

ANALISIS KONTINGENSI TEGANGAN BUS DAN DAYA SALURAN PADA SISTEM JAMALI 500 kV MENGGUNAKAN METODE PERFORMANSI INDEKS

By Amirullah Amirullah

ANALISIS KONTINGENSI TEGANGAN BUS DAN DAYA SALURAN PADA SISTEM JAMALI 500 kV MENGGUNAKAN METODE PERFORMANSI INDEKS

Amirullah

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara
Jl. A. Yani No. 114 Surabaya
email: am9520012003@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan urutan kontingensi tegangan bus dan daya saluran pada Sistem Jamali 500 kV apabila sistem tersebut mengalami gangguan. Analisis kontingensi dilakukan dengan menguji segala keadaan kontingensi secara berurutan untuk mengevaluasi performansi dan keandalan sistem. Aliran daya Metode Newton Raphson dipakai untuk menentukan tegangan di setiap bus dan aliran daya aktif pada setiap saluran pada kondisi gangguan. Nilai tegangan setiap bus dan daya aktif setiap saluran tersebut selanjutnya dibandingkan selisih tegangan bus dan rating daya aktif saluran maksimum, untuk memperoleh nilai performansi indeks (PI). Metode PI dipakai sebagai dasar untuk menentukan seleksi kontingensi dengan membuat daftar urutan saluran dari yang terpenting sampai saluran yang tidak berpengaruh terhadap sistem, apabila sistem tersebut mengalami gangguan. Kondisi gangguan sistem yang dipilih adalah pembebanan berbeda dan saluran lepas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa urutan kontingensi tegangan bus pada kondisi pembebanan berbeda, nilai PI tertinggi sebesar 40,7552 dihasilkan pada kondisi pembebanan 150%. Urutan kontingensi tegangan bus pada kondisi saluran lepas, nilai PI tertinggi sebesar 91,3144 dihasilkan jika saluran Saguling-Bandung Selatan (11-12) lepas. Berdasarkan urutan kontingensi daya saluran pada kondisi pembebanan berbeda, nilai PI tertinggi yaitu sebesar 610,3231 terjadi pada kondisi pembebanan 150%. Urutan kontingensi daya saluran pada kondisi saluran lepas, nilai PI tertinggi sebesar 296,6694 dihasilkan jika saluran Madiracan-Ungaran (13-14) lepas. Penelitian ini diterapkan pada Sistem Jamali 500 kV menggunakan data beban puncak 2006 dengan bantuan perangkat lunak MATLAB 7.01.

7

Kata-kunci: Aliran Daya, Metode Newton Raphson, Urutan Kontingensi, Metode Performansi Indeks

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik merupakan sistem yang dinamis dan kompleks. Sistem tenaga listrik merupakan sistem yang sangat sensitif terhadap gangguan. Gangguan pada suatu sistem akan menyebabkan gangguan pada sistem yang lain pada suatu sistem tenaga listrik yang sama. Jika terjadi gangguan, maka solusi yang diambil umumnya adalah memisahkan atau memutuskan daerah yang mengalami gangguan dari sistem. Pemutusan ini dapat dilakukan dengan memutuskan *circuit breaker* pada daerah yang mengalami gangguan, sehingga saluran yang terganggu akan lepas dari sistem. Akibat lepasnya satu saluran dapat mengakibatkan saluran lain yang masih terhubung pada sistem menjadi *overload*, sehingga akhirnya juga akan lepas dari sistem. Bila keadaan ini terus berlanjut, maka satu persatu saluran dari sistem akan lepas dan akibatnya sistem akan kolaps (T. Jain, et. al., 1998).

Gangguan pada jaring transmisi menyebabkan perubahan dalam aliran daya dan tegangan pada saluran transmisi yang terhubung pada sistem. Dengan demikian, analisis kegagalan jaring transmisi memerlukan metoda untuk memperkirakan arah aliran daya dan tegangan untuk memastikan nilai-nilai tersebut tidak melebihi batasan-batasan yang telah ditetapkan (K.L. Lo, et. al., 1998). Kegagalan

pada pembangkit dapat juga menyebabkan perubahan aliran daya dan tegangan-tegangan dalam sistem transmisi dengan tambahan permasalahan dinamik termasuk frekuensi sistem dan output pembangkit. Pengaruh dari terjadinya kegagalan dalam sistem sangat dipengaruhi oleh konfigurasi sistem yang masih terpasang dan bagaimana sistem tersebut dioperasikan (Nitin Malik and L. Srivistava, 2005).

