

# PERENCANAAN SISTEM AGC (AUTOMATIC GENERATION CONTROL) PADA SISTEM TENAGA LISTRIK MULTI AREA

**Irfan Rasyidi**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hang Tuah  
Jl. Arief Rahman Hakim 150, Surabaya 60111

**Imam Robandi**

Laboratorium Kontrol dan Operasi Sistem Tenaga Listrik  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus Sukolilo, Surabaya 60111

## ABSTRACT

Multi area system is modified to take into account the effect of bilateral contracts on the dynamics. The concept of DISCO participation to simulate these bilateral contracts is introduced and reflected in two area block diagram. The AGC system is implemented into 500 KVs electric power system of Java and Bali. These result characteristic is tend good stabilization.

**Key word : AGC, multi area system, bilateral contract.**

### I. Pendahuluan

Di sistem yang tertata kembali, aspek rancang bangun operasi dan perencanaan harus dirumuskan kembali tetapi walau gagasannya sama. Dengan keberadaan berbeda, perusahaan pembangkit (P), transmisi (T) distribusi (D) dan pusat kontrol (C) memiliki kegunaan yang terintegrasi dan fungsi yang berbeda, dimodelkan dengan cara berbeda. Beberapa pembangkit menjadi sistem AGC (Automatic Genaraton Control). Di dalam perencanaan, distribusi dapat melayani satu pembangkit, pusat dan kontrol di bawah pengawasan pusat kontrol. .

Perumusan kedua area model dinamis seperti yang dijelaskan oleh Kumar dan kawan kawan [1,2]. Penjelasan tentang pengkhususan pada kondisi dinamik, trayektori sensitivitas dan parameter optimisasi. Konsep distribution participation matrix (DPM) yang terencana untuk membantu visualisasi dan penerapan tentang suatu kontrak.

Informasi yang ada suatu kontrak, sistem AGC dan simulasi mengungkapkan pola menarik. Trayektori sensitivitas sangat membantu didalam mempelajari efek parameter optimisasi yaitu parameter ACE (Area Control Error)  $v_{iz}$ , penyimpangan garis dan frekuensi. Sistem AGC dibahas pula di dalam makalah Elgerd dan Fosha [3,4]. Penelitian tentang sistem AGC yang ditata ulang terdapat pada makalah [1,2,5, 6, 7].

## II. Sistem AGC (Automatic Generation Control) pada Sistem Tenaga Listrik Multi Area

Penjelasan dari perjanjian yang ada disatukan, perusahaan distribusi mempunyai kebebasan untuk memilih perusahaan pembangkit untuk melakukan perjanjian. atau kontrak, keluar atau di dalam area distribusi tersebut dan membuat visualisasi kontrak lebih mudah. DPM adalah suatu matrik yang terdiri dari baris sejumlah pembangkit dan kolom sejumlah area distribusi. Masing-masing variabel masukan di dalam matrik ini adalah pecahan dari total beban yang ada dalam perjanjian tersebut. Jumlahnya sama dengan 1 perunit. Bila dua area system, masing-masing area memiliki dua pembangkit dan 2 distribusi maka matrik DPMnya adalah

$$DPM = \begin{bmatrix} cpf_{11} & cpf_{12} & cpf_{13} & cpf_{14} \\ cpf_{21} & cpf_{22} & cpf_{23} & cpf_{24} \\ cpf_{31} & cpf_{32} & cpf_{33} & cpf_{34} \\ cpf_{41} & cpf_{42} & cpf_{43} & cpf_{44} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$cpf$  adalah *contract participation factor*

Bila terjadi perubahan beban  $P_L$  maka aliran daya yang terjadwal antar area adalah

$\Delta P_{tie\ 1-2\ sch}$  = Permintaan daya D area 2 dari P area 1 – Permintaan daya D area 1 dari P area II

Dan penyimpangan yang ada adalah

$$\Delta P_{tie\ 1-2\ err} = \Delta P_{tie\ 1-2\ act} - \Delta P_{tie\ 1-2\ sch} \quad (2)$$

