

Studi Keandalan Rekonfigurasi Jaringan Program Zero Down Time (Zdt) di Kawasan Sudirman Central Business Distric (Scbd) Menggunakan Software ETAP 12.6

Riza Samsinar¹, Witji Wiyono²

^{1,2} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

^{1,2} Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Cempaka Putih, Jakarta Pusat

Email: riza.samsinasr@ftumj.ac.id, witji.wiyono@gmail.com

Abstrak

Keandalan sistem tenaga listrik dari hulu hingga hilir diharapkan dapat meningkatkan kualitas pasokan energi listrik kepada pelanggan. Sebagai upaya meningkatkan kemampuan keandalan sistem distribusi tenaga listrik di PT PLN (Persero) Distribusi Jakarta Raya khususnya wilayah SCBD yang merupakan proyek percontohan implementasi sistem Zero Down Time (ZDT) perlu dilakukan kajian hasil rekonfigurasi jaringan dari sisi study aliran daya dan jatuh tegangan pada sistem tersebut terhadap standart yang ditentukan. Software Etap 12.6 merupakan salah satu sarana untuk melakukan kajian terhadap study aliran daya dan jatuh tegangan pada sistem jaringan tersebut. Dengan simulasi beban maksimum didapat bahwa jatuh tegangan pada sistem hasil rekonfigurasi masih memenuhi spesifikasi standart yang ditentukan, namun terdapat beberapa Loop jaringan yang saat terjadi gangguan besaran arusnya melebihi standar yang ditetapkan.

Kata kunci : Rekonfigurasi jaringan, Study Aliran Daya , Jatuh Tegangan, SoftWare Etap 12.6.

1 PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia saat ini, hampir semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan tingkat populasi penduduk di Indonesia yang semakin tinggi maka permintaan akan energi listrik juga meningkat. Oleh karena itu berbagai upaya yang dilakukan oleh PT PLN (Persero) untuk lebih meningkatkan pelayanannya kepada masyarakat. Listrik merupakan salah bentuk energi yang banyak dibutuhkan [1]. Rekonfigurasi distribusi feeder bisa dipakai sebagai alat perencanaan dan juga alat kendali waktu riil [2]. ETAP 12.6 adalah sebuah perangkat lunak untuk merancang jaringan dan untuk menentukan arus pendek maksimum [3]. ETAP 12.6 juga digunakan untuk mensimulasikan analisis harmonik dan transien [4]. Listrik yang mudah diakses sangat penting seiring standar hidup yang meningkat [5]. Keseimbangan antara permintaan dan persediaan listrik sangat penting [6].

Keandalan sistem tenaga listrik dari hulu hingga hilir diharapkan dapat meningkatkan kualitas pasokan energi listrik kepada pelanggan mengingat konsumsi energi listrik wilayah pelayanan PLN Disjaya merupakan yang terbesar di Indonesia, sehingga permintaan energi listrik terus mengalami peningkatan.

Sebagai upaya meningkatkan kemampuan keandalan sistem distribusi tenaga listrik di PT PLN

(Persero) Distribusi Jakarta Raya yang merupakan etalase dari sistem pelayanan di Indonesia maka dipandang perlu untuk dilakukan kajian – kajian penerapan sistem distribusi menuju Zero Down Time (ZDT).

Zero Down Time merupakan suatu upaya untuk menurunkan keluhan pelanggan terkait adanya pemadaman tenaga listrik. Biaya Investasi yang dikeluarkan dalam program ini cukup besar sehingga Percontohan Zero Down Time diuji coba pada Kawasan dengan revenue tinggi dan kawasan VVIP serta tingkat gangguan diatas TMP. Energi matahari harus dikonversi ke energi listrik untuk bisa digunakan pada peralatan [7].

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimana merekonfigurasi jaringan distribusi tegangan menengah pada pada program zero down time (ZDT) dikawasan SCBD sehingga sistem beroperasi secara optimal.
- Apakah hasil rekonfigurasi jaringan distribusi tegangan menengah pada program zero down time (ZDT) dikawasan SCBD dapat bekerja dengan optimal.