Analisis kontingensi adalah analisis yang dimaksudkan untuk menirukan keadaan mantap dari sistem tenaga listrik terhadap beberapa kemungkinan kontingensi yang mungkin terjadi seperti lepasnya satu atau lebih pembangkit secara mendadak, lepasnya satu atau beberapa lebih penghantar, hilangnya reaktor pentanahan dan gangguan lain (Aydogan Ozdemir, 2000). Analisis kontingensi dapat dijalankan dalam dua model, yaitu Model Real Time dan Model Studi. Analisis kontingensi harus dapat menirukan berbagai kemungkinan pemadaman yang dapat terjadi untuk setiap kombinasi trip dari komponen-komponen, antara lain: saluran transmisi, transformator, unit pembangkit, *synchronous condenser*, reaktor atau kapasitor, dsb (Ontoseno Penangsang, 1998).

Penelitian ini bertujuan menentukan tingkat kontingensi tegangan dan daya bus pada Sistem Jamali 500 kV apabila sistem tersebut mengalami gangguan. Analisis kontingensi dimulai dengan menguji segala

keadaan kontingensi secara berurutan untuk mengevaluasi performansi dan keandalan sistem. Metode aliran daya Newton Raphson dipakai untuk menentukan tegangan bus dan aliran daya aktif saluran pada kondisi gangguan (P.R. Bijwe, et. al., 1991). Nilai tegangan setiap bus dan daya aktif setiap saluran tersebut selanjutnya dibandingkan selisih tegangan bus dan rating daya aktif saluran maksimum, untuk memperoleh nilai performansi indeks (PI). Metode PI dipakai sebagai dasar untuk menentukan seleksi kontingensi dengan membuat daftar urutan saluran dari yang terpenting sampai saluran yang tidak berpengaruh terhadap sistem, apabila sistem tersebut mengalami gangguan (Sayed Abbas Taher and Hadi Besharat, 2008). Kondisi gangguan sistem yang dipilih adalah pembebanan berbeda dan saluran lepas. Penelitian ini diterapkan pada Sistem Jamali 500 kV menggunakan data beban puncak 2006 dengan bantuan perangkat lunak MATLAB 7.01.

15

2. LANDASAN TEORI

2.1. Metode Newton Raphson

Tujuan analisis aliran daya adalah menentukan nilai magnitudo dan sudut tegangan bus, aliran daya aktif dan reaktif saluran, dan rugi saluran transmisi pada sistem tenaga. Pada studi aliran daya, diasumsikan sistem tenaga dalam kondisi seimbang dan nilai admittansi bersama (kopling) antara elemen diabaikan. Variabel yang berhubungan dengan setiap bus pada sistem tenaga berjumlah empat, antara lain: tegangan V_i , sudut fasa tegangan δ_i , daya aktif P_i , daya reaktif Q_i , sehingga total berjumlah $4n$ variabel untuk sistem n bus. Pada setiap bus ada dua besaran yang ditentukan, sedangkan dua besaran yang lain dicari menggunakan persamaan aliran daya $2n$. Dari empat besaran umumnya hanya ada dua nilai yang dicari pada masing-masing bus, dan nilai tersebut tergantung pada dua nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Ada tiga jenis bus, antara lain; swing bus (bus referensi), bus generator (bus PV), dan bus beban (bus PQ) (Hadi Saadat, 1999).

Arus total yang diinjeksikan ke bus ke- i pada sistem dengan m bus, ditunjukkan oleh persamaan:

$$I_1 = Y_{i1}V_1 + Y_{i2}V_2 + \dots + Y_{im}V_m = \sum_{k=1}^m Y_{ik}V_k \quad (1)$$

Dengan Y_{ik} adalah admittansi saluran antara bus i dan k , serta V_k adalah tegangan pada bus k .

