

# SIMULASI DIGITAL PERILAKU SISTEM TENAGA LISTRIK MULTI-WILAYAH

Oleh :

*Ir. Soedjatmiko, M.Sc.<sup>1)</sup>*

## Intisari

Pada sistem tenaga listrik multi-wilayah, distribusi beban bergantung pada impedans sistem dan kedudukan relatif rotor pembangkit. Perubahan beban akan menimbulkan perubahan frekuensi sistem, pembangkitan, dan aliran daya pada saluran penghubung. Selama terjadi perubahan beban, deviasi frekuensi berfungsi sebagai isyarat kendali pembangkitan. Model sistem tenaga listrik multi-wilayah mengandung beberapa parameter, di antaranya tetapan waktu wilayah, tetapan waktu sistem pengatur, tetapan waktu turbo-generator, perolehan sistem, regulasi kecepatan, dan tetapan sinkronisasi. Perubahan parameter-parameter tersebut akan menentukan perilaku sistem dalam menanggapi perubahan beban. Hasil simulasi untuk sistem tenaga listrik tiga wilayah menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut memiliki nilai-nilai batas stabilitas. Perubahan tetapan waktu dan perolehan wilayah kurang mempengaruhi watak sistem.

## Pendahuluan

Beban sistem tenaga listrik selalu berubah-ubah mengikuti suatu pola (kurve) tertentu sesuai dengan jenisnya. Keseimbangan antara pembangkitan dan kebutuhan beban akan menentukan nilai nominal parameter-parameter sistem. Deviasi nilai parameter terhadap nilai nominalnya dapat digunakan sebagai tolak ukur ketidak-seimbangan sistem. Pada sistem tenaga listrik multi-wilayah, perubahan beban akan mempengaruhi frekuensi sistem, pembangkitan, dan aliran daya pada saluran penghubung antar wilayah.

Proses rancang bangun suatu sistem dapat diawali dengan pemodelan (fisis) sistem. Model ini diharapkan mampu mewakili sistem yang akan dibuat. Pembuatan model fisis ukuran kecil (*scale model*) biasanya memerlukan biaya yang cukup besar. Perubahan nilai parameter sistem tidak mudah dilaksanakan secara fisis sehingga simulasinya cukup rumit dan memakan waktu yang cukup lama, apalagi jika variasi nilai parameternya cukup besar. Alternatif lain yang dapat ditempuh adalah membuat model matematis sistem dan kemudian dilakukan simulasi dengan komputer digital. Pada saat ini perangkat komputer mudah diperoleh. Dengan anggaran di bawah sepuluh juta sudah dapat diperoleh komputer dengan processor 32-bit seperti Intel 80386 atau Motorola 68030. Perubahan nilai parameter sistem dapat disimulasikan dengan mudah pada komputer. Dengan demikian perilaku sistem dapat dipelajari.

## Konsep dasar pembuatan model matematis

Pembuatan model matematis dilakukan dengan mencari hubungan matematis antara komponen-komponen pembentuk sistem. Dalam sistem tenaga listrik, hubungan matematis tersebut umumnya merupakan persamaan diferensial. Salah satu metode yang masih sering digunakan adalah metode transformasi Laplace.

Komponen-komponen utama suatu wilayah sistem tenaga listrik adalah sistem pengatur, sistem pembangkit, dan sistem tenaga. Fungsi alih setiap komponen dapat ditentukan. Dengan menggabungkan fungsi-fungsi alih semua komponen sesuai dengan penalaran operasional sistem, dapat diperoleh diagram kotak wilayah kelistrikan yang dirancang. Pada diagram ini dapat ditampilkan beberapa peubah yang penting, di antaranya peubah masukan, peubah ralat, dan peubah keluaran. Gambar 1 memperlihatkan diagram kotak sistem tenaga listrik satu wilayah. Untuk sistem ini berlaku fungsi alih sebagai berikut :

$$\Delta F(s) = - \frac{G_p}{1 + 1/R G_p} \Delta P_D(s) \dots (1)$$

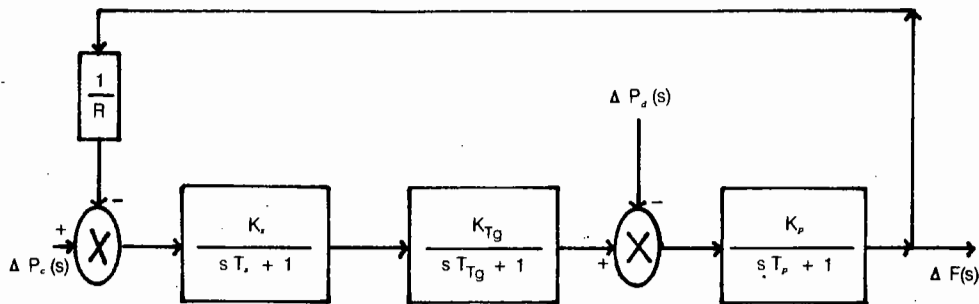
dengan :  $\Delta F$  = perubahan frekuensi sistem  
 $\Delta P_D$  = perubahan beban  
 $G_p$  = fungsi alih sistem tenaga  
 $= \frac{K_p}{1 + s T_p}$