Sedangkan harga ACE (*area control error*) untuk masing-masing area adalah

$$ACE_1 = B_1 \Delta f_1 + \Delta P_{tie\ 1-2\ error} \quad (3)$$

$$ACE2 = B_2 \Delta f_2 + \alpha_{12} \Delta P_{tie\ 1-2\ error} \quad (4)$$

$$\alpha_{12} = - \frac{Pr1}{Pr2} \quad (5)$$

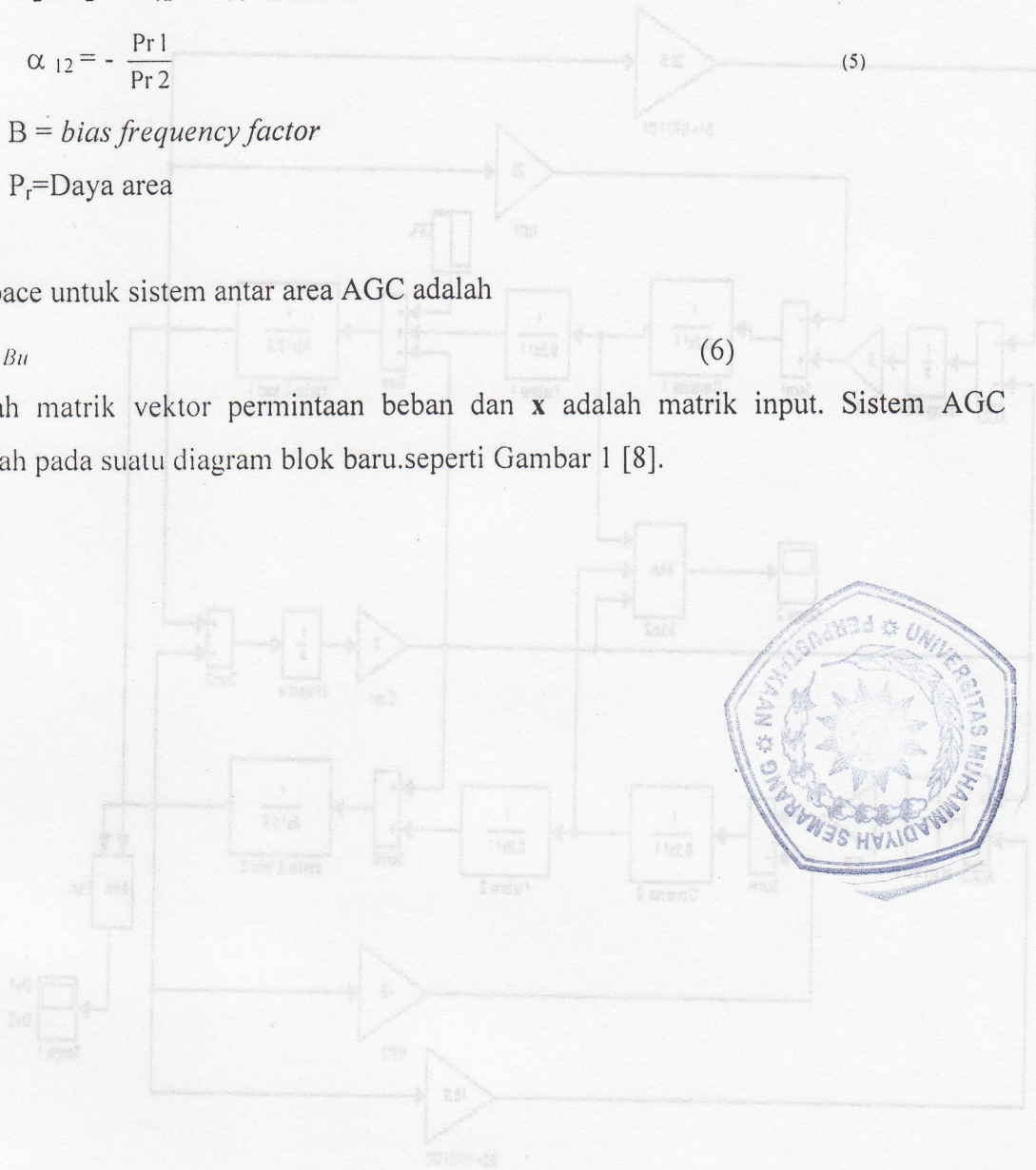
$B$  = bias frequency factor