Dalam koordinat polar:

$$V_i = V_i \angle \delta_i = V_i e^{j\delta_i}$$

$$V_k = V_k \angle \delta_k = V_k e^{j\delta_k}$$

$$Y_i = Y_{ik} \angle \theta_{ik} = |Y_{ik}| e^{j\theta_{ik}}$$

Nilai δ adalah sudut tegangan bus dan θ_{ik} sudut admittansi bus. Pada bus ke- i nilai konjugate daya kompleks diberikan oleh persamaan:

$$S_i^* = P_i - jQ_i = V_i^* I_i \quad (2)$$

$$= V_i^* \sum_{k=1}^m (Y_{ik} V_k) \quad (3)$$

$$\text{atau } P_i - jQ_i = \sum_{k=1}^m [V_i |Y_{ik}| V_k e^{-j(\theta_{ik} + \delta_i - \delta_k)}] \quad (4)$$

Daya aktif pada bus ke- i adalah:

$$P_i = \text{Re} \sum_{k=1}^m [V_i |Y_{ik}| V_k e^{-j(\theta_{ik} + \delta_i - \delta_k)}] \quad (5)$$

$$\text{atau } P_i = \sum_{k=1}^m [V_i |Y_{ik}| V_k \text{Cos} (\theta_{ik} + \delta_i - \delta_k)]$$

$$P_i = \sum_{k=1}^m V_i V_k [G_{ik} \text{Cos} (\delta_i - \delta_k) + B_{ik} \text{Sin} (\delta_i - \delta_k)] \quad (6)$$

Dengan cara yang sama, maka daya reaktif pada bus ke- i adalah:

$$Q_i = \text{Im} \sum_{k=1}^m [V_i |Y_{ik}| V_k e^{-j(\theta_{ik} + \delta_i - \delta_k)}] \quad (7)$$

$$\text{atau } Q_i = \sum_{k=1}^m [V_i |Y_{ik}| V_k \text{Cos} (\theta_{ik} + \delta_i - \delta_k)]$$

$$Q_i = \sum_{k=1}^m V_i V_k [G_{ik} \text{Sin} (\delta_i - \delta_k) - B_{ik} \text{Cos} (\delta_i - \delta_k)] \quad (8)$$

Persamaan (6) dan (8) selanjutnya dikenal dengan persamaan aliran daya statis.

Persamaan aliran daya dengan metoda ini digunakan untuk menghitung perbaikan nilai tegangan dan dinyatakan oleh persamaan 9:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ J & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \frac{\Delta V}{V} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\text{dengan: } H_{ik} = \frac{\partial P_i}{\partial \delta_i}; \quad N_m = \frac{\partial P_i}{\partial V_k} V_k$$

$$J_{km} = \frac{\partial Q_k}{\partial \delta_k}; \quad L_{km} = \frac{\partial P_i}{\partial V_k} V_k$$

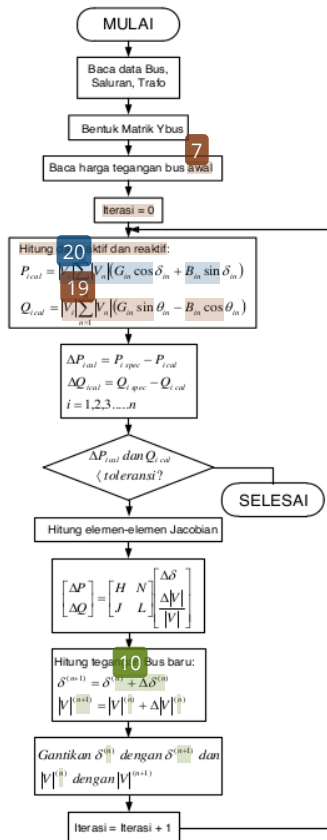
Dengan H, N, J, L adalah Jakobian submatriks.

Persamaan (9) dapat ditulis dalam:

$$\begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \frac{\Delta V}{V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ J & L \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \quad (10)$$

Penyelesaian dari Persamaan (10) memberikan vektor koreksi $\Delta \delta$ untuk tipe bus PV dan PQ dan ΔV untuk semua tipe bus PQ, yang digunakan untuk memperbaiki estimasi awal dari nilai $\Delta \delta$ dan ΔV . Proses iterasi ini akan terus dilakukan hingga vektor mismatch ΔP untuk semua tipe bus PV dan PQ serta ΔP untuk semua bus PQ menjadi lebih kecil dari angka toleransi ϵ yang telah ditentukan sebelumnya.

