

Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Akibat Kontingensi Menggunakan Metode *Binary Integer Programming* (Studi Kasus : Sistem Distribusi 20 kV Surabaya)

Aji Akbar Firdaus^{1*}, Edwin Rozzaq Prasetyo²

¹Universitas Airlangga

²Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*Email : aji.akbar.firdaus11@gmail.com

Abstract

On the distribution network, there are some problems. The problem is losses, contingency. Contingencies and losses can be solved with network reconfiguration. In this research, the reconfiguration of the distribution network is done by Binary Integer Programming (BIP) method. This network reconfiguration is done on Surabaya's 20 kV distribution system. From the simulation results, reconfiguration can solve the problems caused by contingency appropriately and optimally. With the implementation of this system, losses and financial losses can be minimized and system reliability can be improved.

Keywords : Reconfiguration of Distribution Networks, Contingencies, Binary Integer Programming

Abstrak

Pada jaringan distribusi, ada beberapa masalah. Masalah tersebut adalah *losses*, kontingensi. Kontingensi dan *losses* dapat diselesaikan dengan rekonfigurasi jaringan. Pada penelitian ini, rekonfigurasi jaringan distribusi dilakukan dengan metode *Binary Integer Programming* (BIP). Rekonfigurasi jaringan ini dilakukan pada sistem distribusi 20 kV Surabaya. Dari hasil simulasi, rekonfigurasi dapat menyelesaikan masalah yang diakibatkan oleh kontingensi dengan tepat dan optimal. Dengan penerapan sistem ini, *losses* dan kerugian finansial dapat diminimalkan dan kehandalan sistem dapat meningkat.

Kata kunci : Rekonfigurasi Jaringan Distribusi, Kontingensi, Binary Integer Programming

1. Pendahuluan

Sistem distribusi merupakan salah satu komponen penting dari sistem tenaga listrik. Karena sistem distribusi berhubungan langsung dengan pelanggan. Dengan meningkatnya pertumbuhan pelanggan, kontingensi berpotensi terjadi. Kontingensi adalah suatu kejadian berupa beban lebih pada penyulang, terputusnya saluran, ataupun rusaknya transformator. Apabila keadaan tersebut tidak diselesaikan maka kualitas pengiriman daya listrik akan terganggu. Sehingga dapat merusak peralatan sistem tenaga. Untuk mengatasi masalah kontingensi, rekonfigurasi dilakukan.

Rekonfigurasi jaringan distribusi adalah mengatur ulang konfigurasi jaringan dengan cara mengoperasikan *sectionalizing switches* yang terdapat pada jaringan distribusi untuk mengurangi *losses* dan meningkatkan keandalan sistem distribusi.

Dalam rekonfigurasi, beberapa metode telah dilakukan. Goswami dan Basu [1] menerangkan tentang metode heuristik yang lain dengan mempertimbangkan Hukum Kirch off Arus dan Tegangan untuk persamaan jaringan. Abdullah Asuhaimi [2] mengembangkan metode [3] berdasarkan arus minimum yang mengalir pada percabangan. Baran dan Wu [4] mengkombinasikan

permasalahan dari rekonfigurasi jaringan distribusi dengan keseimbangan pembebanan.

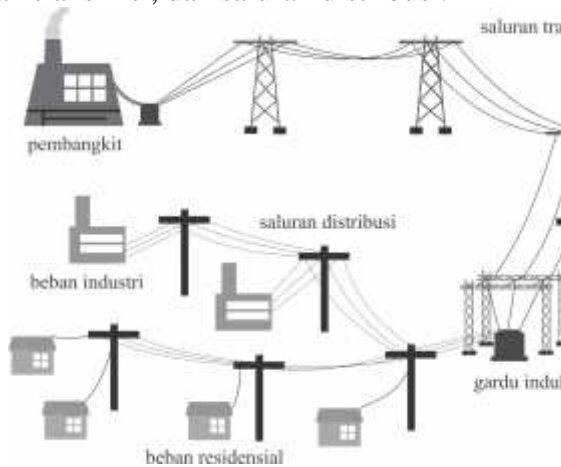
Pada penelitian ini, rekonfigurasi dilakukan menggunakan metode *Binary Integer Programming*. Tujuan utama rekonfigurasi adalah untuk meminimalkan *losses* dan mengatasi kontingensi pada jaringan. Sehingga sistem distribusi yang handal tercapai.

2. Metoda Penelitian

2.1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

Energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat. Pembangkit tenaga listrik dalam skala besar diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin lama semakin meningkat. Umumnya pusat pembangkit ini berada jauh dari pusat-pusat beban. Sehingga saluran dibutuhkan untuk menyalurkan tenaga listrik. Ada 2 jenis saluran yaitu saluran transmisi dan saluran distribusi[5]. Gambar 1 merupakan gambar dari sistem penyaluran daya listrik.

Dalam sistem penyaluran tenaga listrik, Ada beberapa bagian yaitu pembangkit, saluran transmisi, dan saluran distribusi.