$G_r$  = fungsi alih pengatur dan pembangkit

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro FT-UGM 1.

$$= \left[ \frac{K_r}{1 + s T_r} \right] \left[ \frac{K_{Tg}}{1 + s T_{Tg}} \right]$$

R = regulasi frekuensi



Gambar 1. Diagram kotak sistem tenaga listrik satu wilayah

### Model Sistem Tenaga Listrik Multi-Wilayah

Pada sistem multi-wilayah perlu diperhitungkan aliran daya pada saluran penghubung antar wilayah. Perubahan aliran daya ini akan mempengaruhi keseimbangan daya pada wilayah yang bersangkutan.

Misalnya wilayah i dan wilayah j dalam suatu sistem tenaga listrik n-wilayah ditinjau. Perubahan aliran daya pada saluran penghubung antara kedua wilayah tersebut ditunjukkan sebagai berikut :

$$\Delta P_{sp,ij} = \frac{|V_i V_j|}{X_{ij}} [ \sin(\delta^{\circ}_i - \delta^{\circ}_j) + \cos(\delta^{\circ}_i - \delta^{\circ}_j) \sin(\Delta \delta_i - \Delta \delta_j) ] \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

$V_i, V_j$  = besar tegangan di ujung saluran penghubung i dan j.

$X_{ij}$  = reaktans saluran penghubung wilayah i dan wilayah j.

$\delta^{\circ}_i, \delta^{\circ}_j$  = sudut fase nominal rel i dan rel j

$\Delta \delta_i, \Delta \delta_j$  = perubahan sudut fase rel i dan rel j yang diakibatkan oleh perubahan kebutuhan beban.

Dengan menggunakan tetapan sinkronisasi  $T_{ij}$  persamaan (2) dapat dituliskan secara lebih ringkas.

$$\Delta P_{sp,ij} = T^{\circ}_{ij} (\Delta \delta_i - \Delta \delta_j) \dots \dots \dots (3)$$

dengan :  $T^{\circ}_{ij} = P_{maks} \cos(\delta^{\circ}_i - \delta^{\circ}_j)$

$$P_{maks} = \frac{|V_i V_j|}{X_{ij}}$$

Untuk wilayah i berlaku :

$$\Delta P_{sp,i} = 2 \pi T^{\circ}_{ij} [ \int \Delta f_i dt - \int \Delta f_j dt ] \dots \dots \dots (4)$$

Dengan menggunakan transformasi Laplace, fungsi alih wilayah i dalam sistem n-wilayah dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\Delta F_i(s) = \frac{K_{pi}}{1 + s T_{pi}} [ \Delta P_{Tgi}(s) - \Delta P_{Di}(s) - \Delta P_{spi}(s) ] \dots \dots \dots (5)$$

Gambar 2 memperlihatkan diagram kotak wilayah i. Diagram kotak multi-wilayah diperoleh dengan menggabungkan diagram-diagram kotak semua wilayah.

### Studi Kasus

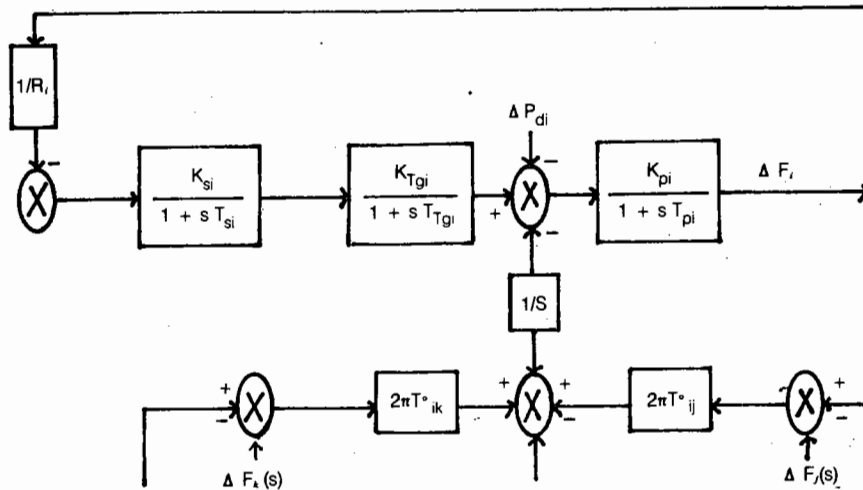
Dalam studi kasus ini ditinjau sistem tenaga listrik wilayah. Dalam hal ini berlaku persamaan-persamaan berikut :