1.2 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus pada permasalahan, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada :

- a. Simulasi studi aliran daya menggunakan Aplikasi Etap 12.6.
- b. Studi Aliran daya pada jaringan rekonfigurasi Zero down time dengan asumsi beban maksimum daya terpasang.
- c. Analisis tegangan dengan range tegangan nominal +5% sampai -10%, atau 21 KV sampai 18 KV.

1.3 Tujuan dan Manfaat

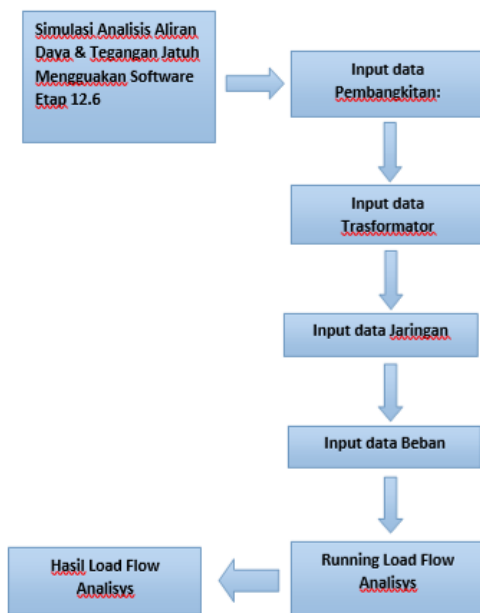
Penelitian yang dilakukan oleh penulis ini memiliki tujuan, antara lain:

- a. Membuat simulasi untuk mencari konfigurasi optimal pada jaringan distribusi pada program zero down time (ZDT) dikawasan SCBD.
- b. Menganalisa unjuk kerja jaringan distribusi hasil rekonfigurasi jaringan distribusi tegangan menengah program zero down time (ZDT) dikawasan SCBD.

1.4 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan studi literatur, deskripsi mengenai sistem Jaringan Tegangan Menengah, spesifikasi dan data operasi Jaringan, dan analisis hasil simulasi. Dalam prosesnya penelitian dibagi dalam tiga tahap yaitu :

- a. Tahap pertama adalah mempelajari sistem operasi jaringan Tegangan Menengah serta pengambilan data spesifikasi teknis Jaringan.
- b. Tahap kedua adalah melakukan simulasi Aliran daya menggunakan Aplikasi Etap 12.6.
- c. Tahap ketiga adalah mengetahui besaran drop/over tegangan.



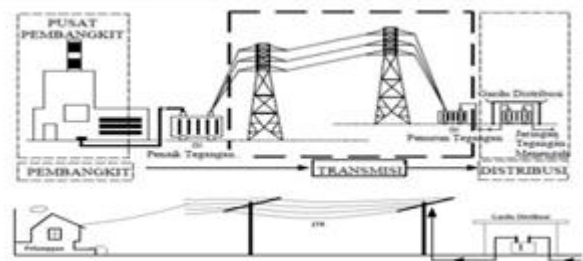
Gambar 1 Diagram alir.

2 SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1 Pengertian Umum Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Energi listrik umumnya dibangkitkan oleh pusat Pembangkit Tenaga Listrik yang jauh dari perkotaan dimana para pelanggan pada umumnya berada. Masalahnya sekarang ialah bagaimana menyalurkan tenaga listrik tersebut secara ekonomis pada jarak yang cukup jauh. Secara umum dapat dikatakan bahwa sistem supply tenaga listrik terdiri dari tiga unsur yaitu:

1. Pusat Pembangkit
2. Transmisi
3. Distribusi



Gambar 2 Sistem supply.

