0    !   170.0    !
!  11    !   150.0    !   149.1    !

```

Unit 11 malah memberikan hasil yang lebih mencolok. Metode Pemrograman Dinamis menjadwalkan unit 11 untuk membangkitkan 150 MW, sedangkan metode Kombinasi Dinamis-Analitis menjadwalkan unit tersebut membangkitkan 149,1 MW. Pergeseran daya yang dihasilkan oleh metode Kombinasi Dinamis-Analitis - 0,9 MW - sangat jauh dari pergeseran daya yang dihasilkan oleh metode Pemrograman Dinamis.

Ketiga fakta di atas sudah cukup membuktikan bahwa terjadi peningkatan akurasi ketika perhitungan dilakukan menggunakan metode Kombinasi Dinamis-Analitis ini. Perbedaan biaya total pembangkitan yang dihasilkan oleh kedua metode, merupakan konsekuensi logis dari perbaikan akurasi tersebut.

Tabel 4. Perbandingan Biaya Total Pembangkitan Metode Pemrograman Dinamis dan Metode Kombinasi Dinamis-Analitis Sistem 22 Unit Termal

Jam Ke	Beban Sistem (MW)	Biaya Pembangkitan		
		Dinamis	Dinamis-Analitis	Selisih
1	5000	68669.7	68551.7	118,0
2	4550	57509.4	57394.9	114,6
3	4580	58220.7	58105.3	115,4
4	5120	71787.8	71669.5	118,4
5	4510	56564.7	56451.2	113,5
6	4360	52830.6	52745.6	85,0
7	4280	50744.9	50664.5	80,4
8	3940	43561.2	43494.3	66,9
9	2640	25722.9	25722.9	0
10	4120	47392.4	47322.4	70,0
11	4910	66515.1	66398.4	116,7
12	4960	67710.9	67593.3	117,5
Total		667231	666112	1119

Biaya total pembangkitan untuk setiap jam pembebanan dapat dilihat pada tabel 4. Pada beban tertinggi (5120 MW), selisih biaya pembangkitan total adalah 118,39 dan pada beban terendah (2640 MW), selisihnya adalah nol. Semakin tinggi beban yang disuplai oleh sistem, semakin besar selisih biaya yang dihasilkan oleh kedua metode perhitungan tersebut. Selama 12 jam pembebanan diperoleh penghematan biaya total pembangkitan sebesar 1116,69 jika perhitungan dilakukan menggunakan metode Kombinasi Dinamis-Analitis dibandingkan dengan jika dihitung menggunakan metode Pemrograman Dinamis saja.

F. Kesimpulan

Perhitungan biaya total pembangkitan sistem, menggunakan metode Kombinasi Dinamis-Analitis, terbukti lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan menggunakan metode Pemrograman Dinamis sendiri. Kemampuan untuk mereduksi secara cukup signifikan biaya total pembangkitan, menunjukkan bahwa metode Kombinasi Dinamis-Analitis yang dikembangkan dalam penelitian ini berhasil sesuai dengan yang diharapkan. Penggunaan metode Penyelesaian Secara Analitis mampu meningkatkan akurasi dengan mengabaikan faktor DELTA dalam menentukan pembebanan setiap unit pembangkit.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Marcelino Madrigal and Victor H. Quintana, “*An Analytical Solution to the Economic Dispatch Problem*,” IEEE power engineering review, pp 52-55, September 2000.
- 2) Abdul Rajab, “Selesaian Analitis terhadap Problem *Dispatch* Ekonomi Dalam Penerapannya sebagai Basis Pelelangan Energi Listrik”, Thesis, 2001.
- 3) Adrianti, Abdul Rajab, dkk., “Algoritma Baru Penggunaan Metode Pemrograman Dinamis dalam Menyelesaikan Persoalan *Dispatch* Ekonomi”, Laporan Penelitian Dana Rutin Unand, 2003.
- 4) Abdul Rajab, “Pengembangan Algoritma Pemrograman Komputer Berdasarkan Metode Penyelesaian Analitis Terhadap Persoalan *Dispatch* Ekonomi”, Laporan Penelitian SDPF, 2006.
- 5) Allen J. Wood and Bruce T. Wollenbberg, *Power Generation Operation and Control, Second Edition*, John Willey & Sons, New York, 1996.
- 6) Ching-Tzong Su, “*New Approach with Assurance Hopfield Modeling Framework to Economic Dispatch*,” IEEE Transaction on Power System, Vol. 15, No. 2, pp 541-545, May 2000.
- 7) M.E. El-Hawary and G.S. Christensen, *Optimal Economic Operation of Electric Power Systems*, New York, Academic, 1979.
- 8) D.P. Bertsekas, *Nonlinier Programming*, Attena, Scientific, 1998.
- 9) M.M. Makela and P. Neittanmaki, *Nonsmooth Optimization : Analysis and Algorithms with Applications to Optimal Control*, Singapore, World Scientific, 1992.
- 10) Mokhtar S. Bazaraa, Hanif D. Sherali, dkk., *Nonlinier Programming : Theory and Algoritthms*, New York, John Wiley & Sons, Inc. 1979.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada pihak DIKTI yang melalui program “Penelitian Dosen Muda” telah mendanai kegiatan penelitian ini. Tak lupa ucapan yang sama kami tujukan kepada semua pihak yang telah ikut membantu kelancaran kegiatan ini.

Lampiran : Hasil Cetak Program (File Data : DT22.f90)

SISTEM 22 UNIT PEMBANGKIT TERMAL

JAM KE (1)

KEBUTUHAN DAYA SISTEM = 5000.MW