Gambar 1 Penyaluran Daya Listrik

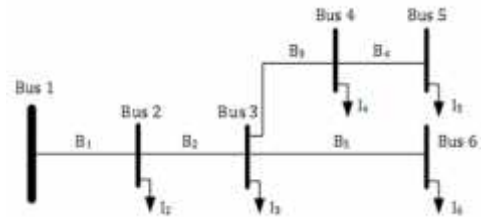
2.2. Permasalahan dalam Jaringan Distribusi

Pada jaringan distribusi, ada beberapa permasalahan yang dapat mengganggu kehandalan dan kontinyuitas dari penyaluran tenaga listrik. Permasalahan itu antara lain *losses*, tegangan jatuh dan kontingensi[6]. Adapun parameter yang mempengaruhinya

adalah resistansi, induktansi, dan konduktansi dari saluran dan beban.

2.3. Aliran Daya pada Jaringan Distribusi Radial

Bus Injection to Branch Current (BIBC) merupakan pembentukan matriks impedansi dengan melakukan penelusuran alur saluran distribusi[7]. Gambar 2 merupakan analisis dari injeksi arus dari satu bus ke bus yang lain.



Gambar 2 Jaringan Distribusi Radial

Injeksi arus pada tiap cabang seperti persamaan

$$\begin{aligned}
 B_5 &= I_6 \\
 B_4 &= I_5 \\
 B_3 &= I_4 + I_5 \\
 B_2 &= I_3 + I_4 + I_5 + I_6 \\
 B_1 &= I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 \tag{1}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, persamaan injeksi arus seperti persamaan 3.

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \\ I_6 \end{bmatrix} \tag{2} \\
 [BIBC] = -K &= \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{3}
 \end{aligned}$$

Branch Current to Bus Voltage (BCBV) menyatakan hubungan antara arus cabang dan tegangan bus. Persamaan 4 dan 5 merupakan persamaan hubungan antara arus cabang dan tegangan.

$$\begin{aligned}
 V_1 - V_2 &= B_1 Z_{12} \\
 V_1 - V_3 &= B_1 Z_{12} + B_2 Z_{23} \\
 V_1 - V_4 &= B_1 Z_{12} + B_2 Z_{23} + B_3 Z_{34}
 \end{aligned}$$

$$V_1 - V_5 = B_1 Z_{12} + B_2 Z_{23} + B_3 Z_{34} + B_4 Z_{45}$$

$$V_1 - V_6 = B_1 Z_{12} + B_2 Z_{23} + B_5 Z_{56} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & Z_{45} & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & Z_{56} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Persamaan 6 merupakan persamaan untuk menghitung tegangan jatuh.

$$\begin{aligned} [V] &= [BCBV][B] \\ [V] &= [BCBV][BIBC][I] \\ [V] &= [DLF][I] \end{aligned} \quad (6)$$

Penyelesaian aliran daya dapat diperoleh dengan prosedur perhitungan secara iterasi dengan persamaan 7 dan 9.

$$I_i^{(k)} = \left(\frac{P_i + jQ_i}{V_i^{(k)}} \right) \quad (7)$$

$$[V^k] = [DLF][I^k] \quad (8)$$

$$[V^{k+1}] = [V_1] - [V^k] \quad (9)$$

Menghitung aliran daya aktif dan reaktif seperti persamaan 10 dan 11.

$$P_{ij} = \text{real}[V_i \{(V_i - V_j)y_{ij}\}^*] \quad (10)$$

$$Q_{ij} = \text{imag}[V_i \{(V_i - V_j)y_{ij}\}^*] \quad (11)$$

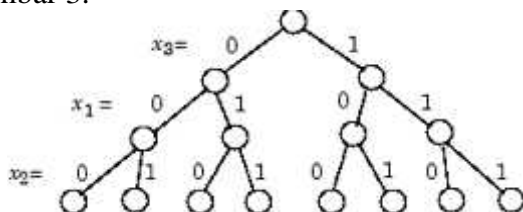
Menghitung rugi-rugi daya seperti persamaan 12

$$P_{\text{loss}} = \sum_{k=1}^{Nb} Z_k \left(\frac{P_k^2 + Q_k^2}{V_k^2} \right) \quad (12)$$

2.4. Binary Integer Programming (BIP)

Binary Integer Programming (BIP) adalah suatu program atau metode yang digunakan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan diskrit yang akan memberikan nilai minimum dari suatu fungsi atau persamaan linier dengan batasan linier. BIP mengacu pada konsep *branchandbound*.

Algoritma *branching* atau percabangan memilih variabel x_j dan menambahkan batasan $x_j=0$ untuk satu cabang dan $x_j=1$ untuk cabang lainnya. Proses ini dapat disebut dengan *binarytree* (percabangan biner). Dengan proses ini, permasalahan akan dibagi menjadi sub-permasalahan yang lebih kecil seperti pada gambar 3.