2.2 2.2 Kawasan SCBD (sudirman Central Bussines District)

PT Danayasa Arthatama Tbk adalah sebuah perusahaan real estate yang didirikan pada tahun 1987 di Jakarta - Indonesia, yang memiliki dan mengembangkan Central District Sudirman (SCBD), sebuah pengembangan mixed pemanfaatan yang terintegrasi yang terletak di puncak Jakarta CBD. Dengan misinya "Untuk membangun SCBD sebagai yang terbaik distrik bisnis kelas dunia di Indonesia", PT Danayasa Arthatama Tbk berusaha untuk menjadi sebuah perusahaan real estate kelas pertama dengan Standar Internasional.

2.3 Struktur Jaringan Tegangan Menengah

Struktur jaringan yang berkembang disuatu daerah merupakan kompromi antara alasan-alasan teknis di satu pihak dan ekonomis di lain pihak. Keduanya ditekankan kepada kebutuhan penggunaan dimana dipersyaratkan batas-batas keandalan, stabilitas dari kelangsungan pelayanan.

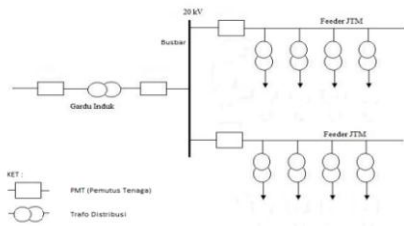
Dari segi keandalan yang ingin dicapai ada 2 pilihan struktur jaringan:

- a. Jaringan dengan satu sumber pengisian: cara penyaluran ini merupakan yang paling sederhana. Gangguan yang timbul akan menyebabkan pemadaman.

b. Jaringan dengan beberapa sumber pengisian: keandalannya lebih tinggi. Dilihat dari segi ekonomi investasinya lebih mahal karena menggunakan perlengkapan penyaluran yang lebih banyak. Pemadaman akibat gangguan dapat dihindari atau setidaknya dapat dikurangi.

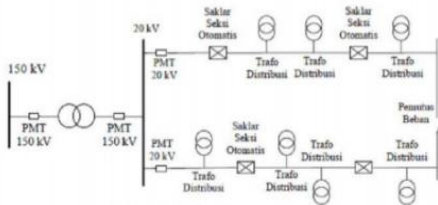
Struktur jaringan secara umum ada 3 bentuk yaitu:

a. Radial



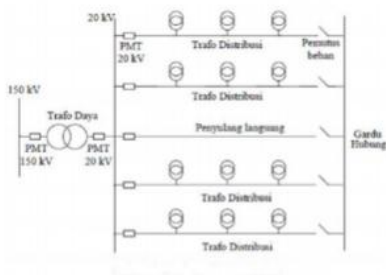
Gambar 3 Struktur radial.

b. Lingkaran (Loop)



Gambar 4 Struktur lingkaran.

c. Spindel



Gambar 5 Struktur spindle.

Pemilihan struktur jaringan tegangan menengah (JTM) tergantung pada kualitas pelayanan yang diinginkan, dimana kualitas yang dimaksud memiliki beberapa unsur yaitu: Kontinuitas pelayanan, pengaturan tegangan dan tegangan kedip yang diizinkan.

2.4 Jatuh Tegangan (Drop Tegangan)

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada sistem jaringan khususnya pada sistem tegangan menengah masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti.



Gambar 6 Grafik toleransi tegangan pelayanan yang diijinkan.

Sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan oleh PLN (SPLN), perancangan jaringan dibuat agar jatuh tegangan di ujung diterima 10%. Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik (R) dan reaktansi (X). Jatuh tegangan phasor V_d pada suatu penghantar yang mempunyai impedansi (Z) dan membawa arus (I) dapat dijabarkan dengan rumus :

$$V_d = I \cdot Z \dots \dots \dots 1$$

Dalam pembahasan ini yang dimaksudkan dengan jatuh tegangan (ΔV) adalah selisih antara tegangan kirim (V_k) dengan tegangan terima (V_T), maka jatuh tegangan dapat didefinisikan adalah :

$$\Delta V = (V_k) - (V_T) \dots \dots \dots 2$$

Karena adanya resistansi pada penghantar maka tegangan yang diterima konsumen (V_r) akan lebih kecil dari tegangan kirim (V_s), sehingga tegangan jatuh (V_{drop}) merupakan selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end) dan tegangan pada ujung penerimaan (receiving end) tenaga listrik. Tegangan jatuh relatif dinamakan regulasi tegangan V_R (voltage regulation) dan dinyatakan oleh rumus :

$$V_R = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\%$$

.....3

Dimana :