$$\Delta F_i = \frac{K_{pi}}{1 + s T_{pi}} [ \Delta P_{gi} - \Delta P_{Di} - \Delta P_{spi} ]$$

$$\Delta X_{vi} = \frac{K_{si}}{1 + s T_{si}} [ \Delta P_{ci} - \frac{1}{R_i} \Delta F_i ]$$

$$\Delta P_{gi} = \frac{K_{gi}}{1 + s T_{Tgi}} \Delta X_{vi}$$

$$\Delta P_{spi} = \frac{2 \pi T^{\circ}_{ij}}{s} [ \Delta F_i - \Delta F_j ] +$$



Gambar 2. Diagram kotak wilayah i

$$\frac{2\pi T^{\circ}_{i(i+1)}}{s} [\Delta F_i - \Delta F_{j+1}]$$

$$i = 1, 2, 3$$

Hasil simulasi untuk berbagai nilai parameter sistem tercantum pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 9 dan Gambar 3 sampai dengan Gambar 11.

### Pembahasan

Simulasi hanya dilakukan untuk jangka waktu 4 detik. Yang dipentingkan di sini adalah pola perilaku sistem dalam menanggapi perubahan beban mendadak sebesar 0,1 p.u. pada wilayah i. Di samping itu perlu ditegaskan bahwa dalam studi kasus ini tidak semua kemungkinan yang dapat terjadi ditinjau. Jika semua kemungkinan ditinjau, apalagi dalam jangka waktu simulasi yang panjang, data yang diperoleh terlalu banyak. Oleh karena itu hanya ditinjau pengaruh perubahan nilai beberapa parameter saja ( $T$ ,  $T_p$ ,  $T_r$ ,  $K_p$ ) pada saat terjadi perubahan beban.

Pada umumnya hasil simulasi menunjukkan pola perilaku yang relatif stabil dengan tingkat stabilitas yang berbeda-beda. Jika diperhatikan kecenderungan grafik-grafik yang diperoleh, maka dapat diperkirakan bahwa sistem akan mencapai daerah stabilitas dengan lebar ralat  $\leq 4\%$  dalam jangka waktu sekitar 22 detik, kecuali untuk  $T = 0,035$  yang dalam hal ini tanggapannya sudah mencapai stabilitas dalam jangka waktu sekitar 7 detik, tetapi tingkat osilasinya cukup tinggi. Pengaruh angka redaman dan frekuensi osilasi masih seimbang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa lintasan kutubnya memiliki kecenderungan menjauhi sumbu nyata dan mendekati sumbu maya untuk harga

$T$  yang semakin besar. Dalam hal ini, untuk  $T > 0,11$ , pengaruh frekuensi osilasi sangat dominan. Untuk  $T_p = 0,30$  diperoleh tingkat stabilitas yang rendah dan tanggapannya menunjukkan kecenderungan menuju keadaan tidak stabil. Harga  $T_r$ , yang semakin besar menimbulkan pergeseran kutub ke arah sumbu maya. Pengaruh perubahan  $T_p$  dan  $K_p$  dengan perbandingan tetap terhadap perilaku sistem sangat kecil. Perubahan setara ini kurang mempengaruhi fungsi alih sistem tenaga.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dapatlah ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan simulasi digital perilaku sistem tenaga listrik multi-wilayah dapat dianalisis dengan mudah.
2. Parameter-parameter sistem yang ditinjau memiliki harga-harga batas tertentu. Di luar harga-harga batas ini tanggapan sistem menunjukkan kecenderungan tidak stabil.  
 $0,04 \leq T_r \leq 0,12$   
 $0,00 < T_p \leq 0,11$
3. Perubahan parameter  $T_p$  dan  $K_p$  dengan perbandingan tetap, tidak banyak mempengaruhi perilaku sistem.

### Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Saudara Heru Wiryono, Teknisi Laboratorium Ketenagaan Listrik, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan naskah ini.