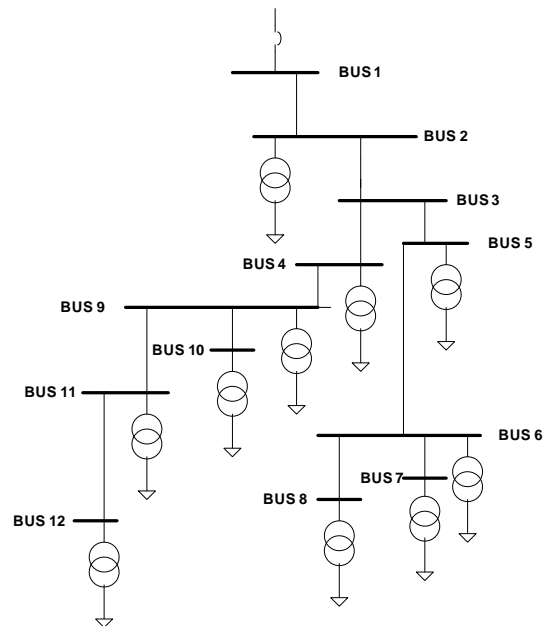
Gambar 3 Skema Percabangan pada BIP

Setelah didapatkan sub-sub permasalahan maka batasan *bound* perlu diketahui untuk menunjukkan penyelesaian yang optimal untuk fungsi tersebut. Untuk evaluasi hasilnya, Algoritma ini akan menambahkan cabang pada pencarian dalam *tree*, algoritma ini akan memperbarui batas minimum serta batas maksimum. Batasan ini menjadikan alasan untuk memotong atau tidak meneruskan percabangan yang tidak diperlukan karena memberikan hasil kurang optimal.

3. Hasil Penelitian

3.1. Sistem Distribusi 20 KV Di Surabaya

Pada penelitian ini, rekonfigurasi yang dilakukan dengan menggunakan metode BIP, diaplikasikan pada penyulang (*feeder*) Tunjungan, Tegalsari Ometraco, Basuki Rahmat, dan Kaliasin. Tabel 1 merupakan data saluran dari penyulang Tunjungan. Tabel 2 merupakan data saluran dari penyulang Tegalsari. Gambar 4, 5, 6, 7 merupakan *single line diagram* penyulang Tunjungan, Tegalsari, Kaliasin, Basuki Rahmat, dan Ometraco.



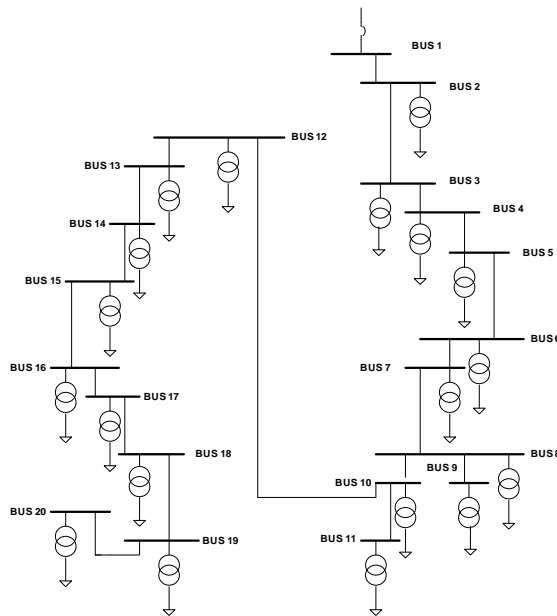
Gambar 4 Single line diagram penyulang Tunjungan

Tabel 1 Data saluran penyulang Tunjungan

Saluran		Impedansi	
Dari bus	Ke bus	R	X
1	2	0.0265	0.013
2	3	0.0265	0.013
3	4	0.0265	0.013
3	5	0.0265	0.013
5	6	0.0265	0.013
6	7	0.0265	0.013
6	8	0.0265	0.013
4	9	0.053	0.026
9	10	0.0265	0.013
9	11	0.0265	0.013
11	12	0.0265	0.013

Tabel 2 Data saluran penyulang Tegalsari

Saluran		Impedansi	
Dari bus	Ke bus	R	X
1	2	0.0133958	0.006572
2	3	0.0493828	0.024226
3	4	0.021677	0.010634
4	5	0.0101283	0.004969
5	6	0.0402535	0.019747
6	7	0.01272	0.00624
7	8	0.055915	0.02743
8	9	0.01325	0.00665
8	10	0.0545609	0.026766
10	11	0.0717196	0.035183
10	12	0.1502153	0.073691
12	13	0.0660645	0.032409
13	14	0.0083369	0.00409
14	15	0.0642625	0.031525
15	16	0.008851	0.004342
16	17	0.0170899	0.008384
17	18	0.0265	0.013
17	19	0.0059572	0.002922
19	20	0.0089305	0.004381



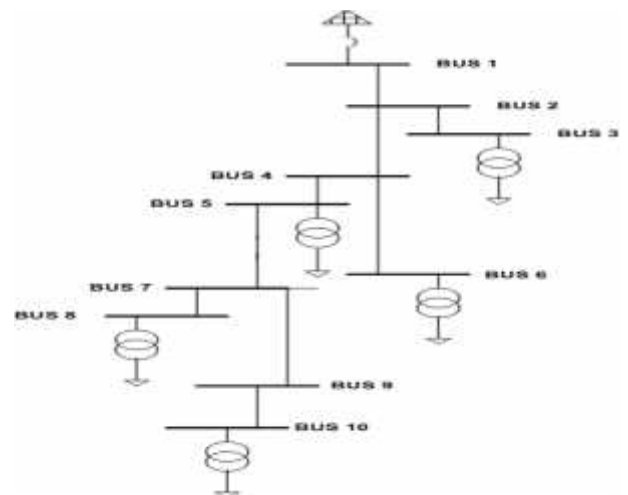
Gambar 5 Single line diagram penyulang Tegalsari