Berdasarkan Persamaan (9) dan (10), pada masing-masing iterasi, elemen Jakobian dapat dihitung dan hasil tersebut harus diinverskan. Diagram alir penyelesaian aliran daya menggunakan Newton Raphson ditunjukkan pada Gambar 1 (John J. Grainger and William D. Stevenson, Jr., 1994)



Gambar 1. Diagram Alir Penyelesaian Aliran Daya Menggunakan Metode Newton Raphson

2.2. Metode Performansi Indeks

Pengelompokan saluran berdasarkan pengaruh pada sistem, menyebabkan waktu yang diperlukan untuk melakukan analisis kontingensi akan berkurang. Untuk melakukan pengelompokan saluran maka diperlukan suatu parameter yang dapat dipakai untuk menghitung tingkat pengaruh saluran pada sistem tenaga. Metode performansi indeks (PI) dapat memenuhi kebutuhan pengaruh saluran pada sistem tenaga. Nilai ini diperoleh dengan dengan membandingkan daya dan tegangan yang dihasilkan hasil simulasi aliran daya dengan rating daya dan selisih tegangan maksimum.

Nilai PI untuk daya dirumuskan sebagai berikut (P.R. Bijwe, et. al., 1991):

$$PI = \sum_{i=1}^{N_L} \left(\frac{P_i}{P_i^{maks}} \right)^{2n} \tag{11}$$

Nilai PI untuk tegangan dirumuskan sebagai berikut (Sayed Abbas Taher and Hadi Besharat, 2008) :

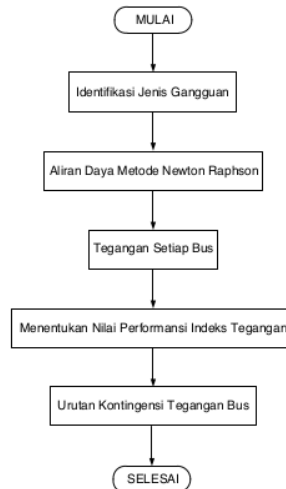
$$PI = \sum_{i=1}^{N_B} \left(\frac{V_i - V_i^0}{\Delta V_i^{maks}} \right)^{2n} \tag{12}$$

Penjelasan rumus diatas adalah:

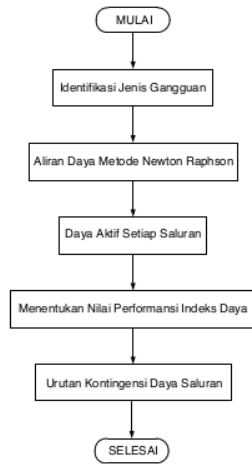
- PI : Performansi indeks
- P_i : Daya aktif yang mengalir pada saluran l
- P_i^{maks} : Daya aktif maksimum yang mengalir pada saluran l
- N_L : jumlah saluran
- V_i : Tegangan setelah gangguan pada bus i
- V_i^0 : Tegangan pada bus i pada kondisi base case
- ΔV_i^{maks} : Perubahan tegangan maksimum pada bus i (diambil 0,05 pu)
- N_B : jumlah bus

2.3. Diagram Alir Analisis Kontingensi Menggunakan Metode Performansi Indeks

Gambar 2 dan 3 menunjukkan diagram alir analisis kontingensi tegangan bus dan daya saluran menggunakan Metode Performansi Indeks.



Gambar 2. Diagram alir analisis kontingensi tegangan bus menggunakan Metode Performansi Indeks



Gambar 3. Diagram alir analisis kontingensi daya

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

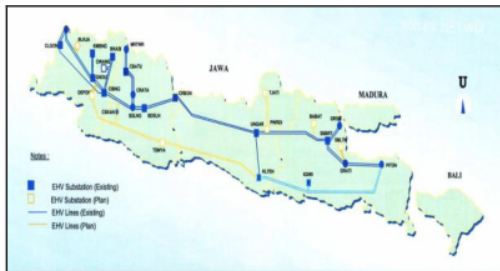
3.1. Sistem Kelistrikan 500 kV Jamali

Penelitian diterapkan pada sistem interkoneksi 500 kV Jawa, Madura, dan Bali (Jamali) menggunakan data beban puncak tahun 2006 yaitu Rabu, 21 September 2006. Sistem Jamali 500 kV terdiri dari 23 bus dan 46 saluran serta 7 pusat pembangkit. Analisis perhitungan dilakukan dengan menggunakan base tegangan 500 kV dan base daya 1000 MVA.