## Daftar Pustaka

1. Doraiswami, R., 1978, "Load frequency control for two-area system modeled by nonlinear stochastic differential equation, observer used in control strategy implementation", *T-PAS*, pp. 1278 — 1284.
2. Fouad, A.A., 1982, "Coordinated correction of tie-line bias control", *T-PAS*, pp. 1134 — 1143.
3. Goetze, A.J., 1981, "Computer-controlled laboratory model of three-area tie-line power flow system with educational applications", *T-PAS*, pp. 1277 — 2183.
4. Happ, H.H., 1976, "Multi-area network modeling for power pools", *T-Pas*, pp. 586 — 594.
5. Oni, B., 1981, "Nonlinear tie-line bias control of interconnected power systems", *T-PAS*, pp. 2350 — 2356.
6. Price, Jr., W.W., 1978, "Modeling, model dynamic equivalents technique", *T-PAS*, pp. 1366 — 1372.
7. Rayat, K., 1984, "Effective load carrying capability of inerties", *T-PAS*, pp. 3480 — 3487.
8. Schulte, R.P., 1983, "Continuous load-following by generation interconnected power systems", *T-PAS*, pp. 1566 — 1569.

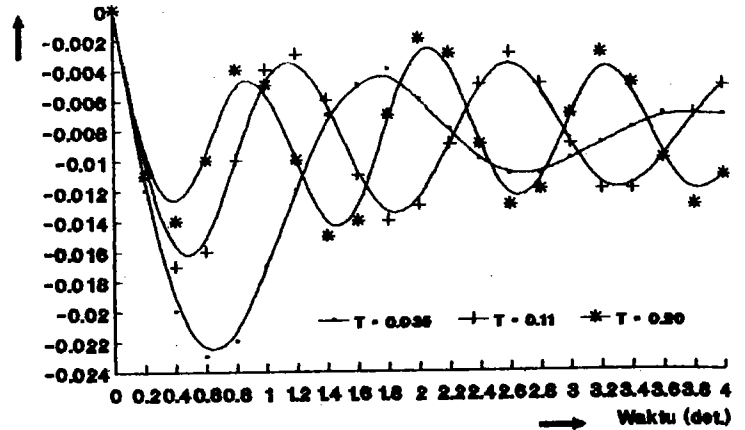
### Pengaruh parameter T

Data :  $T_p = 20,0$ ;  $T_i = 0,30$ ;  $T_s = 0,08$ ;  $R = 2,50$ ;  
 $K_p = 120,0$ ;  $\Delta P_d = 0,10$

Tabel 1. Perubahan frekuensi wilayah 1 untuk  $T = 0,035$ ;  $0,11$ ;  $0,20$

Waktu (detik)	Tetapan sinkronisasi T (p.u./rad.)		
	0,035	0,11	0,20
0,0	0,000	0,000	0,000
0,2	-0,012	-0,012	-0,012
0,4	-0,020	-0,020	-0,020
0,6	-0,023	-0,023	-0,023
0,8	-0,022	-0,022	-0,022
1,0	-0,017	-0,017	-0,017
1,2	-0,012	-0,012	-0,012
1,4	-0,007	-0,007	-0,007
1,6	-0,005	-0,005	-0,005
1,8	-0,004	-0,004	-0,004
2,0	-0,006	-0,006	-0,006
2,2	-0,008	-0,008	-0,008
2,4	-0,010	-0,010	-0,010
2,6	-0,011	-0,011	-0,011
2,8	-0,011	-0,011	-0,011
3,0	-0,010	-0,010	-0,010
3,2	-0,009	-0,009	-0,009
3,4	-0,008	-0,008	-0,008
3,6	-0,007	-0,007	-0,007
3,8	-0,007	-0,007	-0,007
4,0	-0,007	-0,007	-0,007

Perubahan frekuensi (p.u.)