Tabel 3 Data beban penyulang Tunjungan

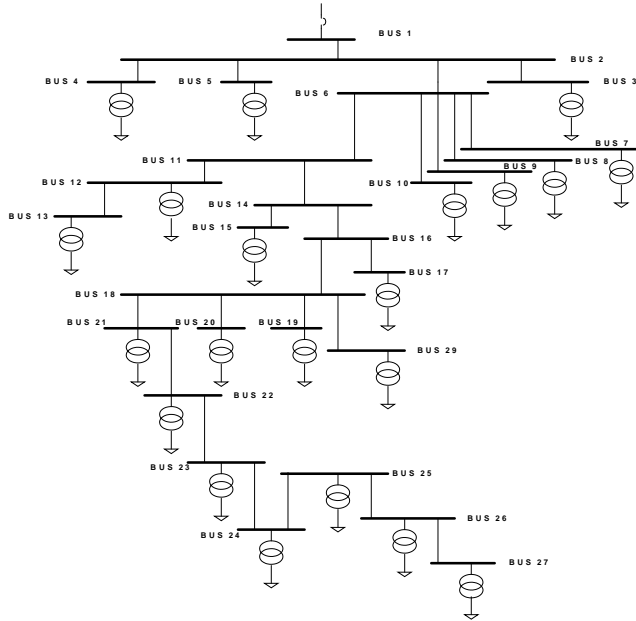
Bus	Daya					
	P (kW)			Q (kVAR)		
	R-N	R-N	R-N	R-N	R-N	R-N
2	8.73	8.722	8.73	2.188	1.771	2.188
3	25.397	23.217	23.5	7.014	7.065	8.434
4	61.175	60.886	60.884	17.768	13.947	12.695
5	99.91	101	98.94	25.04	33.098	24.3797
6	24.024	42.471	6.006	35.542	6.052	42.478
7	209.94	215	211.91	57.277	70.568	57.8
8	39.317	62.588	56.288	42.091	19.619	30.644
9	60.112	59.347	58.101	12.978	14.799	27.177
10	30.38	31.04	31.028	6.169	7.779	5.435
11	69.153	111.184	78.351	17.108	18.075	20.487
12	95.101	102.974	78.533	33.928	17.079	16.979

Tabel 4 Data beban penyulang Tegalsari

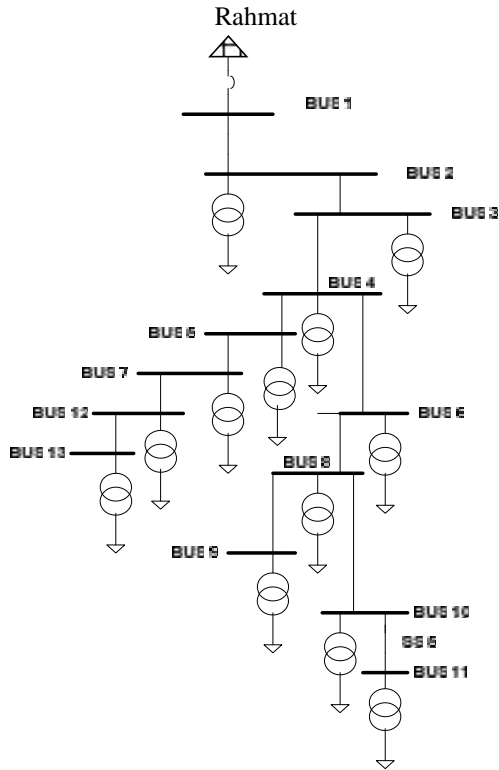
Bus	Daya					
	P (kW)			Q (kVAR)		
	R-N	R-N	R-N	R-N	R-N	R-N
2	31.68	32.3	31.68	9.24	10.616	9.24
3	33.66	32.34	33.66	4.796	6.567	4.796
4	25.567	25.41	26.148	5.825	6.58	8.728
5	1.99	0	1.99	0.2	0	0.2
6	9.9	10.67	12.61	1.411	2.674	3.15
7	25.563	28.787	22.578	4.163	7.705	5.757
8	13.358	7.655	9.77	3.844	2.649	2.132
9	21.714	24.832	14.601	7.881	6.223	5.771
10	6.176	2.59	16.082	1.678	1.064	5.511
11	108	112	99	21.89	27.957	14.107
12	23.653	23.629	15.206	1.498	1.834	6.66
13	21.78	22.31	23.52	3.103	5.591	4.776
14	9.619	0	0	3.394	0	0
15	29.7	23.95	32.34	4.232	8.509	6.567
16	21.093	15.657	24.076	10.806	6.623	1.078
17	33.271	28.244	26.299	8.338	12.032	11.982
18	1.22	2.369	2	1.708	2.297	1.5
19	52.47	49.65	54.32	7.477	5.906	13.614
20	9.504	7.92	6.944	2.772	1.129	0.884