$P_r$  = Daya area

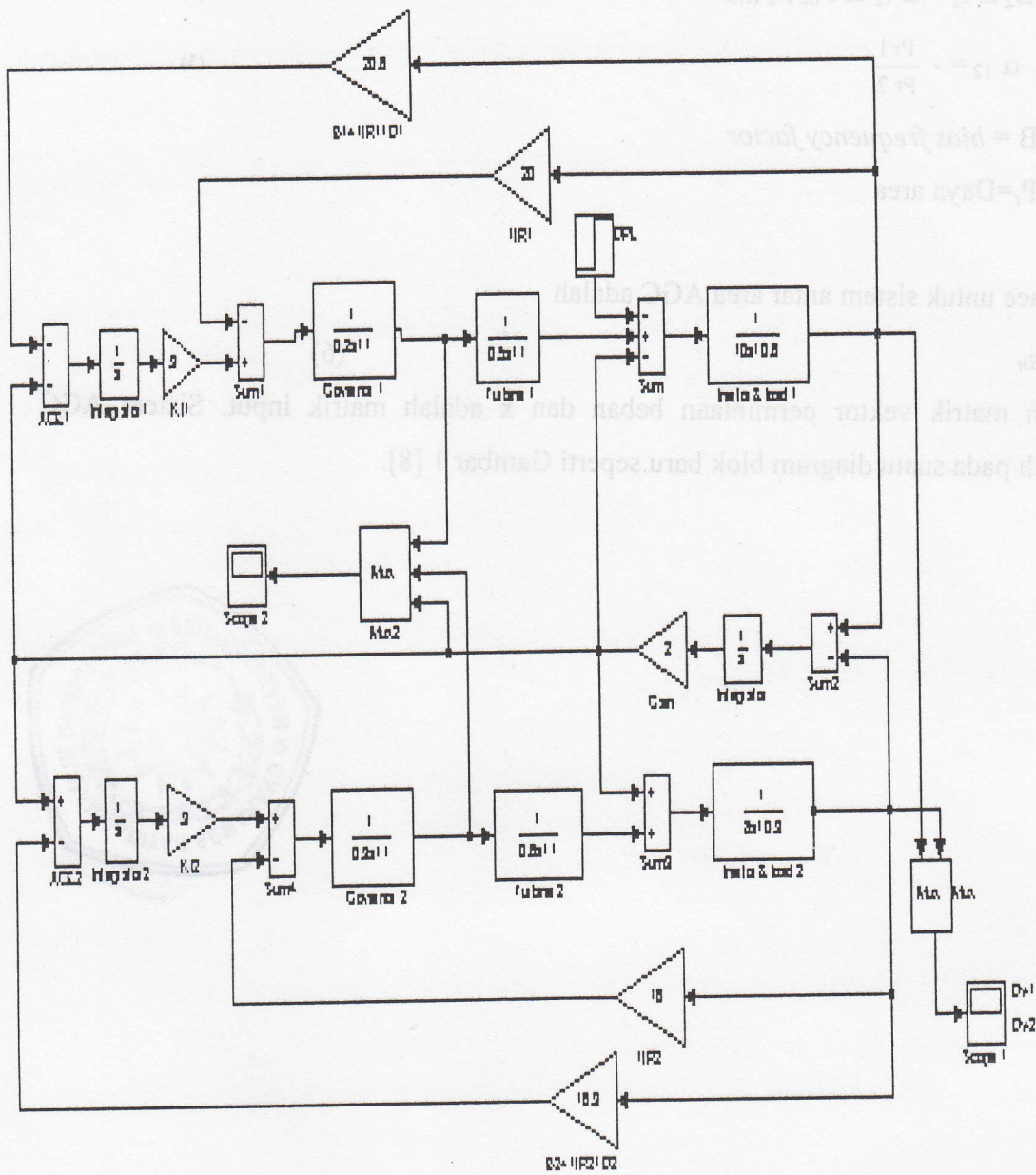
State space untuk sistem antar area AGC adalah

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (6)$$

$u$  adalah matrik vektor permintaan beban dan  $x$  adalah matrik input. Sistem AGC mengarah pada suatu diagram blok baru, seperti Gambar 1 [8].