Klasifikasi jenis bus pada sistem Jamali 500 kV adalah sebagai berikut:

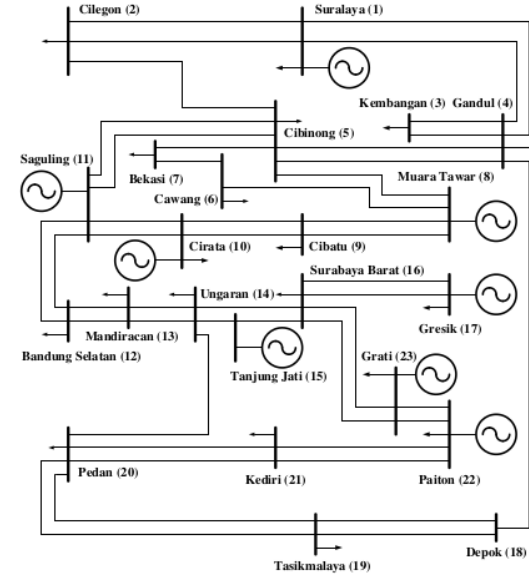
- a. 1 Slack bus (swing): Bus Suralaya.
- b. 6 Bus generator: Bus Muara Tawar, Bus Cirata, Bus Saguling, Bus Tanjung-Jati, Bus Gresik, dan Bus Paiton.
- c. 16 Bus beban: Bus Cilegon, Bus Kembangan, Bus Gandul, Bus Cibinong, Bus Cawang, Bus Bekasi, Bus Cibatu, Bus Bandung Selatan, Bus Mandiracan, Bus Ungaran, Bus Surabaya Barat, Bus Depok, Bus Tasikmalaya, Bus Pedan, Bus Kediri, Bus Grati.

Konfigurasi sistem Jamali 500 kV, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 5. Konfigurasi sistem Jamali 500 kV

Diagram segaris sistem Jamali 500 kV, ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram segaris sistem Jamali 500 kV

3.1. Simulasi Aliran Daya Menggunakan Metode Newton Raphson

Pada penelitian ini, Sistem Jamali 500 kV disimulasikan dalam keadaan gangguan. Total keadaan gangguan yang dipilih berjumlah 33 kondisi. Keadaan gangguan pertama adalah 5 kondisi pembebanan dan dilakukan secara bervariasi mulai 50%, 75%, 100%, 125%, dan 150% dari beban nominal. Keadaan gangguan kedua adalah pelepasan pada masing-masing saluran. Karena sistem Jamali 500 kV terdiri dari 28 saluran, maka simulasi saluran lepas berjumlah 28 kondisi. Hasil perhitungan tegangan dan sudut tegangan untuk kondisi pembebanan 100% menggunakan metode aliran daya Newton-Raphson ditunjukkan pada Tabel 1.

8

Tabel 1. Hasil Simulasi Aliran Daya Metode Newton Raphson pada Sistem Jamali 500 kV untuk Kondisi Pembebanan 100%, Penyimpangan Daya Maksimum = 8.18512e-014, Jumlah iterasi = 11

No. Bus	Tegangan		P _G (pu)	Q _G (pu)	P _L (pu)	Q _L (pu)	Qinj (pu)
	V(pu)	δ (derajat)					
1	1.000	0.000	3.128554	0.823815	0.135	0.040	0
2	0.997	-0.522	0	0	0.620	0.200	0
3	0.962	-6.700	0	0	0.670	0.230	0
4	0.967	-6.022	0	0	0.680	0.160	0
5	0.971	-6.553	0	0	0.615	0.190	0
6	0.975	-8.478	0	0	0.670	0.160	0
7	0.971	-8.335	0	0	0.570	0.150	0
8	1.000	-6.831	1.082000	1.591677	0	0	0
9	0.980	-7.582	0	0	0.726	0.280	0
10	0.970	7.229	0.189000	-0.101886	0.600	0.216	0
11	0.970	-6.710	0.300000	0.653643	0	0	0
12	0.954	-6.300	0	0	0.520	0.310	0
13	0.932	-2.830	0	0	0.350	0.120	0
14	0.926	7.019	0	0	0.290	0.320	0
15	1.000	13.645	0.672000	0.531472	0	0	0
16	0.973	15.429	0	0	0.760	0.280	0
17	0.980	15.888	0.802000	0.524235	0.185	0.080	0

9

Tabel 1. Hasil Perhitungan Tegangan...(Lanjutan)

18	0.965	-5.853	0	0	0	0	0
19	0.930	-1.707	0	0	0.244	0.015	0
20	0.903	6.004	0	0	0.462	0.215	-0.158
21	0.918	13.298	0	0	0.316	0.182	-0.193
22	1.000	21.941	3.244000	1.328058	0.740	0.240	-0.086
23	0.980	18.416	0	0	0.115	0.170	0

3.3. Analisis Kontingensi Tegangan Sistem Jamali 500 kV

Tabel 2 dan 3 menunjukkan perbandingan urutan kontingensi tegangan Sistem Jamali 500 kV pada kondisi pembebanan berbeda dan saluran lepas.