Vs = tegangan pada pangkal pengiriman

Vr = tegangan pada ujung penerimaan

Untuk menghitung jatuh tegangan, diperhitungkan reaktansinya, maupun faktor dayanya yang tidak sama dengan satu, maka berikut ini akan diuraikan cara perhitungannya. Dalam penyederhanaan perhitungan, diasumsikan beban-bebannya merupakan beban fasa tiga yang seimbang dan faktor dayanya (Cos φ) antara 0,6 s/d 0,85. tegangan dapat dihitung berdasarkan rumus pendekatan hubungan sebagai berikut :

$$(\Delta V) = I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)$$

L.....4

Dimana :

I = Arus beban (Ampere)

R = Tahanan rangkaian (Ohm)

X = Reaktansi rangkaian (Ohm)

2.5 Studi Aliran Daya Metode Numerik Newton Raphson

Metoda Numerik Newton-Raphson adalah metoda yang paling sering digunakan untuk menyelesaikan suatu sistem persamaan nonlinier. Dalam mencari solusi, metoda Newton-Raphson menggunakan teknik iteratif. Dengan teknik iteratif ini, pencarian solusi dimulai dengan estimasi awal untuk variabel yang ingin dicari. Estimasi tersebut kemudian diperbaiki secara berturut-turut sampai solusi yang diinginkan diperoleh. Apabila solusinya telah didapat, maka dikatakan bahwa solusinya telah konvergen. Sebelum membahas tentang aplikasi metoda Newton-Raphson pada masalah aliran daya, berikut adalah penjelasan mengenai penggunaan metoda tersebut pada sistem persamaan nonlinier umum. Misalkan seket persamaan nonlinier dengan jumlah persamaan diberikan oleh:

Langkah iteratif dari metoda Newton-Raphson dalam mencari solusi adalah dengan menyelesaikan persamaan berikut secara berturut-turut:

$$X^{(k+1)} = X^{(k)} + \Delta X^{(k)} \quad (2.43)$$

dimana:

$$\Delta X^{(k)} = -[J(X^{(k)})]^{-1} F(X^{(k)}) \quad (2.44)$$

Pada (2.44), J(X) merupakan Jacobian dari F(X) dan dihitung melalui:

$$J(X) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad (2.45)$$

Dengan demikian, langkah-langkah dari metoda Newton-Raphson dalam mencari solusi adalah sesuai algoritma berikut:

Langkah 1: Set k = 0, dan tentukan estimasi awal

$$F(X) = \begin{bmatrix} f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \vdots \\ f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{bmatrix} = \theta \quad (2.42)$$

dimana X = [x₁ x₂ ... x_n] adalah variabel yang akan dicari.

untuk solusi X (k) dan toleransi ε.

Langkah 2: Cek apakah: maks|F (X (k))| <ε, Jika ya, stop dan solusinya adalah X (k). Jika tidak, lanjutkan ke Langkah 3.

Langkah 3: Hitung Jacobian J (X (k)) dan ΔX (k) melalui (2.44)

Langkah 4: Hitung X (k+1) atau perbaiki nilai estimasi melalui (2.43)

Langkah 5: Set k = k + 1, dan kembali ke Langkah 2.

3 VERIFIKASI SISTEM DISTRIBUSI

3.1 3.1 Sistem Jaringan dan Proteksi

Jaringan existing sistem distribusi tegangan menengah Kawasan SCBD terdiri dari 79 gardu distribusi, 16 penyulang, 6 Gardu Hubung dan disuplai dari 1 Gardu induk utama serta 2 gardu induk cadangan (GI Mampang Baru dan GI Senayan). Model jaringan menggunakan sistem spindle sera kubikel tipe LBS dengan relay proteksi penyulang ada di PMT gardu induk.