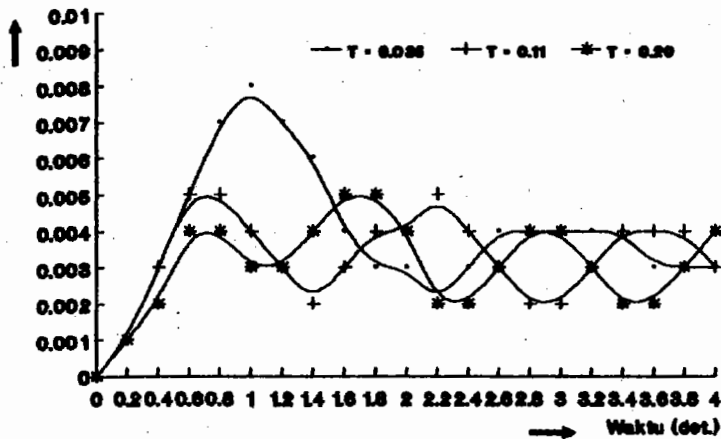


Gambar 3. Perilaku perubahan frekuensi wilayah 1

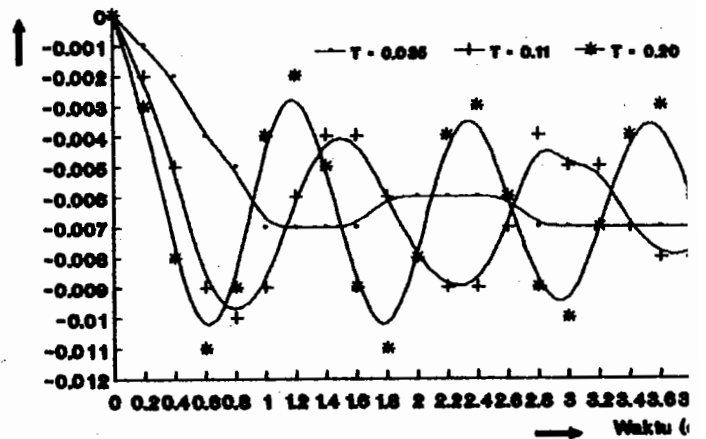
Tabel 2. Perubahan pembangkitan wilayah 1 untuk  $T = 0,035$ ;  $0,11$ ;  $0,20$

Waktu (detik)	Tetapan sinkronisasi T (p.u./rad.)		
	0,035	0,11	0,20
0,0	0,000	0,000	0,000
0,2	0,001	0,001	0,001
0,4	0,003	0,003	0,002
0,6	0,005	0,005	0,004
0,8	0,007	0,005	0,004
1,0	0,008	0,004	0,003
1,2	0,007	0,003	0,003
1,4	0,006	0,002	0,004
1,6	0,004	0,003	0,005
1,8	0,003	0,004	0,005
2,0	0,003	0,004	0,004
2,2	0,002	0,005	0,002
2,4	0,003	0,004	0,002
2,6	0,004	0,003	0,003
2,8	0,004	0,002	0,004
3,0	0,004	0,002	0,004
3,2	0,004	0,003	0,003
3,4	0,004	0,004	0,002
3,6	0,003	0,004	0,002
3,8	0,003	0,004	0,003
4,0	0,003	0,003	0,004

Perubahan pembangkitan (p.u.)



Perubahan aliran daya pada saluran penghubung (p.u.)



Gambar 4. Perilaku perubahan pembangkitan wilayah 1

Gambar 5. Perilaku perubahan aliran daya pada saluran penghubung wilayah 1

Tabel 3. Perubahan aliran daya pada saluran penghubung wilayah 1 untuk  $T = 0,035; 0,11; 0,20$

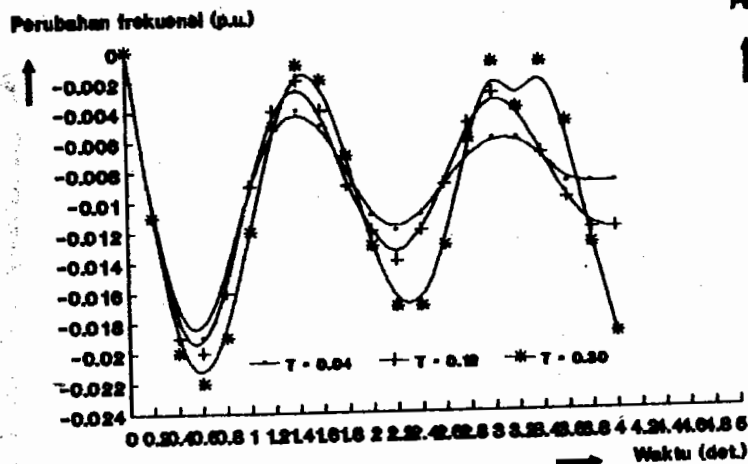
Waktu (detik)	Tetapan sinkronisasi T (p.u./rad.)		
	0,035	0,11	0,20
0,0	0,000	0,000	0,000
0,2	-0,001	-0,002	-0,003
0,4	-0,002	-0,005	-0,008
0,6	-0,004	-0,009	-0,011
0,8	-0,005	-0,010	-0,009
1,0	-0,007	-0,009	-0,004
1,2	-0,007	-0,006	-0,002
1,4	-0,007	-0,004	-0,005
1,6	-0,007	-0,004	-0,009
1,8	-0,006	-0,006	-0,001
2,0	-0,006	-0,008	-0,008
2,2	-0,006	-0,009	-0,004
2,4	-0,006	-0,004	-0,003
2,6	-0,006	-0,007	-0,006
2,8	-0,007	-0,004	-0,009
3,0	-0,007	-0,005	-0,010
3,2	-0,007	-0,005	-0,007
3,4	-0,007	-0,007	-0,004
3,6	-0,007	-0,008	-0,003
3,8	-0,007	-0,008	-0,006
4,0	-0,007	-0,007	-0,009