Gambar 1.  
Diagram Blok Sistem AGC pada Multi Area



Gambar 1.  
 Diagram Blok Sistem AGC pada Multi Area

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_{p1}} & 0 & \frac{K_{p1}}{T_{p1}} & \frac{K_{p1}}{T_{p1}} & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{K_{p1}}{T_{p1}} \\ 0 & -\frac{1}{T_{p2}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{K_{p2}}{T_{p2}} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{T_{r1}} & 0 & \frac{1}{T_{r1}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{r2}} & 0 & \frac{1}{T_{r1}} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{R_1 T_{G1}} & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{G1}} & 0 & -\frac{K_1}{T_{G1}} & 0 & 0 \\ -\frac{1}{R_2 T_{G2}} & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{G2}} & -\frac{K_1}{T_{G2}} & 0 & 0 \\ 0 & B_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & B_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ T_{I2} & -T_{I2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$x = \begin{bmatrix} \Delta \varpi_1 \\ \Delta \varpi_2 \\ \Delta P_{G1} \\ \Delta P_{G2} \\ \Delta P_{M1} \\ \Delta P_{M2} \\ \int ACE_1 dt \\ \int ACE_2 dt \\ \Delta P_{tie1-2} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{K_{p1}}{T_{p1}} & -\frac{K_{p1}}{T_{p1}} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \frac{cpf_{11}}{T_{G1}} & \frac{cpf_{12}}{T_{G1}} \\ \frac{cpf_{21}}{T_{G2}} & \frac{cpf_{22}}{T_{G2}} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$u = \begin{bmatrix} \Delta P_{l,1} \\ \Delta P_{l,2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

### III. Perencanaan Sistem AGC pada Sistem Tenaga Listrik 500 KV Jawa dan Bali

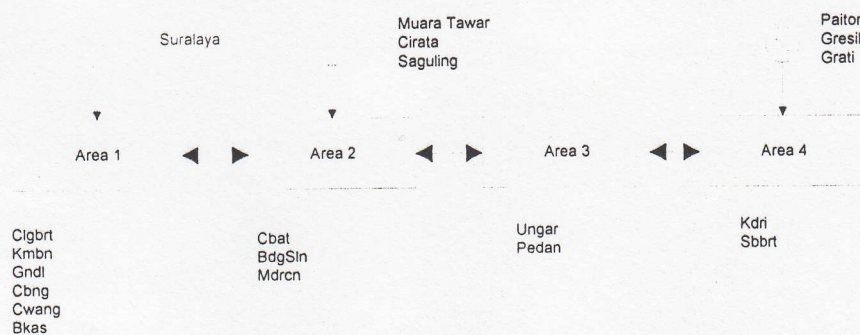
Sistem tenaga listrik 500 KV Jawa dan Bali terdiri dari 4 area yaitu : Area 1, Jawa Barat dan Banten, Area 2 : Jakarta, area 3: Jawa Tengah, dan Jogjakarta, Area 4 : Jawa Timur dan Bali. Jumlah pembangkit yang ada 7 buah yaitu : 5 PLTU/PLTG dan 2 PLTA. Jumlah pusat beban ada 6 GI untuk Area 1, 3 GI untuk Area 2, 2 GI untuk Area 3 dan 2 GI untuk Area 4, seperti terlihat pada Gambar 2. Dari Gambar 2 dibuat lebih sederhana untuk implementasi dari system dan prinsip AGC seperti terlihat pada Gambar 3.

Dari data yang diperoleh dan memakai data tipikal untuk data yang tidak diperoleh didapat blok diagram system AGC 500 KV Jawa dan Bali seperti Gambar 3.