Tabel 2. Perbandingan Urutan Kontingensi Tegangan Bus Sistem Jamali 500 kV pada Kondisi Pembebanan Berbeda

No	Pembebanan Berbeda	PI
1	Pembebanan 150%	40.7552
2	Pembebanan 125%	25.5928
3	Pembebanan 50%	25.0492
5	Pembebanan 75%	17.2372
4	Pembebanan 100%	17.2208

8	Ungaran-Sby Barat	14-16	31.0800
9	Suralaya-Gandul	1-4	29.9652
10	Gandul-Depok	4-18	27.9064
11	Suralaya-Cilegon	1-2	27.2028
12	Pedan-Kediri	20-21	25.5772
13	Cawang-Muara Twr	6-8	23.8068
14	Depok-Tasikmalaya	18-19	23.7496
15	Ungaran-Pedan	14-20	23.3348
16	Tasimalaya-Pedan	19-20	21.9796
17	Cibinong-Muara Twr	5-8	21.3736
18	Muara Tawar-Cibatu	8-9	20.2652
19	Cibatu-Cirata	9-10	19.3372

Tabel 3. Perbandingan Urutan Kontingensi Tegangan Bus Sistem Jamali 500 kV Kondisi Saluran Lepas

No	Saluran Lepas	Bus-Bus	PI
1	Saguling-Bndng Slt	11-12	91.3144
2	Kediri-Paiton	21-22	87.6124
3	Mandiracan-Ungaran	13-14	50.5296
4	Paiton-Grati	22-23	42.4400
5	Bdg Slt-Mandiracan	12-13	40.9948
6	Surabaya Barat-Grati	16-17	32.9068
7	Ungaran-Tanjung Jati	14-15	32.8940

Tabel 3. Perbandingan Urutan...(Lanjutan)

20	Cirata-Saguling	10-11	18.7260
21	Gandul-Cibinong	4-5	18.5616
22	Cobinong-Saguling	5-11	18.5576
23	Cawang-Bekasi	6-7	18.0936
24	Cilegon-Cibinong	2-5	18.0748
25	Tnjng Jati-Sby Brt	15-16	17.4432
26	Cibinong-Bekasi	5-7	17.2828
27	Kembangan-Gandul	3-4	tdk konv
28	Sby Barat-Gresik	16-17	tdk konv

Berdasarkan urutan kontingensi tegangan bus pada kondisi pembebanan berbeda sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, maka kondisi pembebanan 150% menghasilkan nilai PI tertinggi yaitu sebesar 40,7552. Sedangkan urutan kontingensi tegangan bus pada kondisi saluran lepas sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3, nilai PI tertinggi sebesar 91,3144 dihasilkan jika saluran Saguling-Bandung Selatan (11-12) lepas.

3.3. Analisis Kontingensi Daya Sistem Jamali 500 kV

Tabel 4 dan 5 menunjukkan perbandingan urutan kontingensi sistem Jamali 500 kV pada kondisi pembebanan berbeda dan saluran lepas untuk daya.

Tabel 4. Perbandingan Urutan Kontingensi Daya Saluran Sistem Jamali 500 kV pada Kondisi Pembebanan Berbeda

No	Pembebanan Berbeda	PI
1	Pembebanan 150%	610.3231
2	Pembebanan 50%	453.1836
3	Pembebanan 75%	125.2698
4	Pembebanan 125%	113.2267
5	Pembebanan 100%	20.0000

Tabel 5. Perbandingan Urutan Kontingensi Daya Saluran Sistem Jamali 500 kV Kondisi Saluran Lepas

No	Saluran Lepas	Bus-Bus	PI
1	Mandiracan-Ungaran	13-14	296.6694
2	Bndng Sltn-Mandiracan	12-13	139.5085