NO.	GI	PENYULA	GARDU	KET
1	DANAYAS	DOWNLO	MG111S	
2	DANAYAS	DESKTOP	SN108	
3	DANAYAS	MONITOR	MG101	
4	DANAYAS	MONITOR	MG100	
5	DANAYAS	LOGIN	KB347	
6	DANAYAS	LOGIN	MP69	
7	DANAYAS	LOGIN	MP118	
8	DANAYAS	KEYBOAR	KB189	
9	DANAYAS	KEYBOAR	KB318	
10	DANAYAS	KEYBOAR	KB39	
11	DANAYAS	KEYBOAR	KB72A	
12	DANAYAS	KEYBOAR	KB72N	
13	DANAYAS	KEYBOAR	KB363	
14	DANAYAS	KEYBOAR	KB307	
15	DANAYAS	KEYBOAR	KB83N	
16	DANAYAS	KEYBOAR	KB83A	
17	DANAYAS	KEYBOAR	KB247A	

18	DANAYAS	KEYBOAR	KB396
19	DANAYAS	KEYBOAR	KB49N
20	DANAYAS	PACIFIK1	MP128
21	DANAYAS	CAPITAL	SN126
22	DANAYAS	CAPITAL	SN130
23	DANAYAS	CAPITAL	SN138
24	DANAYAS	CAPITAL	MP142
25	DANAYAS	CAPITAL	MP129
26	DANAYAS	PACIFIK3	MP131
27	DANAYAS	PRINTER	KB92A
28	DANAYAS	PRINTER	KB92N
29	DANAYAS	PRINTER	KB546S
30	DANAYAS	PRINTER	KB142N
31	DANAYAS	PRINTER	KB176
32	DANAYAS	PRINTER	KB523
33	DANAYAS	PRINTER	KB2
34	DANAYAS	PRINTER	KB476
35	DANAYAS	PRINTER	KB288
36	DANAYAS	PRINTER	KB544
37	DANAYAS	PRINTER	KB146
38	DANAYAS	PRINTER	SN135
39	DANAYAS	PRINTER	KB593
40	DANAYAS	SCANNER	MG106
41	DANAYAS	DISKET	MP112
42	DANAYAS	DISKET	MP78
43	DANAYAS	DISKET	KB582
44	DANAYAS	NETWORK	MG113
45	DANAYAS	NETWORK	MP101
46	DANAYAS	NETWORK	MP93
47	DANAYAS	NETWORK	MP95
48	DANAYAS	NETWORK	SN129
49	DANAYAS	NETWORK	MP105
50	DANAYAS	BEJ	MG111
51	MAMPANG	OSLO	MP209
52	MAMPANG	OSLO	KB322
53	MAMPANG	OSLO	KB187
54	MAMPANG	OSLO	MG81
55	MAMPANG	OSLO	MP116
56	MAMPANG	ROMA	KB251
57	MAMPANG	ROMA	KB532
58	MAMPANG	ROMA	KB10
59	MAMPANG	ROMA	KB504
60	MAMPANG	ROMA	KB269
61	MAMPANG	ROMA	KB28N
62	MAMPANG	ROMA	KB74A
63	MAMPANG	ROMA	KB57B
64	MAMPANG	ROMA	KB57
65	MAMPANG	ROMA	KB342
66	MAMPANG	ROMA	KB11B
67	MAMPANG	ROMA	KB11
68	MAMPANG	ROMA	KB173N
69	MAMPANG	ROMA	KB259
70	MAMPANG	ROMA	KB571
71	MAMPANG	MULIA1	MP99
72	MAMPANG	MULIA1	KB332
73	MAMPANG	MULIA1	KB306
74	MAMPANG	MULIA1	MG107

75	MAMPANG	MULIA1	KB66
76	MAMPANG	MULIA1	KB326
77	MAMPANG	MULIA1	KB546
78	MAMPANG	MULIA1	KB575
79	MAMPANG	MULIA1	KB583

3.2 Rekonfigurasi Jaringan Distribusi

Rencana model jaringan distribusi program ZDT (Zero down time) kawasan SCBD menggunakan sistem jaringan model looping, dengan membagi sistem jaringan existing menjadi 6 looping 28 gardu distribusi.