```
=====
!      ! KUOTA PEMBANGKITAN (MW) !
! NO  !=====
!      !   DINAMIS   ! D-ANALITIS !
=====
!  1  !   100.0   !   100.0   !
!  2  !   100.0   !   100.0   !
!  3  !   100.0   !   100.0   !
!  4  !   100.0   !   100.0   !
!  5  !   100.0   !   100.0   !
!  6  !   100.0   !   100.0   !
!  7  !   150.0   !   155.0   !
!  8  !   150.0   !   155.0   !
!  9  !   190.0   !   190.0   !
! 10  !   170.0   !   170.0   !
! 11  !   150.0   !   149.1   !
! 12  !     0.0   !     0.0   !
! 13  !   190.0   !   180.9   !
! 14  !   350.0   !   350.0   !
! 15  !   350.0   !   350.0   !
! 16  !   350.0   !   350.0   !
! 17  !   350.0   !   350.0   !
! 18  !   400.0   !   400.0   !
! 19  !   400.0   !   400.0   !
! 20  !   400.0   !   400.0   !
! 21  !   400.0   !   400.0   !
! 22  !   400.0   !   400.0   !
=====
! BIAYA    68670.  !   68552.  !
=====
```

JAM KE (2)

KEBUTUHAN DAYA SISTEM = 4550.MW

```
=====
!      ! KUOTA PEMBANGKITAN (MW) !
! NO  !=====
!      !   DINAMIS   ! D-ANALITIS !
=====
!  1  !   100.0   !   100.0   !
!  2  !   100.0   !   100.0   !
!  3  !   100.0   !   100.0   !
!  4  !   100.0   !   100.0   !
!  5  !   100.0   !   100.0   !
!  6  !   100.0   !   100.0   !
=====
```

!	7	!	150.0	!	155.0	!
!	8	!	150.0	!	155.0	!
!	9	!	130.0	!	124.3	!
!	10	!	0.0	!	0.0	!
!	11	!	0.0	!	0.0	!
!	12	!	0.0	!	0.0	!
!	13	!	120.0	!	115.7	!
!	14	!	350.0	!	350.0	!
!	15	!	350.0	!	350.0	!
!	16	!	350.0	!	350.0	!
!	17	!	350.0	!	350.0	!
!	18	!	400.0	!	400.0	!
!	19	!	400.0	!	400.0	!
!	20	!	400.0	!	400.0	!
!	21	!	400.0	!	400.0	!
!	22	!	400.0	!	400.0	!
=====						
!	BIAYA		57509.	!	57395.	!
=====						

JAM KE (3)
KEBUTUHAN DAYA SISTEM = 4580.MW

!		!	KUOTA PEMBANGKITAN (MW) !			
!	NO	!	=====			
!		!	DINAMIS	!	D-ANALITIS !	
=====						
!	1	!	100.0	!	100.0	!
!	2	!	100.0	!	100.0	!
!	3	!	100.0	!	100.0	!
!	4	!	100.0	!	100.0	!
!	5	!	100.0	!	100.0	!
!	6	!	100.0	!	100.0	!
!	7	!	150.0	!	155.0	!
!	8	!	150.0	!	155.0	!
!	9	!	140.0	!	139.4	!
!	10	!	0.0	!	0.0	!
!	11	!	0.0	!	0.0	!
!	12	!	0.0	!	0.0	!
!	13	!	140.0	!	130.6	!
!	14	!	350.0	!	350.0	!
!	15	!	350.0	!	350.0	!
!	16	!	350.0	!	350.0	!
!	17	!	350.0	!	350.0	!
!	18	!	400.0	!	400.0	!
!	19	!	400.0	!	400.0	!
!	20	!	400.0	!	400.0	!
!	21	!	400.0	!	400.0	!
!	22	!	400.0	!	400.0	!
=====						
!	BIAYA		58221.	!	58105.	!