Gambar 6 Single line diagram penyulang Kaliasin

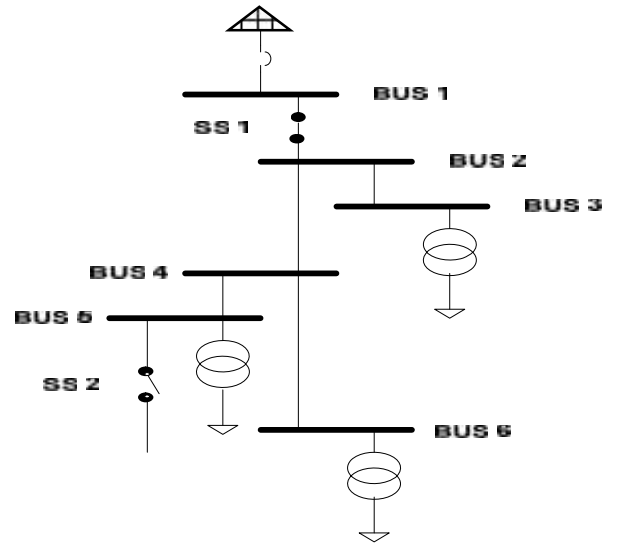


Gambar 7 Single line diagram penyulang Basuki

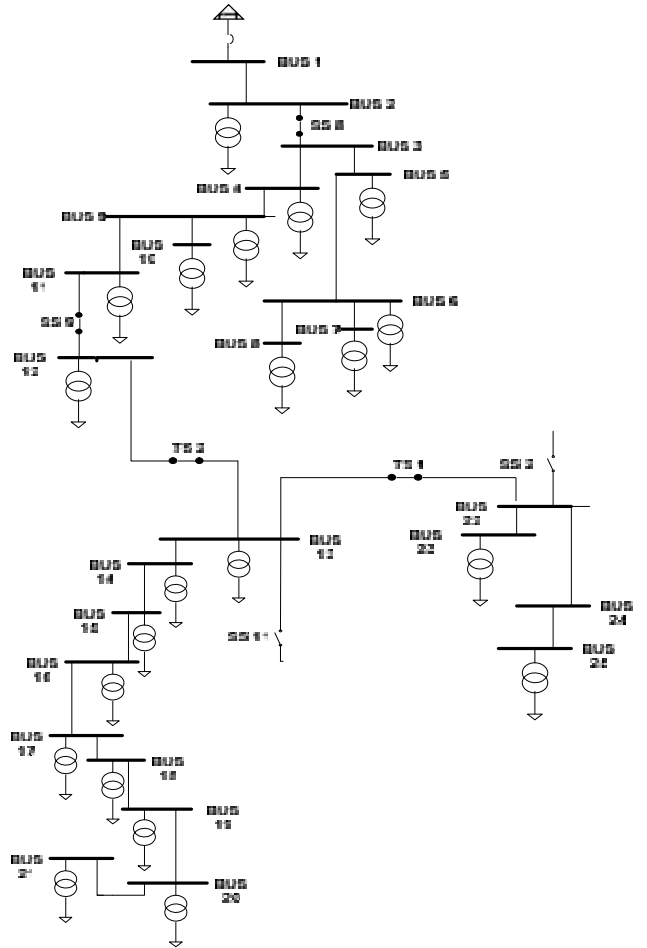


Gambar 8 Single line diagram penyulang Ometraco

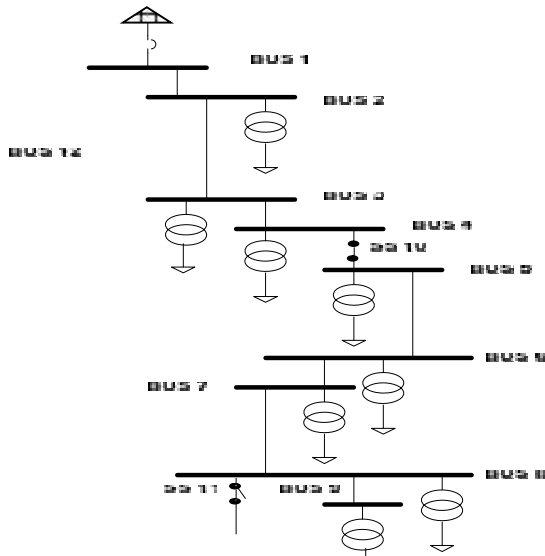
Dari hasil simulasi rekonfigurasi penyulang Kaliasin, Tunjungan, Tegalsari, Basuki Rahmat, dan Ometraco didapatkan single line diagram Seperti Gambar 9, 10, 11, 12, dan 13.