Program rekonfigurasi jaringan ZDT Kawasan SCBD menggunakan pasokan utama dari GI danayasa dengan kapasitas 150 KV dan 7794,229 MVAsc. Trafo yang digunakan adalah 150/20 KV.

NO.	LOOP	PENYULAN	GARDU	DAYA (VA)	GH	KE T
1	LOOP. 1	DISKET	MP112	5.190.000	GH 184	
2		DISKET	MP78	1.110.000		
3		DISKET	KB582	2.770.000		
4		BEJ	MG11	6.055.000		
5	LOOP. 2	DOWNLO	MG10	3.500.000	GH 57	
6		DOWNLO	MG11	4.150.000		
7		SCANNER	MG10	6.930.000		
8	LOOP. 3	PASIFIC 3	MP131	12.670.000	GH 57	
9		PAISIFIC 1	MP128	13.595.000		
10	LOOP. 4	P. BARU3 (Ex P. LOGIN &	MG 100	1.750.000	GH 72	
11		P. BARU3 (Ex P.	KB 39	1.000.000		
12		P. BARU3 (Ex P. LOGIN &	KB 347	6.235.000		
13		KEYBOAR	KB189	2.770.000		
14		KEYBOAR	MG10	865.000		
15		KEYBOAR	KB66	1.555.000		
16		KEYBOAR	KB326	830.000		
17		KEYBOAR	KB546	865.000		
18		KEYBOAR	KB583	1.000.000		
19		LOOP. 5	EQUITY	MP147		9.690.000
20	INTERNET		SN112	6.930.000		
21	LOOP. 6	CAPITAL	SN138	2.180.000		
22		CAPITAL	MP142	4.330.000		
23		CAPITAL	SN130	555.000		

24		CAPITAL	MP129	4.845.000			28	5	EQUITY TOWER	MP147 - GH72	550	
25		NETWORK	MG11	4.670.000			29		INTERNET	GI - SN112	345	
26		NETWORK	MP101	1.110.000			30		INTERNET	SN112 -	790	
27		NETWORK	MP105	1.905.000			31		CAPITAL	GI - SN138	580	
28		NETWORK	SN129	240.000			32		CAPITAL	SN138 -	880	

NO.	LOOP	PENYULAN	SEGMENT	PANJANG (Meter)	KET
1	LOOP. 1	DISKET	GI - MP112	70	
2		DISKET	MP112 -	370	
3		DISKET	MP78-	700	
4		DISKET	KB582 - GH	340	
5		BEJ	GI - MG 111	750	
6		BEJ	MG111 - GH	20	
7	LOOP. 2	DOWNLO	GI - MG101	420	
8		DOWNLO	MG101-	530	
9		DOWNLO	MG111S-	20	
10		SCANNER	GI-MG106	610	
11		SCANNER	MG106 - GH	270	
12	LOOP. 3	PASIFIC 3	GI - MP131	1740	
13		PASIFIC 3	MP131 -	70	
14		PAISIFIC 1	GI - MP128	1260	
15		PAISIFIC 1	MP128 - GH	6640	
16	LOOP. 4	P. BARU3 (Ex P. LOGIN &	GI - MG100	390	
17		P. BARU3 (Ex P.	MG100 - KB39	300	
18		P. BARU3 (Ex P. LOGIN &	KB39 - KB347	110	
19		P. BARU3 (Ex P.	KB347 - GH72	880	
20		KEYBOAR	GI - KB189	630	
21		KEYBOAR	KB189 -	1570	
22		KEYBOAR	MG107 -	580	
23	KEYBOAR	KB66 -	420		
24	KEYBOAR	KB326 -	40		
25	KEYBOAR	KB546 -	540		
26	KEYBOAR	KB583-	230		
27	LOOP.	EQUITY TOWER	GI - MP147	520	

33	LOOP. 6	CAPITAL	MP142 -	470	
34		CAPITAL	SN130 -	510	
35		CAPITAL	MP129 -	160	
36		NETWORK	GI - MG113	850	
37		NETWORK	MG113 -	730	
38		NETWORK	MP101-	125	
39		NETWORK	MP105 -	300	
40		NETWORK	SN129 - GH	460	

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil saat kondisi normal operasi.