Pengaruh parameter T,

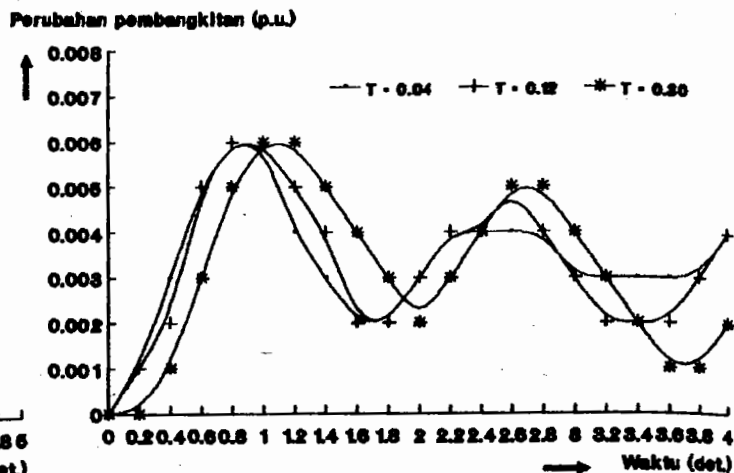
Data :  $T_p = 20,0; T_r = 0,30; T = 0,07; R = 2,50; K_p = 120,0; \Delta P_d = 0,10$

Tabel 4. Perubahan frekuensi wilayah 1 untuk  $T_r = 0,04; 0,12; 0,30$

Waktu (detik)	Tetapan sinkronisasi T (p.u./rad.)		
	0,04	0,12	0,30
0,0	0,000	0,000	0,000
0,2	-0,011	-0,011	-0,011
0,4	-0,018	-0,019	-0,020
0,6	-0,019	-0,020	-0,022
0,8	-0,015	-0,016	-0,019
1,0	-0,009	-0,009	-0,012
1,2	-0,005	-0,004	-0,005
1,4	-0,004	-0,002	-0,001
1,6	-0,005	-0,004	-0,002
1,8	-0,008	-0,009	-0,007
2,0	-0,011	-0,012	-0,013
2,2	-0,012	-0,014	-0,017
2,4	-0,011	-0,012	-0,017
2,6	-0,009	-0,009	-0,013
2,8	-0,007	-0,005	-0,006
3,0	-0,006	-0,003	-0,001
3,2	-0,006	-0,004	-0,004
3,4	-0,007	-0,007	-0,001
3,6	-0,009	-0,010	-0,005
3,8	-0,009	-0,012	-0,013
4,0	-0,009	-0,012	-0,019



Gambar 6. Perilaku perubahan frekuensi wilayah 1



Gambar 7. Perilaku perubahan pembangkitan wilayah 1

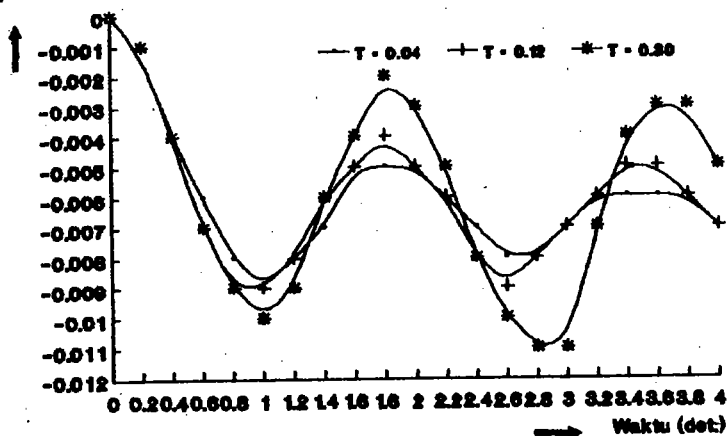
Tabel 5. Perubahan Pembangkitan wilayah 1 untuk  $T_s = 0,04; 0,12; 0,30$

Waktu (detik)	Tetapan sinkronisasi T (p.u./rad.)		
	0,04	0,12	0,30
0,0	0,000	0,000	0,000
0,2	-0,001	-0,001	-0,001
0,4	-0,003	-0,002	-0,003
0,6	-0,005	-0,005	-0,005
0,8	-0,006	-0,006	-0,006
1,0	-0,006	-0,006	-0,006
1,2	-0,004	-0,005	-0,005
1,4	-0,003	-0,004	-0,004
1,6	-0,002	-0,002	-0,003
1,8	-0,002	-0,002	-0,002
2,0	-0,003	-0,003	-0,003
2,2	-0,004	-0,004	-0,004
2,4	-0,004	-0,004	-0,005
2,6	-0,004	-0,005	-0,005
2,8	-0,004	-0,004	-0,005
3,0	-0,003	-0,003	-0,004
3,2	-0,003	-0,002	-0,003
3,4	-0,003	-0,002	-0,002
3,6	-0,003	-0,002	-0,001
3,8	-0,003	-0,003	-0,001
4,0	-0,004	-0,004	-0,002