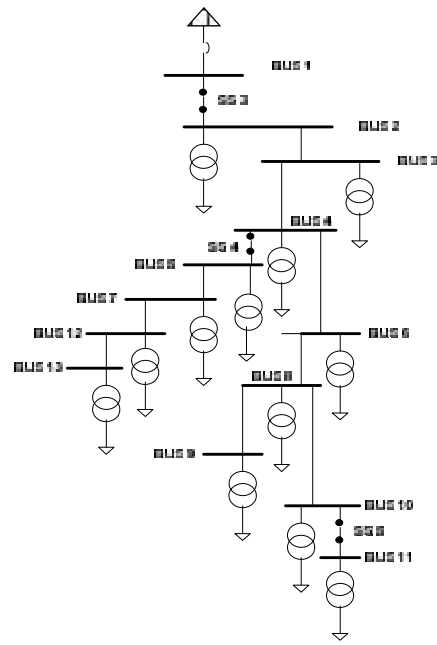
Gambar 9 Single line diagram rekonfigurasi penyulang Kaliasin



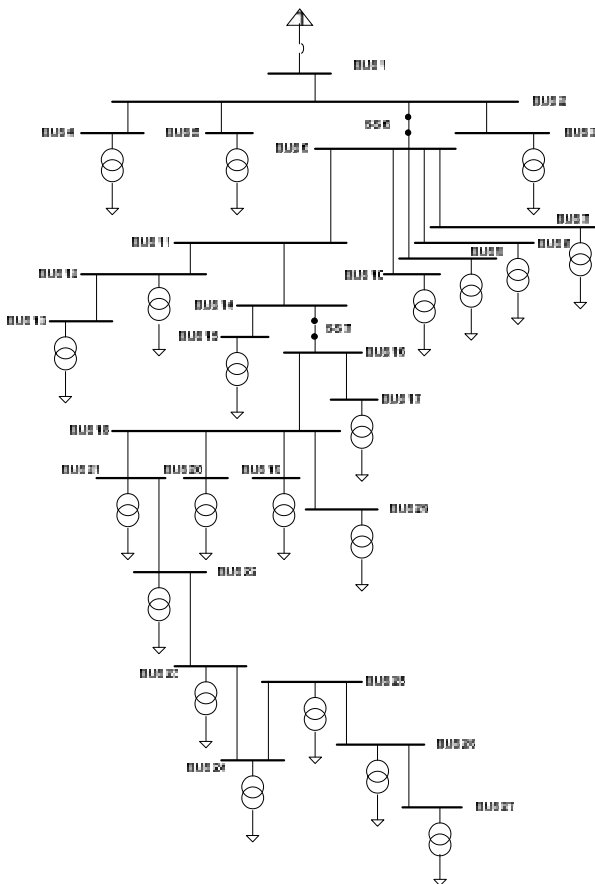
Gambar 10 Single line diagram rekonfigurasi penyulang Tunjungan



Gambar 11 Single line diagram rekonfigurasi penyulang Tegalsari



Gambar 13 Single line diagram rekonfigurasi penyulang Ometraco



Gambar 12 Single line diagram rekonfigurasi penyulang Basuki Rahmat

Untuk hasil analisis simulasi aliran daya sebelum rekonfigurasi, tegangan dan *losses* seperti Tabel 5, 7, 9 dan setelah rekonfigurasi terdapat di Tabel 6, 8, 10. Tegangan pada setiap bus sudah berada dalam standar yang ditentukan ($> 19KV$) tapi arus yang melewati konduktor masih berada diatas standar ($> 400A$). Rekonfigurasi yang dilakukan pada penyulang Kaliasin adalah membuka SS2 dan menutup TS1 sehingga beban pada bus 7 sampai 10 dipindahkan kepenyulang yang lain.

Dengan membukanya SS 11, maka penyulang tegalsari melepaskan beban yang ada pada bus 10 sampai 20 sehingga aliran daya penyulang tegalsari berubah. Dan dengan menutupnya TS 2, maka beban yang dilepaskan penyulang kaliasin dan tegalsari akan ditanggung oleh penyulang tunjungan.

Dengan menutupnya TS 2, maka beban yang dilepas oleh penyulang kaliasin dan penyulang tegalsari ditanggung oleh penyulang tunjungan sehingga aliran daya pada penyulang tunjungan berubah. Untuk aliran daya penyulang ometraco dan basuki rahmat tidak berubah

Tabel 5 Hasil simulasi aliran daya penyulang Tunjungan

Bus	Fasa	Sebelum rekonfigurasi		
		Tegangan		Losses
		Mag (kV)	sudut	
1	A	20	0	0
	B	20	-120	0
	C	20	120	0
2	A	19.996	-0.0003	1.4010
	B	19.996	-120.002	1.6067
	C	19.993	119.999	1.5036
3	A	19.993	-0.0006	0.0021
	B	19.992	-120.004	0.0016
	C	19.993	119.999	0.0022
4	A	19.991	-0.0014	0
	B	19.990	-120.006	0
	C	19.991	119.999	0
5	A	19.991	-0.0001	0
	B	19.990	-120.004	0
	C	19.991	119.999	0
6	A	19.990	-0.0005	0.1956
	B	19.989	-120.005	0.2341
	C	19.990	119.999	0.2106
7	A	19.989	-0.001	0.0014
	B	19.988	-120.006	0.0014
	C	19.989	119.999	0.0015
8	A	19.991	-0.0014	0.0044
	B	19.990	-120.005	0.0045
	C	19.991	119.998	0.0046
9	A	19.989	-0.0028	0
	B	19.988	-120.008	0
	C	19.989	119.997	0
10	A	19.988	-0.0029	0
	B	19.987	-120.008	0.0001
	C	19.988	119.997	0
11	A	19.988	-0.0033	0.0787
	B	19.987	-120.009	0.0967
	C	19.988	119.996	0.0827
12	A	19.987	-0.0035	0
	B	19.986	-120.009	0
	C	19.987	119.996	0