NO	LOO P	BU S	TEGANG AN (KV)	STANDR (%)	SELISI H (%)	KE T
1.	1	36	19,51	97,55	-2,450	
2.	2	41	19,507	97,54	-2,465	
3.	3	4	19,423	97,12	-2,885	
4.	4	19	19,663	98,31	-1,685	
5.	5	43	19,331	96,55	-3,345	
6.	6	76	19,232	96,16	-3,840	
Rata-Rata			19,44	97,21	-2,80	

Tabel 2 Hasil saat kondisi beban maksimum dan terjadi gangguan pada segmen dekat salah satu sumber.

NO.	LOOP	BUS	TEGANGAN (KV)	STAND (%)	SELISIH (%)	KET
1.	1	22	19,447	97,23	-2,765	
2.	2	40	19,44	97,2	-2,800	
3.	3	6	18,712	93,56	-6,440	
4.	4	3	19,489	97,45	-2,555	
5.	5	45	19,211	96,05	-3,945	
6.	6	70	18,978	94,89	-5,110	
Rata-Rata			19,21	96,06	-3,94	

Tabel 3 Hasil saat kondisi normal operasi.

NO	LOO P	KABEL	ARU S	Standar	Perse n	Selisi h	Rata-rata
1.	1	GI -	212,	398	53,3	46,6	46,6
2.	1	GI -	132,	398	33,2	66,7	66,7
3.	2	GI -	159,	398	39,9	60,0	60,0
4.	2	GI -	171,	398	43,1	56,8	56,8
5.	3	GI -	256,	398	64,3	35,6	35,6
6.	3	GI -	297,	398	74,6	25,3	25,3
7.	4	GI -	246,	398	62,0	37,9	37,9
8.	4	GI -	134,	398	33,8	66,7	66,7
9.	5	GI -	191,	398	48,0	51,9	51,9
10.	5	GI -	183,	398	46,0	53,9	53,9
11.	6	GI -	218,	398	54,8	45,1	45,1
12.	6	GI -	226,	398	56,9	43,0	43,0
Rata-Rata			202,	398	50,8	49,9	49,9

Tabel 4 Hasil saat kondisi beban maksimum dan terjadi gangguan pada segmen dekat salah satu sumber.

NO	L O O	KAB EL	ARUS (Amp)	Standar (Amp)	Perse n (%)	Selisi h (%)
1.	1	GI -	344,6	398	86,5	13,4
2.	2	GI -	330,7	398	83,0	16,9
3.	3	GI -	546	398	137,	-
4.	4	GI -	381	398	95,7	4,27
5.	5	GI -	374	398	93,9	6,03
6.	6	GI -	443,2	398	111,	-
Rata-Rata			325,07	398	81,6	18,3

Dari Tabel Analisa diatas didapatkan hasil pada saat normal operasi dengan beban maksimum maka tegangan ujung tertinggi di Loop 4, Bus 19 sebesar 19,663 Kv atau 98,31 % dengan selisih terhadap standar sebesar -1,685%. Tegangan terendah kondisi normal operasi ada di Loop 6, Bus 76 sebesar 19,232 kV atau 96,16% dengan selisih terhadap standar sebesar -3,840%. Rata-rata tegangan ujung saat normal operasi sebesar 19,44 kV atau 97,21% dengan selisih terhadap standar sebesar -2,80%..