Tabel 5. Perbandingan Urutan...(Lanjutan)

3	Muara Tawar-Cibatu	8-9	123.6801
4	Cirata-Saguling	10-11	106.4597
5	Tasimalaya-Pedan	19-20	81.4486
6	Saguling-Bandung Sltn	11-12	70.9717
7	Cibinong-Bekasi	5-7	51.0949
8	Kediri-Paiton	21-22	50.5431
9	Suralaya-Gandul	16-4	50.3400
10	Paiton-Grati	22-23	45.9332
11	Pedan-Kediri	20-21	40.6753
12	Suralaya-Cilegon	1-2	38.8764
13	Surabaya Barat-Grati	16-23	38.4361
14	Depok-Tasikmalaya	18-19	35.7942
15	Gandul-Depok	4-18	35.5427
16	Cawang-Muara Tawar	6-8	33.6452
17	Cilegon-Cibinong	2-5	31.3829
18	Cibatu-Cirata	9-10	30.1244

19	Ungaran-Tanjung Jati	14-15	29.0303
20	Ungaran-Sby Barat	14-16	27.8068
21	Gandul-Cibinong	4-5	26.1978
22	Cibinong-Muara Tawar	5-8	23.9709
23	Cawang-Bekasi	6-7	22.1627
24	Cibinong-Saguling	5-11	20.2093
25	Tanjung Jati-Sby Barat	15-16	20.0140
26	Ungaran-Pedan	14-20	18.2520
27	Kembangan-Gandul	3-4	tdk konv
28	Surabaya Barat-Gresik	16-17	tdk konv

Berdasarkan urutan kontingensi daya saluran pada kondisi pembebanan berbeda sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, maka kondisi pembebanan 150% menghasilkan nilai PI tertinggi yaitu sebesar 610,3231. Pada kondisi ini saluran Cibinong-Saguling (5-11) mengalami beban lebih paling besar karena harus menanggung beban sebesar 1377,396 MVA, jauh diatas batas kemampuan daya maksimum sebesar 58,500 MVA. Sedangkan berdasarkan urutan kontingensi daya saluran pada kondisi saluran lepas sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5, jika saluran Mandiracan-Ungaran (13-14) lepas akan menghasilkan nilai PI tertinggi sebesar 296,6694. Pada kondisi ini saluran Cibinong-Saguling (5-11) mengalami beban lebih terbesar karena harus menanggung beban sebesar 909,971 MVA, jauh diatas batas kemampuan daya maksimum sebesar 58,500 MVA.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini antara lain:

- a. Metode Performansi Indeks dapat dipakai untuk menentukan seleksi kontingensi dengan membuat daftar urutan saluran dari yang terpenting sampai saluran yang tidak berpengaruh terhadap sistem, apabila sistem tersebut mengalami gangguan.
- b. Urutan kontingensi tegangan bus pada kondisi pembebanan berbeda menunjukkan bahwa nilai PI tertinggi sebesar 40,7552 dihasilkan pada kondisi pembebanan 150%. Urutan kontingensi tegangan bus pada kondisi saluran lepas, menunjukkan bahwa nilai PI tertinggi sebesar 91,3144 dihasilkan jika saluran Saguling-Bandung Selatan (11-12) lepas.
- c. Urutan kontingensi daya saluran pada kondisi pembebanan berbeda, menunjukkan pada kondisi pembebanan 150% menghasilkan nilai PI tertinggi yaitu sebesar 610,3231. Urutan kontingensi daya saluran pada kondisi saluran lepas, jika saluran Mandiracan-Ungaran (13-14) lepas akan menghasilkan nilai PI tertinggi sebesar 296,6694.

4.2. Saran-Saran

- a. Analisis kontingensi menggunakan Metode Performansi Indeks juga dapat dikembangkan menggunakan Metode Kecerdasan Buatan.