Tabel 6 Hasil simulasi aliran daya rekonfigurasi penyulang Tunjungan menggunakan BIP

Bus	Fasa	Setelah rekonfigurasi		
		Tegangan		Losses
		Mag (kV)	sudut	
1	A	20.000	0.000	0
	B	20.000	-120.000	0
	C	20.000	120.000	0
2	A	19.970	0.024	1.4010
	B	19.967	-119.987	1.6067
	C	19.970	120.024	1.5036
3	A	19.941	0.049	0.0021
	B	19.934	-119.974	0.0016
	C	19.941	120.049	0.0022
4	A	19.914	0.073	0
	B	19.903	-119.960	0

5	C	19.914	120.073	0
	A	19.939	0.049	0
	B	19.932	-119.974	0
6	C	19.939	120.049	0
	A	19.938	0.049	0.1956
	B	19.931	-119.975	0.2341
7	C	19.938	120.049	0.2106
	A	19.937	0.049	0.0014
	B	19.930	-119.976	0.0014
8	C	19.937	120.049	0.0015
	A	19.913	0.073	0.0044
	B	19.903	-119.960	0.0045
9	C	19.913	120.073	0.0046
	A	19.860	0.123	0
	B	19.843	-119.932	0
10	C	19.860	120.123	0
	A	19.860	0.123	0
	B	19.842	-119.932	0.0001
11	C	19.860	120.123	0
	A	19.834	0.148	0.0787
	B	19.813	-119.917	0.0967
12	C	19.834	120.148	0.0827
	A	19.966	-0.017	0
	B	19.965	-120.034	0
	C	19.966	119.982	0

Tabel 7 Hasil simulasi aliran daya penyulang Kaliasin

Bus	Fasa	Sebelum rekonfigurasi		
		Tegangan		Losses
		Mag (kV)	sudut	
1	A	20	0	0
	B	20	-120	0
	C	20	120	0
2	A	19.991	-0.0048	0.0808
	B	19.990	-120.009	0.0912
	C	19.991	119.995	0.1138
3	A	19.991	-0.0048	0
	B	19.990	-120.009	0
	C	19.991	119.995	0
4	A	19.989	-0.006	0.0162
	B	19.988	-120.011	0.0166
	C	19.989	119.994	0.0225
5	A	19.989	-0.006	0.0018
	B	19.988	-120.012	0.0019
	C	19.989	119.994	0.0019
6	A	19.989	-0.006	0
	B	19.988	-120.011	0
	C	19.989	119.994	0.0002
7	A	19.988	-0.006	0.0021
	B	19.988	-120.012	0.0017
	C	19.988	119.993	0.0018
8	A	19.988	-0.006	0.0002
	B	19.987	-120.012	0.0003
	C	19.988	119.993	0.0001
9	A	19.988	-0.007	0.0014
	B	19.987	-120.012	0.0011

	C	19.988	119.993	0.0013
10	A	19.987	-0.008	0.0071
	B	19.986	-120.014	0.0056
	C	19.987	119.992	0.0067

	B	19.979	-120.010	0
	C	19.980	119.996	0
10	A	19.977	-0.0057	0.0475
	B	19.976	-120.013	0.0426
	C	19.977	119.994	0.0457
11	A	19.976	-0.0066	0.0072
	B	19.975	-120.015	0.0080
	C	19.976	119.993	0.0060
12	A	19.972	-0.0086	0.0533
	B	19.971	-120.019	0.0441
	C	19.972	119.991	0.0502
13	A	19.971	-0.0097	0.0184
	B	19.970	-120.021	0.0148
	C	19.971	119.990	0.0186
14	A	19.970	-0.0099	0.0017
	B	19.969	-120.021	0.0013
	C	19.970	119.990	0.0017
15	A	19.969	-0.0108	0.0121
	B	19.968	-120.023	0.0093
	C	19.969	119.989	0.0121
16	A	19.969	-0.0109	0.0010
	B	19.968	-120.023	0.0008
	C	19.969	119.989	0.0010
17	A	19.968	-0.0110	0.0013
	B	19.967	-120.023	0.0011
	C	19.968	119.989	0.0012
18	A	19.968	-0.0112	0.0009
	B	19.967	-120.024	0.0008
	C	19.968	119.988	0.0009
19	A	19.968	-0.0112	0.0001
	B	19.967	-120.024	0.0001
	C	19.968	119.988	0.0001
20	A	19.968	-0.0113	0
	B	19.967	-120.024	0
	C	19.968	119.988	0

Tabel 8 Hasil simulasi aliran daya rekonfigurasi penyulang Kaliasin menggunakan BIP

Bus	Fasa	Setelah rekonfigurasi		
		Tegangan Mag (kV)	sudut	Losses
1	A	20.000	0.000	0.00
	B	20.000	-120.000	0.00
	C	20.000	120.000	0.00
2	A	19.513	0.515	304.33
	B	19.488	-119.555	306.46
	C	19.513	120.515	306.57
3	A	19.513	0.515	0.00
	B	19.488	-119.555	0.00
	C	19.513	120.515	0.00
4	A	19.389	0.642	76.27
	B	19.363	-119.431	76.68
	C	19.389	120.642	76.75
5	A	19.385	0.648	0.73
	B	19.357	-119.431	0.74
	C	19.385	120.648	0.74
6	A	19.376	0.659	6.77
	B	19.344	-119.430	6.79
	C	19.376	120.659	6.81