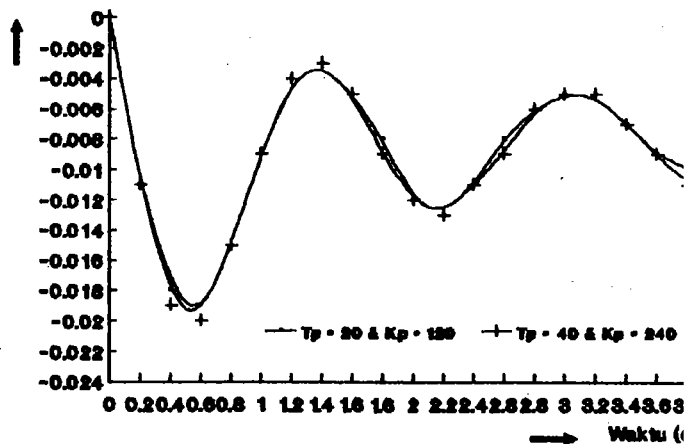
Tabel 6. Perubahan aliran daya pada saluran penghubung wilayah 1 untuk  $T_s = 0,04; 0,12; 0,30$

Waktu (detik)	Tetapan sinkronisasi T (p.u./rad.)		
	0,04	0,12	0,30
0,0	0,000	0,000	0,000
0,2	-0,001	-0,001	-0,001
0,4	-0,004	-0,004	-0,004
0,6	-0,006	-0,007	-0,007
0,8	-0,008	-0,009	-0,009
1,0	-0,009	-0,009	-0,010
1,2	-0,008	-0,008	-0,009
1,4	-0,007	-0,006	-0,006
1,6	-0,005	-0,005	-0,004
1,8	-0,005	-0,004	-0,002
2,0	-0,005	-0,005	-0,003
2,2	-0,006	-0,006	-0,005
2,4	-0,007	-0,008	-0,008
2,6	-0,008	-0,009	-0,010
2,8	-0,008	-0,008	-0,011
3,0	-0,007	-0,007	-0,010
3,2	-0,006	-0,006	-0,007
3,4	-0,006	-0,005	-0,004
3,6	-0,006	-0,005	-0,003
3,8	-0,006	-0,006	-0,003
4,0	-0,007	-0,007	-0,005

Perubahan aliran daya pada saluran penghubung pada ekrannya (p.u.)



Perubahan frekuensi (p.u.)



Gambar 8. Perilaku perubahan aliran daya pada saluran penghubung wilayah 1

Gambar 9. Perilaku perubahan frekuensi wilayah 1

Pengaruh parameter  $T_p$  dan  $K_p$

Data :  $T_s = 0,30$ ;  $T_r = 0,08$ ;  $R = 2,50$ ;  $T = 0,07$   
 $\Delta P_d = 0,10$

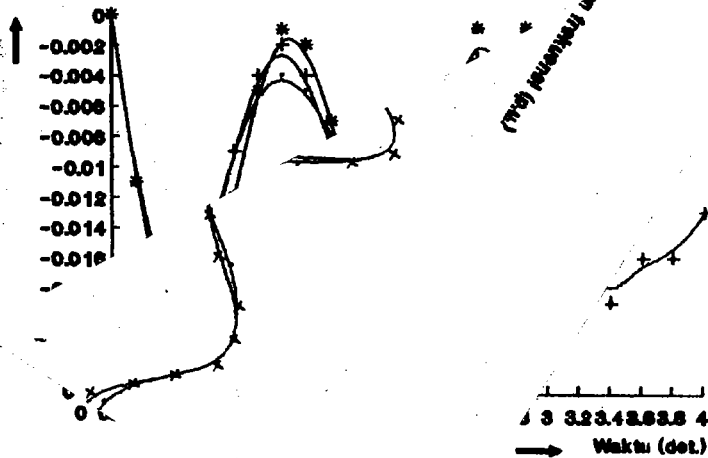
Tabel 7. Perubahan frekuensi wilayah 1 untuk ( $T_p = 20$ ;  $K_p = 120,0$ ) dan ( $T_p = 40$ ;  $K_p = 240,0$ )