Kondisi Jaringan pada saat terjadi gangguan pada salah satu saluran di dekat sisi sumber dengan beban maksimum maka tegangan ujung tertinggi berada di Loop 4, Bus 3 sebesar 19,489 Kv atau 97,45 % dengan selisih terhadap standar sebesar -

2,555%. Tegangan terendah kondisi normal operasi ada di Loop 3, Bus 6 sebesar 18,712 kV atau 93,56%

selisih terhadap standar sebesar -6,440%. tegangan ujung saat normal operasi sebesar 19,21 kV atau 96,06% dengan selisih terhadap standar sebesar -3,94%.

Hasil pada saat normal operasi dengan beban maksimum maka Arus tertinggi di Loop 3, Segmen GI - MP128 sebesar 297,1 Amp atau 74,65

% dengan selisih terhadap standar sebesar 25,35 %.

Arus terendah kondisi normal operasi ada di Loop 1, Segman GI - MG111 sebesar 132,2 Amp atau

33,22% dengan selisih terhadap standar sebesar 66,78 %.

Rata-rata Arus saat normal operasi pada sisi pangkal sumber sebesar 202,56 Amp atau

50,89% dengan selisih terhadap standar sebesar 53,91%.

Sedangkan hasil pada saat terjadi gangguan pada saluran dekat sisi sumber dengan beban maksimum maka Arus tertinggi di Loop 3, Segmen

GI - MP131 sebesar 546 Amp atau 137,19 % dengan selisih terhadap standar sebesar -37,19 %.

Arus terendah kondisi terjadi gangguan pada saluran dekat sisi sumber dengan beban maksimum ada di

Loop 2, Segman GI - MG101 sebesar 330,7 Amp atau 83,09% dengan selisih terhadap standar sebesar

60,03 %.

Rata-rata Arus saat terjadi gangguan pada saluran dekat sisi sumber dengan beban maksimum sebesar 325,07 Amp atau 81,67% dengan selisih terhadap standar sebesar 18,33%.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tegangan Jatuh (Drop Tegangan) Jaringan hasil rekonfigurasi baik kondisi normal operasi maupun kondisi terjadi gangguan pada saluran dekat sisi sumber dengan asumsi beban maksimum masih dalam standar toleransi (maksimum -10%).
2. Pada Loop 3 (Segmen GI - MP13) & Loop 6 (GI - SN138) Arus yang mengalir pada saluran kondisi terjadi gangguan pada salah satu sisi sumber dengan asumsi beban maksimum melebihi standar kapasitas kuat hantar Arus (kHA) dari saluran kabel yang digunakan.

DAFTAR PUSTKA

- [1] A. Saleh, "Implementasi metode klasifikasi naive bayes dalam memprediksi besarnya penggunaan listrik rumah tangga," *Creative Information Technology Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 207–217, 2015.

- [2] S. Civanlar, J. J. Grainger, H. Yin, and S. S. H. Lee, "Distribution feeder reconfiguration for loss reduction," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 3, no. 3, pp. 1217–1223, 1988.
- [3] U. U. Uma, L. O. Uzoechi, and B. J. Robert, "Optimization design of ground grid mesh of 132/33kv substation using Etap," *Nigerian Journal Of Technology*, vol. 35, no. 4, pp. 926–934, 2016.
- [4] S. Sujatha, R. Anita, P. Selvan, and S. Selvakumar, "Impact of static VAR compensator in stability and harmonics mitigation for real time system with cogeneration," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 12, p. 1, 2015.
- [5] F. Taale and C. Kyeremeh, "Households' willingness to pay for reliable electricity services in Ghana," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 62, pp. 280–288, 2016.
- [6] P. K. Adom, "The long-run price sensitivity dynamics of industrial and residential electricity demand: the impact of deregulating electricity prices," *Energy Economics*, vol. 62, pp. 43–60, 2017.
- [7] F. Fadlioni, H. Isyanto, and B. Budiyo, "Bypass Diodes for Improving Solar Panel Performance," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 8, no. 5, p. 2703, Oct. 2018.