Tabel 9 Hasil simulasi aliran daya penyulang Tegalsari

Bus	Fasa	Sebelum rekonfigurasi		
		Tegangan Mag (kV)	sudut	Losses
1	A	20	0	0
	B	20	-120	0
	C	20	120	0
2	A	19.998	-0.0007	0.0269
	B	19.998	-120.001	0.0253
	C	19.998	119.999	0.0252
3	A	19.989	0.0013	0.2379
	B	19.988	-120.001	0.2214
	C	19.989	120.001	0.2218
4	A	19.987	0.0004	0.0325
	B	19.987	-120.002	0.0302
	C	19.987	120.000	0.0301
5	A	19.987	-0.0000	0.0133
	B	19.986	-120.003	0.0123
	C	19.987	120.000	0.0122
6	A	19.984	-0.0015	0.0526
	B	19.983	-120.006	0.0487
	C	19.984	119.998	0.0482
7	A	19.983	-0.0020	0.0158
	B	19.983	-120.007	0.0145
	C	19.983	119.998	0.0142
8	A	19.980	-0.0040	0.0604
	B	19.979	-120.010	0.0538
	C	19.980	119.996	0.0547
9	A	19.980	-0.0040	0

Tabel 10 Hasil simulasi aliran daya rekonfigurasi penyulang Tegalsari menggunakan BIP

Bus	Fasa	Setelah rekonfigurasi		
		Tegangan Mag (kV)	sudut	Losses
1	A	20.000	0.0000	0.0000
	B	20.000	-120.000	0.0000
	C	20.000	120.0000	0.0000
2	A	19.999	-0.0002	0.0031
	B	19.999	-120.000	0.0032
	C	19.999	119.9998	0.0028
3	A	19.996	0.0005	0.0206
	B	19.996	-120.000	0.0209
	C	19.996	120.0005	0.0177
4	A	19.996	0.0003	0.0018
	B	19.996	-120.000	0.0019
	C	19.996	120.0003	0.0015
5	A	19.996	0.0002	0.0004
	B	19.996	-120.000	0.0004
	C	19.996	120.0002	0.0003
6	A	19.995	-0.0000	0.0017
	B	19.995	-120.001	0.0018

	C	19.995	120.0000	0.0012
7	A	19.995	-0.0001	0.0004
	B	19.995	-120.001	0.0004
	C	19.995	119.999	0.0002
8	A	19.995	-0.0002	0.0006
	B	19.995	-120.001	0.0005
	C	19.995	119.999	0.0003
9	A	19.995	-0.0002	0.0000
	B	19.995	-120.001	0.0000
	C	19.995	119.999	0.0000

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari simulasi, rekonfigurasi jaringan dapat mengatasi permasalahan yang timbul karena adanya kontingensi. Sehingga kontinuitas dan kehandalan sistem distribusi lebih terjaga. Dengan menggunakan *Binary Integer Programming (BIP) losses* dapat diminimalkan dan konfigurasi yang tepat didapat.

5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut agar rekonfigurasi yang didapatkan dapat dibandingkan dan perlunya adanya tampilan dari *software* yang dibuat.

6. Daftar Pustaka

- [1] S.K Goswami and S.K Basu,"A New Algorithm for The Reconfiguration of Distribution Feeders for Loss Minimization," *IEEE Trans.Power Del.*,vol.7,no.3, pp. 1484-1491, Jul.1992.
- [2] A.Asuhaimi MZ, A.K Ferdavani, Azhar B.K, Marjan M.N., "Reconfiguration of Radial Electrical Distribution Network Through Minimum-Current Circular-Updating-Mechanism Method,"*IEEE Trans.Power Syst.*,vol.27,no.2,pp.968-974, May 2012.
- [3] A.K. Ferdavani, A.Asuhaimi., "A Review On Reconfiguration Of Radial Electrical Distribution Network Through Heuristic Methods", in Proc.2011 4th Int.Conf.Modeling,Simulation and Applied Optimization (ICMSAO),2011.,pp.1-5.
- [4] M.E Baran and E.E Wu,"*Network Reconfiguration in Distribution System for Loss Reduction and Load Balancing*,"*IEEE Trans.Power Del.*,vol.4,no.2, pp.1401-1407, Apr.1989.
- [5] S.Civanlar, J.J Grainger, H.Yin, S.S.H Lee,"*Distribution Feeder Reconfiguration for Loss Reduction*,"*IEEE Trans.Power Del.*,vol.3,no.3 pp.1217-1223, Jul.1988.
- [5] D.Shirmohammadi and H.W Hong,"*Reconfiguration of Electric Distribution Networks for Resistive Line Losses Reduction*,"*IEEE Trans.Power Del.*,vol.4,no.2, pp.1492-1498, Apr.1989.
- [6] Jen Hao Teng, "A Network Topology based Three Phase Load Flow for Distribution System", *Proc.Natl.Sci.Counc.ROC(A)* vol.24, no.4,2000.pp.259-264.