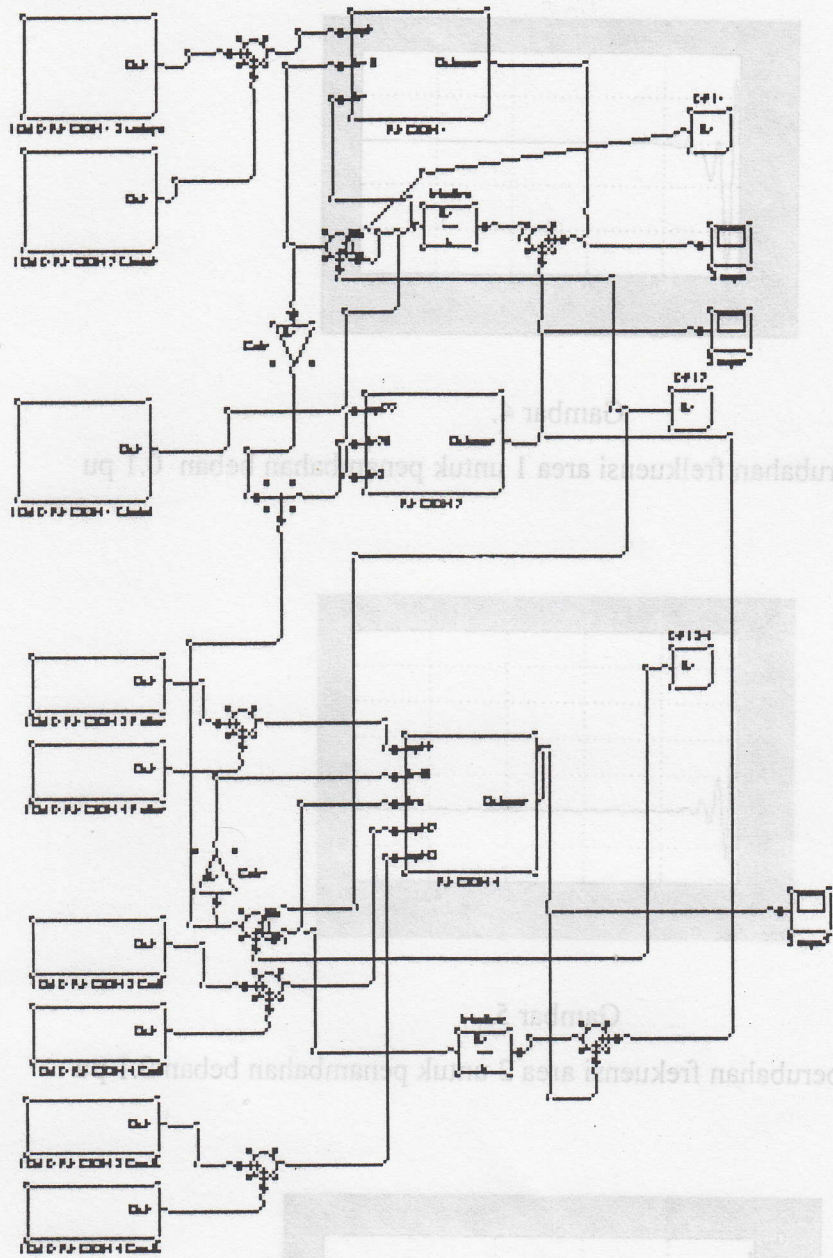
Karena hanya PLTU yang digambarkan pada Gambar 4 dengan mengabaikan PLTA yang ada (Cirata dan Saguling) diperoleh hasil perubahan karakteristik frekuensi untuk masing-masing area seperti Gambar 4, 5 dan 6.

#### III.a. Hasil Simulasi

Dari Gambar 4, 5 dan 6 tampak bahwa hasil ini berdasarkan pemilihan harga parameter K dan B yang masih menggunakan try and error didapat hasil yang cukup memadai dengan kecenderungan arah karakteristik yang stabil dapat diperoleh

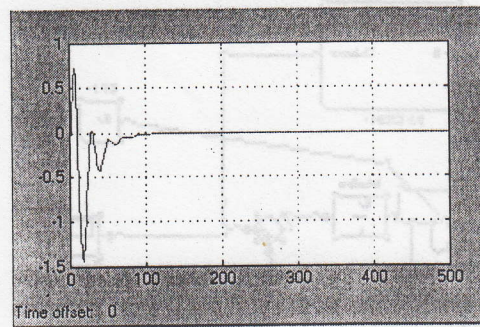


Gambar 2  
Sistem tenaga Listrik 500 KV Jawa dan Bali.



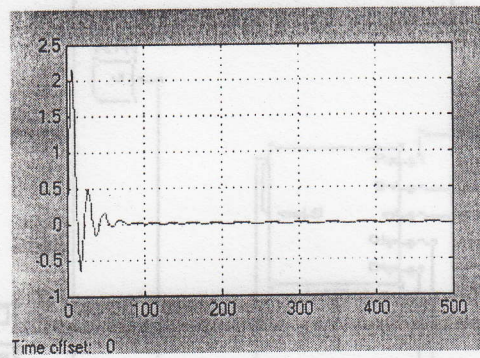
Gambar 3.