Waktu (detik)	Tetapan wilayah $T_p$ dan perolehan wilayah $K_p$	
	$T_p = 20,0$ & $K_p = 120,0$	$T_p = 40,0$ & $K_p = 240,0$
0,0	0,000	0,000
0,2	-0,011	-0,011
0,4	-0,018	-0,019
0,6	-0,020	-0,020
0,8	-0,015	-0,015
1,0	-0,009	-0,009
1,2	-0,004	-0,004
1,4	-0,003	-0,003
1,6	-0,005	-0,005
1,8	-0,008	-0,009
2,0	-0,012	-0,012
2,2	-0,013	-0,013
2,4	-0,011	-0,011
2,6	-0,008	-0,009
2,8	-0,006	-0,006
3,0	-0,005	-0,005
3,2	-0,005	-0,005
3,4	-0,007	-0,007
3,6	-0,009	-0,009
3,8	-0,010	-0,011
4,0	-0,010	-0,011

Tabel 8. Perubahan pembangkitan wilayah 1 untuk ( $T_p = 20$ ;  $K_p = 120,0$ ) dan ( $T_p = 40$ ;  $K_p = 240,0$ )

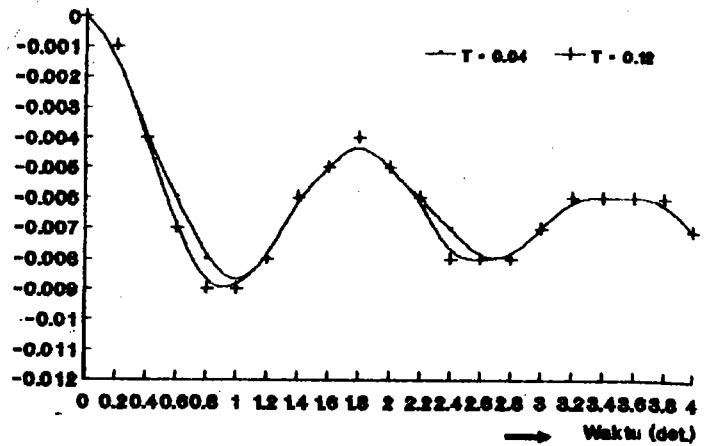
Waktu (detik)	Tetapan wilayah $T_p$ dan perolehan wilayah $K_p$	
	$T_p = 20,0$ & $K_p = 120,0$	$T_p = 40,0$ & $K_p = 240,0$
0,0	0,000	0,000
0,2	-0,001	-0,001
0,4	-0,003	-0,003
0,6	-0,005	-0,005
0,8	-0,006	-0,006
1,0	-0,006	-0,006
1,2	-0,005	-0,005
1,4	-0,003	-0,003
1,6	-0,002	-0,002
1,8	-0,002	-0,002
2,0	-0,003	-0,003
2,2	-0,004	-0,004
2,4	-0,004	-0,004
2,6	-0,004	-0,004
2,8	-0,004	-0,004
3,0	-0,003	-0,003
3,2	-0,003	-0,003
3,4	-0,002	-0,002
3,6	-0,003	-0,003
3,8	-0,003	-0,003
4,0	-0,004	-0,004

Perubahan frekuensi (p.u.)



Gambar 10. Perilaku perubahan frekuensi dalam wilayah 1

Perubahan aliran daya pada saluran penghubung (p.u.)



Gambar 11. Perilaku perubahan aliran daya pada saluran penghubung wilayah 1

Tabel 9. Perubahan aliran daya pada saluran penghubung wilayah 1 untuk ( $T_p = 20; K_p = 120,0$ ) dan ( $T_p = 40; K_p = 240,0$ )

Waktu (detik)	Tetapan wilayah $T_p$ dan perolehan wilayah $K_p$	
	$T_p = 20,0$ & $K_p = 120,0$	$T_p = 40,0$ & $K_p = 240,0$
0,0	0,000	0,000
0,2	- 0,001	- 0,001
0,4	- 0,004	- 0,004
0,6	- 0,006	- 0,007
0,8	- 0,008	- 0,009
1,0	- 0,009	- 0,009
1,2	- 0,008	- 0,008
1,4	- 0,006	- 0,006
1,6	- 0,005	- 0,005
1,8	- 0,004	- 0,004
2,0	- 0,005	- 0,005
2,2	- 0,006	- 0,006
2,4	- 0,007	- 0,008
2,6	- 0,008	- 0,008
2,8	- 0,008	- 0,008
3,0	- 0,007	- 0,007
3,2	- 0,006	- 0,006
3,4	- 0,006	- 0,006
3,6	- 0,006	- 0,006
3,8	- 0,006	- 0,006
4,0	- 0,007	- 0,007