```

=====
                JAM KE ( 4)
    KEBUTUHAN DAYA SISTEM = 5120.MW
=====
!           ! KUOTA PEMBANGKITAN (MW) !
!   NO     ! =====
!           !   DINAMIS   ! D-ANALITIS !
=====
!   1     !   100.0     !   100.0     !
!   2     !   100.0     !   100.0     !
!   3     !   100.0     !   100.0     !
!   4     !   100.0     !   100.0     !
!   5     !   100.0     !   100.0     !
!   6     !   100.0     !   100.0     !
!   7     !   150.0     !   155.0     !
!   8     !   150.0     !   155.0     !
!   9     !   190.0     !   195.9     !
!  10     !   180.0     !   175.9     !
!  11     !   160.0     !   154.9     !
!  12     !   100.0     !    96.4     !
!  13     !   190.0     !   186.8     !
!  14     !   350.0     !   350.0     !
!  15     !   350.0     !   350.0     !
!  16     !   350.0     !   350.0     !
!  17     !   350.0     !   350.0     !
!  18     !   400.0     !   400.0     !
!  19     !   400.0     !   400.0     !
!  20     !   400.0     !   400.0     !
!  21     !   400.0     !   400.0     !
!  22     !   400.0     !   400.0     !
=====
! BIAYA    71788.   !   71669.   !
=====

```

```

=====
                JAM KE ( 5)
    KEBUTUHAN DAYA SISTEM = 4510.MW
=====
!           ! KUOTA PEMBANGKITAN (MW) !
!   NO     ! =====
!           !   DINAMIS   ! D-ANALITIS !
=====
!   1     !   100.0     !   100.0     !
!   2     !   100.0     !   100.0     !
!   3     !   100.0     !   100.0     !
!   4     !   100.0     !   100.0     !
!   5     !   100.0     !   100.0     !
!   6     !   100.0     !   100.0     !
!   7     !   150.0     !   155.0     !
!   8     !   150.0     !   155.0     !
!   9     !   110.0     !   104.2     !

```

!	10	!	0.0	!	0.0	!
!	11	!	0.0	!	0.0	!
!	12	!	0.0	!	0.0	!
!	13	!	100.0	!	95.8	!
!	14	!	350.0	!	350.0	!
!	15	!	350.0	!	350.0	!
!	16	!	350.0	!	350.0	!
!	17	!	350.0	!	350.0	!
!	18	!	400.0	!	400.0	!
!	19	!	400.0	!	400.0	!
!	20	!	400.0	!	400.0	!
!	21	!	400.0	!	400.0	!
!	22	!	400.0	!	400.0	!

=====
! BIAYA 56565. ! 56451. !
=====

JAM KE (6)
KEBUTUHAN DAYA SISTEM = 4360.MW

=====
! ! KUOTA PEMBANGKITAN (MW) !
! NO ! =====
! ! DINAMIS ! D-ANALITIS !
=====

!	1	!	100.0	!	100.0	!
!	2	!	100.0	!	100.0	!
!	3	!	100.0	!	100.0	!
!	4	!	100.0	!	100.0	!
!	5	!	100.0	!	100.0	!
!	6	!	90.0	!	81.0	!
!	7	!	150.0	!	155.0	!
!	8	!	150.0	!	155.0	!
!	9	!	70.0	!	68.9	!
!	10	!	0.0	!	0.0	!
!	11	!	0.0	!	0.0	!
!	12	!	0.0	!	0.0	!
!	13	!	0.0	!	0.0	!
!	14	!	350.0	!	350.0	!
!	15	!	350.0	!	350.0	!
!	16	!	350.0	!	350.0	!
!	17	!	350.0	!	350.0	!
!	18	!	400.0	!	400.0	!
!	19	!	400.0	!	400.0	!
!	20	!	400.0	!	400.0	!
!	21	!	400.0	!	400.0	!
!	22	!	400.0	!	400.0	!

=====
! BIAYA 52831. ! 52746. !
=====