Blok Diagram sistem AGC 500 KV Jawa dan Bali



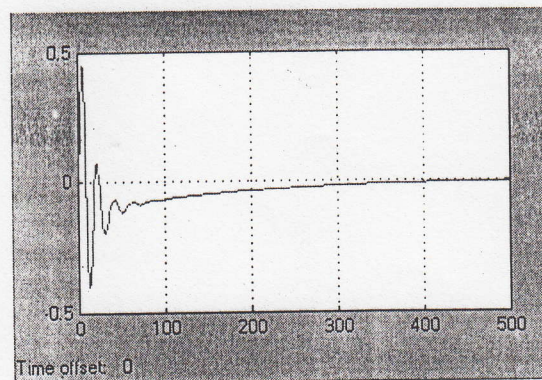
Gambar 4.

Karakteristik perubahan frekuensi area 1 untuk penambahan beban 0.1 pu



Gambar 5.

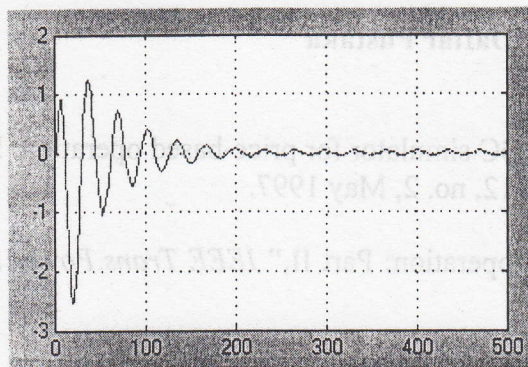
Karakteristik perubahan frekuensi area 2 untuk penambahan beban 0.1 pu



Gambar 6.

Karakteristik perubahan frekuensi area 4. untuk penambahan beban 0.1 pu





Gambar 7.

Karakteristik perubahan frekuensi area 1. untuk penambahan beban 0.1 pu dengan harga parameter berbeda

### III.b. Analisa

Adapun respon yang diperoleh dengan mengasumsikan bahwa perubahan beban terjadi merata antara GI (Gardu Induk) yang ada. Tentunya simulasi dengan kondisi yang berbeda dapat dilakukan dengan kemungkinan hasil yang berbeda, seperti terlihat pada Gambar 7.

### IV. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kemungkinan penerapan konsep AGC pada sistem tenaga listrik multi area dapat digunakan dan hasil karakteristik kestabilan perubahan frekuensi dari masing – masing area dapat diperoleh. Metode optimasi dapat digunakan untuk menghitung harga parameter B dan K pada harga optimalnya agar diperoleh kestabilan yang terbaik dan respon kestabilan diperoleh dengan waktu yang lebih cepat.

**Daftar Pustaka**

- J. Kumar, K. Ng, and G. Sheble, "AGC simulator for price-based operation: Part I," *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 12, no. 2, May 1997.
- "AGC simulator for price-based operation: Part II," *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 12, no. 2, May 1997.
- B. H. Bakken and O. S. Grande, "AGC in a deregulated power system," *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 13, no. 4, pp. 1401–1406, Nov. 1998.
- N. Jaleeli, L.S. van Slyck, D.N. Ewart, L. H. Fink and A. G. Hoffmann, "Understanding AGC", *IEEE Trans. Power Apparatus & Systems*, vol. 7, no. 3, pp. 1106–1122, Aug. 1992.
- R. K. Green, "Transformed AGC", *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 11, no. 4, pp. 1799–1804, Nov. 1996.
- R. Christie and A. Bose, "Load-frequency control issues in power systems operations after deregulation," *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 11, pp. 1191–1200, Aug. 1996.
- V. Dondé, M. A. Pai, I. A. Hisken, "Simulation and Optimization in an AGC System after Deregulation", *IEEE Trans. Power Systems*, vol 16, no 3, pp. 481-489, August 2001.
- H. Saadat, "Power System Analysis", International Edition, WCB Mc Graw Hill, 1999.