- b. Dengan penggunaan Metode Kecerdasan Buatan, proses seleksi dan penentuan urutan kontingensi sistem dapat dilakukan secara lebih cepat, dapat diterapkan pada model real-time dan sistem dengan jumlah bus lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- T. Jain, L. Srivastava, and S.N. Singh (1998), *Fast Voltage Contingency Screening Using Radial Basis Function Neural Network*, IEEE Trans on Power System, Vol 18, No. 4.
- K.L. Lo, L.J. Peng, J.F. Macqueen, A.O. Ekwue, and D.T.Y Cheng, (1998), *Fast Real Power Contingency Ranking Using Counterpropagation Neural Network*, IEEE, Trans on Power System, Vol. 13, No. 4, pp. 1259-1264.
- Nitin Malik and L. Srivastava, (2005), *Knowledge-Based Neural Network For Line Flow Contingency Selection and Ranking*, Dept. of Electronic and Instrumentation Eng. Hindustan College of Science and Technology., Mathura-281122, India.
- Aydogan Ozdemir (2000), *Branch Outage Simulation for Contingency Studies*, Visiting Associate Professor Department of Electrical Engineering, Texas A&M University, College Station TX 77843.
- Ontoseno Penangsang, (1998), *Fast Linear Screening Approach for Contingency Selection Based on Voltage Quality*, Majalah Ilmiah Teknik Elektro, ITB, Vol. 4, No. 1.
- P.R. Bijwe, J. Nanda, K.L. Puttabudhi, ME, (1991), *Ranking of Line Outages in an AC-DC System Causing Overload and Voltage Problems*, IEE Proceeding-C, Vol. 13X, No. 3, May 1991.
- Sayed Abbas Taher and Hadi Besharat, (2008), *Transmission Congestion Management by Determining Optimal Location of FACT Devices in Deregulated Power Systems*, American Journal of Applied Sciences 5 (3): 242-247, 2008.
- Hadi Saadat., (1999), *Power System Analysis, Schaum's Outline Series in Electronic & Electrical Engineering*, WCB McGraw Hill, Milwaukee School of Engineering, New York.
- John J. Grainger and William D. Stevenson, Jr., (1994), *Power System Analysis*, Mc. Graw Hill Series in Electrical Engineering and Computer Engineering, International Edition, Princeton Road, S-1, Hightstown, New York 08520.

ANALISIS KONTINGENSI TEGANGAN BUS DAN DAYA SALURAN PADA SISTEM JAMALI 500 kV MENGGUNAKAN METODE PERFORMANSI INDEKS

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.elektro.undip.ac.id Internet	46 words — 1%
2	repository.ub.ac.id Internet	22 words — 1%
3	jepca.unbari.ac.id Internet	21 words — 1%
4	ojs.uma.ac.id Internet	21 words — 1%
5	vdoc.pub Internet	20 words — 1%
6	Herri Gusmedi, Lukmanul Hakim Jenni Legita. "Analisis Kontigensi Saluran Transmisi Dengan Menggunakan Indeks Performa Tegangan (PIV) Dan Indeks Performa Daya Aktif (PIMW)", Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP), 2022 Crossref	18 words — 1%
7	makalahkampuss.blogspot.com Internet	18 words — 1%

id.123dok.com

8

Internet

16 words — < 1%

9

S. KITAMURA, T. DOHNOMOTO, Y. KUREMATSU.

"Construction of a Lyapunov function by the perturbation method and its application to the transient stability problem of power systems with non-negligible transfer conductances", International Journal of Control, 2007

Crossref

11 words — < 1%

10

William Pasillas-Lepine, Witold Respondek.

"Nilpotentization of the kinematics of the n-trailer system at singular points and motion planning through the singular locus", International Journal of Control, 2001

Crossref

10 words — < 1%

11

123dok.com

Internet

9 words — < 1%

12

ejnteti.jteti.ugm.ac.id

Internet

9 words — < 1%

13

jurnal.fp.unila.ac.id

Internet

9 words — < 1%

14

anzdoc.com

Internet

8 words — < 1%

15

ejournal.uinib.ac.id

Internet

8 words — < 1%

16

gilangmanyun.wordpress.com

Internet

8 words — < 1%

17

repository.usd.ac.id

Internet

8 words — < 1%

18 rofboyssimamora.blogspot.com 8 words — < 1%
Internet

19 K Krishna Chaithanya, G V Nagesh Kumar, Vempalle Rafi, B Sravan Kumar. "Optimal setting of interline power flow controller in deregulated power systems congestion management by using artificial intelligent controllers", Journal of Physics: Conference Series, 2021 7 words — < 1%
Crossref

20 hdl.handle.net 7 words — < 1%
Internet

21 oaktrust.library.tamu.edu 7 words — < 1%
Internet

EXCLUDE QUOTES OFF

EXCLUDE SOURCES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF