

ANALISA KONTINGENSI KINERJA SISTEM KELISTRIKAN JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI PT. PLN ULP CIBITUNG

Nizar Rosyidi AS¹, Iriandi Ilyas²

S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional

Email : nizarrosyidias@yahoo.co.id , iriandi@istn.ac.id

Abstract

The electric power system must be able to transmit electrical energy reliably and safely both under normal conditions and in disturbance conditions in the form of system elements that are detached or out of the system. Thus, to meet these needs, it must be able to overcome all possible disturbances that can occur. Faults can cause a decrease in reliability as well as performance in the electric power system. The analysis used in this research is contingency analysis which is a way of system testing or system modeling for any disturbances that occur. The contingency analysis carried out aims to determine the value of active power and voltage under normal conditions or when a contingency occurs, as well as to determine the representation of the performance index (PI) sequence. PI is a quantity that represents how big the impact if a disturbance event occurs in the system. Contingency analysis with the performance index method is carried out by making a priority order of PI based on the calculation of active power and voltage after the contingency occurs. Thus, each contingency can be sorted from the largest to the smallest PI value. The greater the PI value obtained, the greater the impact of the disturbance.

Keyword : System Performance, Contingency, Distribution, Index Performance, Fault

Abstrak

Sistem tenaga listrik harus dapat menyalurkan energi listrik secara andal dan aman baik dalam kondisi normal maupun kondisi gangguan yang berupa adanya elemen sistem yang terlepas atau keluar dari sistem. Dengan demikian untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka harus mampu mengatasi segala kemungkinan gangguan yang dapat terjadi. Gangguan dapat menyebabkan penurunan keandalan serta kinerja dalam sistem tenaga listrik. Analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah analisa kontingensi yang merupakan suatu cara pengujian sistem atau pemodelan sistem pada setiap gangguan yang terjadi. Analisa kontingensi yang dilakukan bertujuan untuk menentukan nilai daya aktif dan tegangan pada kondisi normal ataupun saat terjadi kontingensi, serta untuk menentukan representasi urutan performance index (PI). PI merupakan suatu besaran yang mewakili seberapa besar dampak apabila terjadinya peristiwa gangguan di dalam sistem. Analisa kontingensi dengan metode performance index dilakukan dengan membuat urutan prioritas PI berdasarkan perhitungan daya aktif dan tegangan setelah terjadinya kontingensi. Sehingga, setiap kontingensi dapat diurutkan berdasarkan nilai PI yang terbesar hingga yang terkecil. Semakin besar nilai PI yang didapatkan, maka dampak yang ditimbulkan dari gangguan akan semakin besar.

Kata kunci : Kinerja Sistem, Kontingensi, Performance Index, Distribusi, Gangguan

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam penyediaan penyaluran energi listrik yang efisien ke pelanggan. Pada operasi sistem tenaga listrik terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu mutu sistem tenaga listrik, keandalan dan keamanan. Maksud dari keandalan pada sistem tenaga listrik ini yaitu memberikan kualitas yang sangat baik dengan cara memberikan atau menyalurkan tenaga listrik yang layak dan cukup. Sistem tenaga listrik bisa dikatakan baik ketika kecukupan dan

keamanan pada sistem tersebut telah dilakukan. Selain itu perlu di lihat juga dari kemampuan sistem tersebut untuk bertahan ketika terdapat gangguan yang terjadi secara mendadak contohnya lepasnya unit pembangkit, lepasnya saluran transmisi, hubung singkat dan hilangnya elemen sistem. Perubahan yang terjadi seperti arus, tegangan dan aliran daya. Apabila gangguan yang terjadi mengakibatkan perubahan yang besar atau gangguan tersebut telah melewati batas operasi sistem, maka keadaan tersebut merupakan pelanggaran dan dapat mengakibatkan pemadaman total (*system blackout*) seperti pelepasan berturut-turut yang terjadi pada sistem.

Dengan adanya gangguan tersebut perlu dilakukan analisis aliran daya pada gangguan kontingensi (terlepasnya satu komponen) pada sistem. Analisis kontingensi dilakukan dengan simulasi gangguan pada suatu saluran distribusi dan menyelidiki pengaruh gangguan tersebut terhadap busbar dan aliran daya. Hasil analisis yang dilakukan dipergunakan sebagai pedoman untuk mengidentifikasi komponen yang lemah, komponen yang lemah tersebut seperti bus dan saluran distribusi. Komponen tersebut lemah dikarenakan terdapat tegangan yang lebih atau melewati batas operasi dan terdapat pembebanan lebih atau kritis. Setelah komponen yang lemah tersebut telah diidentifikasi maka akan dilakukan perbaikan, gunanya untuk menjadikan agar sistem tersebut ketika beroperasi keandalan dan keamanannya selalu terjaga.

Performance index merupakan sesuatu yang mewakili seberapa besar dampak apabila terjadinya gangguan di dalam sistem tenaga listrik. Analisa kontingensi dengan metode performance index dilakukan dengan membuat skenario terjadinya gangguan (kontingensi) dan membuat urutan prioritas performance index berdasarkan perhitungan daya aktif dan tegangan setelah terjadinya kontingensi. Sehingga, setiap skenario kontingensi dapat diurutkan dari nilai performance index terbesar hingga yang terkecil. Semakin besar nilai performance index yang didapatkan, maka dampak yang ditimbulkan dari gangguan akan semakin besar. Data-data berdasarkan urutan prioritas performance index tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk mencegah segala kemungkinan terjadinya keadaan kontingensi yang paling merugikan. Seperti pemutusan daya skala besar, meluas dan mengakibatkan pemadaman total (*blackout*). Berdasarkan gangguan dan permasalahan yang terjadi, maka diperlukan analisa kontingensi untuk sistem tenaga listrik pada saluran distribusi 20 kV ULP Cibitung bertujuan supaya keandalan dan keamanan sistem ketika beroperasi dapat terjaga.

2. Tinjauan Pustaka

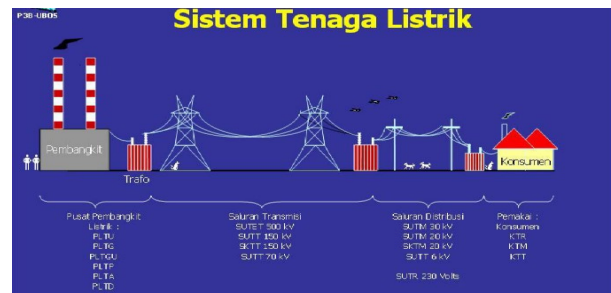
2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah kelompok pusat listrik, pusat beban dan gardu induk yang saling terhubung kepada jaringan transmisi yang merupakan kesatuan interkoneksi. Sistem tenaga listrik memiliki peran utama yakni untuk menyalurkan serta menyediakan energi listrik dengan keamanan dan keandalan yang dijaga tetap secara terus

menerus. Komponen utama sistem tenaga listrik adalah pembangkit, transmisi dan distribusi.

Fungsi dari komponen utama tersebut adalah :

1. Pembangkit adalah suatu komponen sistem tenaga yang mempunyai fungsi membangkitkan energi listrik. Yang dilakukan dengan cara mengubah energi lain menjadi energi listrik. Contohnya panas bumi diubah menjadi energi listrik atau batu bara diubah menjadi energi listrik dll.
2. Transmisi adalah suatu komponen sistem tenaga yang mempunyai fungsi untuk mengalirkan daya atau energi listrik dari pusat pembangkit sampai ke pusat beban.
3. Distribusi adalah suatu sistem tenaga yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik sampai ke lokasi konsumen tenaga listrik.
4. Beban adalah peralatan listrik yang ada di lokasi konsumen dimana beban ini memerlukan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan



Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik

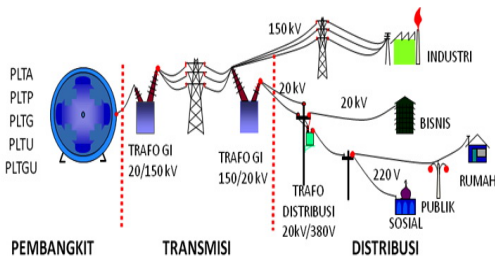
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi merupakan penyaluran energi listrik dari gardu induk ke konsumen. Terdapat 2 (dua) sistem distribusi yaitu distribusi primer dan distribusi sekunder. Distribusi primer, penyalurannya dimulai dari gardu induk (sisi sekunder trafo daya) ke gardu distribusi (sisi primer trafo distribusi) atau dari gardu induk langsung ke konsumen tegangan menengah 20 kV. Dimana tegangan tinggi terlebih dahulu diturunkan menjadi tegangan menengah sebesar 20 kV melalui transformator step down. Distribusi sekunder, penyalurannya dimulai dari gardu distribusi (sisi sekunder trafo distribusi) ke konsumen tegangan rendah. Energi tenaga listrik disalurkan melalui penyalang-penyulang yang berupa saluran udara ataupun saluran kabel bawah tanah. Penyulang distribusi terletak di gardu distribusi. Fungsi gardu distribusi untuk menurunkan tegangan distribusi primer menjadi tegangan rendah atau teg distribusi sekunder sebesar 220/380 V.

Jaringan distribusi tenaga listrik adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang berhubungan langsung dengan pelanggan. Sistem ini terdiri dari sistem distribusi tegangan menengah dan sistem

distribusi tegangan rendah. Sistem distribusi tenaga listrik didefinisikan sebagai bagian dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, Transmisi Tenaga Listrik dan Gardu Induk dengan konsumen. Sistem distribusi tenaga listrik adalah sarana dari sistem tenaga listrik di dalam menyalurkan energi listrik ke konsumen.

Sistem distribusi tenaga listrik adalah tahapan terakhir untuk proses penyaluran tenaga listrik dan merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari jaringan transmisi menuju ke konsumen listrik. Ada dua macam sistem pendistribusian tenaga listrik, yaitu sistem pendistribusian yang dilakukan secara langsung dan pendistribusian yang dilakukan secara tidak langsung.



Sumber:
<https://ehendra.files.wordpress.com/2011/06/s-tl-llll3.jpg>

Gambar 2. 2 Penyaluran Energi Listrik

2.3 Struktur Jaringan Ditrribusi

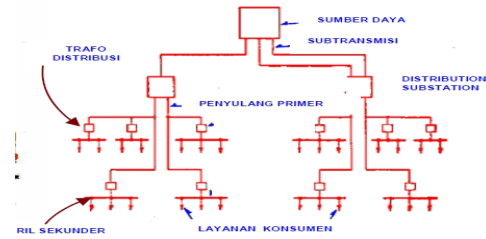
Pada pengoperasian sistem distribusi tenaga listrik tenaga listrik terdiri dari beberapa struktur bagian, yaitu : Gardu Induk atau Pusat Pembangkit Tenaga Listrik.

Pada sistem distribusi langsung, struktur bagian yang pertama adalah pusat pembangkit tenaga listrik. Pusat pembangkit tenaga listrik biasanya berada pada pinggiran kota dan umumnya bersumber daya energi diesel (PLTD).

2.3.1. Jaringan Distribusi Primer

Jaringan distribusi primer merupakan struktur awal dari bagian penyaluran sistem tenaga listrik untuk sistem pendistribusian tenaga listrik yang dilakukan secara langsung. Sedangkan pada sistem pendistribusian tenaga listrik yang dilakukan secara tidak langsung, jaringan distribusi primer merupakan bagian lanjutan dari jaringan transmisi. Jaringan distribusi primer atau bisa juga disebut dengan jaringan distribusi tegangan tinggi (JDTT) beroperasi pada

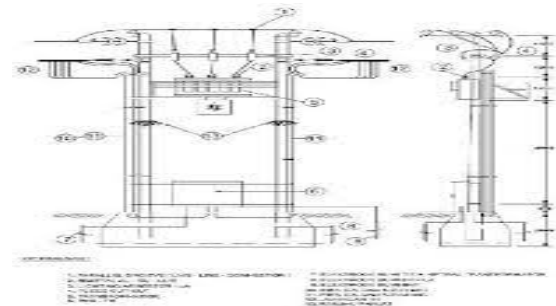
tegangan sistem 20 kV.



Gambar 2. 3 Jaringan Distribusi Primer 20 kV

2.3.2. Gardu Pembagi atau Gardu Distribusi

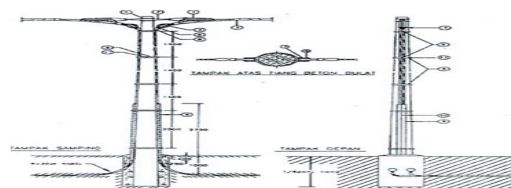
Pada sistem tenaga listrik gardu pembagi bisa disebut juga gardu distribusi. Fungsi gardu distribusi dalam sistem tenaga listrik yaitu untuk merubah tegangan listrik dari jaringan distribusi primer menjadi tegangan terpakai yang disalurkan ke konsumen (distribusi skunder). Besar kapasitas transformator yang digunakan pada Gardu distribusi bergantung pada permintaan beban konsumen dan luas daerah yang akan dialiri listrik. Transformator yang digunakan pada gardu distribusi yaitu transformator satu fasa ataupun transformator tiga fasa.



Gambar 2. 4 Gardu Distribusi Jenis Tiang

2.2.3. Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan tenaga listrik yang terhubung langsung dengan konsumen adalah jaringan distribusi sekunder atau bisa juga disebut dengan jaringan distribusi tegangan rendah (JDTR). nilai tegangan operasi pada sistem distribusi sekunder yaitu sebesar 130/230V dan 130/400 V untuk sistem distribusi lama, atau 230/400 V untuk sistem distribusi baru. Besar nilai tegangan 130 V dan 230 V merupakan nilai tegangan antara fasa dengan netral, sedangkan besar nilai tegangan 400 V merupakan nilai tegangan antar fasa.



Gambar 2. 5 Jaringan Distribusi Sekunder 220 V

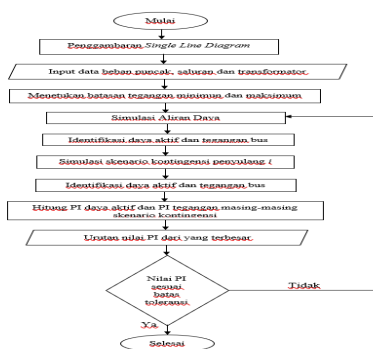
2.4 Analisa Kontingensi

Kontingensi merupakan keadaan operasi saat terjadinya gangguan atau keluarnya suatu komponen dari sistem tenaga listrik. Kontingensi dapat terdiri dari gangguan pada satu komponen atau lebih. Untuk kegagalan pada satu komponen disebut *single outage contingency*. Kegagalan atau keluarnya dua atau lebih komponen suatu sistem tenaga listrik secara bersamaan disebut *multiple outage contingency*. Analisis kontingensi dilakukan dengan membandingkan aliran daya dalam kondisi normal dengan aliran daya dalam kondisi kontingensi. Apabila kontingensi terjadi, masalah sistem tenaga listrik dapat diukur berdasarkan :

1. Kondisi normal : terjadi ketika tidak terdapat beban lebih pada sistem sehingga sistem tenaga listrik mampu diseimbangkan setelah terjadinya kontingensi.
2. Kondisi berbeban : ketika komponen terdapat pembebanan lebih maka akan menyebabkan resiko kerusakan pada sistem tersebut. Komponen tersebut seperti saluran, transformator ataupun pembangkit.
3. Kondisi kritis : kontingensi mengakibatkan sistem tenaga menjadi kacau dan tidak stabil.

3. Metode

3.1. Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penyelesaian Masalah

3.2 Sumber Data dan Jenis Data Yang Dibutuhkan

Pada Analisa ini ada beberapa data yang dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan persoalan dalam penelitian. Data yang dibutuhkan adalah :

1. Data garis tunggal GI Cikarang
2. Data beban puncak GI Cikarang
3. Data parameter saluran pada GI Cikarang
4. Data transformator pada GI Cikarang

Untuk data-data tersebut dapat diperoleh dari PLN Unit Layanan Pelanggan (ULP) Cibitung.

3.3 Metode Analisa Data

Jika data sudah terkumpul maka akan dilakukan analisa terhadap data yang didapat. Metode analisa akan digunakan untuk mengolah semua data yang diperoleh sehingga elemen didalam sistem tenaga listrik yang terganggu dapat diketahui. Analisa kontingensi juga diperlukan untuk mencegah berbagai kemungkinan terjadinya kontingensi yang paling merugikan. Seperti pemutusan daya skala besar, meluas dan mengakibatkan pemadaman total (blackout). Adapun teknik analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode Performance index dan dibantu dengan ETAP 19.0.

3.4 Kontingensi Dengan Metode Performance Index

Untuk melakukan pengelompokan saluran maka diperlukan suatu parameter yang dapat dipakai menghitung seberapa parah pengaruh saluran tersebut pada sistem tenaga, performansi indeks daya dapat memenuhi kebutuhan ini.

Definisi performansi indeks daya adalah sebagai berikut :

$$PI_P = \frac{P}{P_{Max}} \dots\dots\dots(1)$$

PIMW = performa indeks daya
P = daya yang mengalir pada saluran
Pmax = kapasitas maksimum daya pada saluran

Bila nilai PIMW lebih dari 1 maka nilai ini dikatakan overload dan bila dibawah 1 maka saluran tersebut baik-baik saja, semakin besar nilai PIMW semakin jelek kondisi dari suatu sistem tenaga listrik.

Performansi indeks tegangan pada bus digunakan untuk identifikasi pelanggaran batasan (tegangan lebih), yang terjadi pada bus.

Persamaan performansi indeks tegangan :

$$PI_V = \sum_{i=1}^{N_{pq}} \left[\frac{2 \cdot (V_i - V_{inon})}{V_{i \max} - V_{i \min}} \right]^2 \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- PIV = performansi indeks tegangan pada bus
- Vi = tegangan bus i setelah terjadi kontingensi (N-1), kV
- Vi min = batas tegangan minimum
- Vi max = batas tegangan maksimum
- Vi nom = rata-rata dari Vi max dan Vi min
- Npq = jumlah bus beban

Jumlah nilai performansi indeks daya dan nilai performansi indeks tegangan pada saluran transmisi

dengan persamaan 3:

$$PI = PIV + PIMW \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

- PI = performansi indeks
- PIV = performansi indeks tegangan
- PIMW = performansi indeks daya

Setelah nilai performansi indeks diperoleh maka dibuat sebuah daftar peringkat dimana saluran yang memiliki nilai PI tertinggi berada di peringkat pertama dan saluran yang memiliki nilai PI terendah berada di peringkat terakhir. Untuk melihat bagaimana kondisi sistem tenaga listrik setelah terjadi kontingensi (N-1) pada salah satu elemen sistemnya maka secara umum digunakan nilai performansi indeks (PI) tersebut.

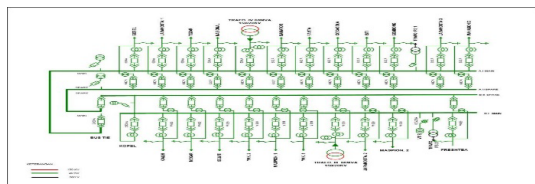
3.5 Analisa Kontingensi dengan Menggunakan ETAP 19.0

Analisa pemodelan sistem tenaga listrik dalam keadaan kontingensi dapat disimulasikan dengan menggunakan ETAP. Analisa kontingensi merupakan kelanjutan dari proses aliran daya. Dengan menggunakan aplikasi ETAP, perhitungan aliran daya dapat dilakukan lebih cepat dan mudah. Analisa kontingensi yang dilakukan dengan bantuan aplikasi ETAP menerapkan prinsip dasar metode 1PIQ. Pada metode tersebut aliran daya yang ditinjau berdasarkan akumulasi perubahan daya aktif dan tegangan sebelum dan setelah kontingensi. Analisa aliran daya yang digunakan pada simulasi kontingensi yaitu metode *fast decouple*.

4.4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Diagram Garis Tunggal Gardu Induk Cikarang

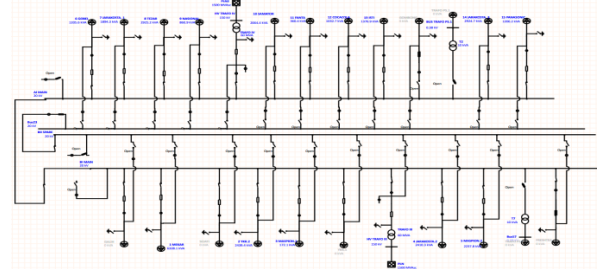
Diagram garis tunggal dari gardu induk Cikarang dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Diagram Garis Tunggal Gardu Induk_Cikarang

4.2 Data Diagram Garis Tunggal ETAP Gardu Induk Cikarang

Diagram garis tunggal dari gardu induk Cikarang dalam bentuk ETAP dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Diagram Garis Tunggal ETAP

4.3 Data Beban Puncak Gardu Induk Cikarang

Beban puncak pada jaringan distribusi gardu induk Cikarang umumnya terjadi pada malam hari. Dengan beban terbesar ditanggung oleh penyulang mekar dengan beban puncak sebesar 7,9 MW dan beban terkecil yang ditanggung berada pada penyulang Maspion 1 dan fanta, yaitu sebesar 0,172 MW.

Tabel 4. 1 Data Beban Puncak Gardu Induk Cikarang

No	Gardu Induk/ Penyulang	Kapasitas	Beban Puncak							
			Siang				Malam			
			Am (A)	Ic (V)	MW	%	Am (A)	Ic (V)	MW	%
	GI CIKARANG TRAF0 III 60 MVA 150-20KV	60	750	20	25,8		860	20	29,5	
1	Mekar		165		5,586		183		6,192	
2	YKK 2		60		2,064		71		2,236	
3	MASPION 1 JARAKOSTA 2		5		0,17		5		0,172	
4	MASPION 2 JARAKOSTA 2		70		2,408		65		2,236	
5	MASPION 2 TRAF0 IV 60 MVA 150-20KV	60	470	20	14,6		550	20	17,7	
1	GOBEL JARAKOSTA 1		30		1,032		35		1,204	
2	TEZAR		55		1,892		55		1,892	
3	NASIONAL		80		2,752		85		2,924	
4	SAMATOR		25		0,86		15		0,516	
5	FANTA		5		0,172		11		0,344	
6	COCACOLA		30		1,032		25		0,86	
7	ISTH JARAKOSTA 1		40		1,376		40		1,376	
8	PANASONIC		80		2,752		85		2,924	
9			35		1,204		30		1,032	

4.4 Data Transformator Gardu Induk Cikarang

Terdapat 2 Transformator yang dioperasikan pada gardu induk Cikarang. Berikut ini adalah data transformator yang beroperasi pada gardu induk Cikarang :

Tabel 4.2 Data Transformator Gardu Induk Cikarang

Unit	Lokasi	Kapasitas	Merk	No Seri	Teg.No m (Kv)	LNo m (A)	Frekuensi (HZ)
Transformator Daya #3	Cikarang	60 MVA	Hyundai	T923004	150/22	1732	50
Transformator Daya #4	Cikarang	60 MVA	Schneider	M-365	150/22	1732	50

No	Lokasi	Cooling	Vektor Group	Impedansi	Standar	Buatan	Tahun Operasi	Tahun Operasi
1	Cikarang	ONAN/ONAF	YNyn0+d	13,60%	IEC 60076	Korea	1992	1993
2	Cikarang	ONAN/OLAF	YNyn0+d	12,50%	IEC 60076	Indonesia	2016	2017

4.5 Data Panjang Saluran dan Impedansi

Sistem penyaluran jaringan distribusi pada gardu induk Cikarang umumnya menggunakan single circuit. Adapun jenis penghantar yang digunakan pada sistem distribusi gardu induk Cikarang dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Data Penghantar

Nama Penyulang	Jenis Saluran	Panjang Kabel (kms)	Resistansi (R)	Reaktansi (X)	Admittansi (Y)
Mekar	AAAC 150mm ²	1,5	0,235000	0,32770	0,0000036
YKK.2	AAAC 150mm ²	5	0,235000	0,32770	0,0000036
Maspion 1	AAAC 150mm ²	2	0,235000	0,32770	0,0000036
Jarakosta 2	AAAC 150mm ²	4	0,235000	0,32770	0,0000036
Maspion 2	AAAC 150mm ²	5	0,235000	0,32770	0,0000036
Gobel	AAAC 150mm ²	2	0,235000	0,32770	0,0000036
Jarakosta 1	AAAC 150mm ²	1	0,235000	0,32770	0,0000036
Tezar	AAAC 150mm ²	6	0,235000	0,32770	0,0000036
Nasional	AAAC 150mm ²	2	0,235000	0,32770	0,0000036
Samator	AAAC 150mm ²	5	0,235000	0,32770	0,0000036
Fanta	AAAC 150mm ²	20	0,235000	0,32770	0,0000036
Cocacola	AAAC 150mm ²	2	0,235000	0,32770	0,0000036
Isti	AAAC 150mm ²	1	0,235000	0,32770	0,0000036
Jarakosta3	AAAC 150mm ²	2	0,235000	0,32770	0,0000036
Panasonic	AAAC 150mm ²	5	0,235000	0,32770	0,0000036

4.6 Hasil Performance Index Saluran Setelah Kontingensi

Representasi peringkat Performance Index (PI) saluran yang didapat berdasarkan simulasi ETAP apabila terjadi peristiwa kontingensi pada masing-masing skenario yang telah ditentukan dapat dilihat pada tabel 4. 4 berikut;

Tabel 4. 4 Performance Index Saluran Setelah Kontingensi

N-1 Rank	Skenario	Performance Index			
		Nama Penyulang	PIV	PIMW	PI
1	3	MASPION 1	3.59	0.65	4.24
2	6	GOBEL	3.58	0.63	4.22
3	7	JARAKOSTA 1	3.58	0.63	4.21
4	15	PANASONIC	3.56	0.63	4.20
5	11	FANTA	3.55	0.64	4.19
6	14	JARAKOSTA 3	3.57	0.62	4.19
7	4	JARAKOSTA 2	3.55	0.62	4.17
8	5	MASPION 2	3.54	0.62	4.17
9	8	TEZAR	3.51	0.62	4.13
10	1	MEKAR	3.54	0.59	4.13
11	9	NATIONAL	3.58	0.64	4.22
12	12	COCACOLA	3.58	0.64	4.22
13	13	ISTI	3.59	0.63	4.22
14	10	SAMATOR	3.55	0.63	4.17
15	2	YKK2	3.52	0.62	4.14

4.7 Aliran Daya pada kondisi Normal Sebelum Kontingensi

Besar tegangan operasi pada sistem tenaga listrik telah diatur berdasarkan (SPLN T6.001: 2013 Tegangan Standar). Sehingga batasan nilai tegangan yang diperbolehkan pada pengoperasian sistem tenaga listrik maksimum +10% dari tegangan nominal dan batas minimum sebesar -10% dari tegangan nominal.

Tabel 4.5 Nilai Tegangan sebelum Kontingensi

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	2.204	0.961	72.06
2	YKK.2	2.204	0.961	72.06
3	Maspion 1	0.171	0.0068	5.024
4	Jarakosta 2	2.381	0.103	70.82
5	Maspion 2	2.209	0.0895	65.82
6	Gobel	1.194	0.0617	35.24
7	Jarakosta 1	1.877	0.0936	55.35
8	Tezar	2.881	0.0825	86.44
9	Nasional	0.853	0.0387	25.15
10	Samator	2.04	0.0422	60.67
11	Fanta	0.34	0.106	10.59
12	Cocacola	1.024	0.0387	30.18
13	Isti	1.366	0.0486	40.21
14	Jarakosta3	2.896	0.0652	85.68
15	Panasonic	1.192	0.072	35.35

dapat diketahui besarnya tegangan pada bus

penyulang Tezar saat tidak ada gangguan (kondisi normal), memiliki nilai tegangan yang paling kecil sebesar 19,35 kV dan bus penyulang Maspion 1 memiliki tegangan bus paling besar yaitu sebesar 19,512 kV. Meskipun penyulang Tezar memiliki nilai tegangan paling kecil namun masih dalam batas normal. Analisa aliran daya disimulasikan terjadi pada periode beban puncak. Umumnya beban puncak pada gardu induk Cikarang terjadi di malam hari dengan total beban sebesar 47,2 MW dari total beban yang ditampu oleh lima belas penyulang.

Tabel 4.6 Daya Aktif Dan Reaktif Pada Kondisi Normal

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (I)
1	Mekar	6.102	1.286	186.9
2	YKK.2	2.198	0.958	72.37
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.044
4	Jarakosta 2	2.375	0.103	71.12
5	Maspion 2	2.204	0.0893	66.1
6	Gobel	1.191	0.0615	35.38
7	Jarakosta 1	1.872	0.0933	55.57
8	Tezar	2.873	0.0823	86.82
9	Nasional	0.851	0.0386	25.25
10	Samator	2.035	0.0421	60.93
11	Fanta	0.339	0.106	10.63
12	Cocacola	1.021	0.0386	30.3
13	Isti	1.362	0.0485	40.38
14	Jarakosta3	2.889	0.0651	86.04
15	Panasonic	1.189	0.0718	35.5

4.7 Aliran Daya Pada Gardu Induk Cikarang Setelah Kontingensi

Skenario kontingensi yang telah disimulasikan pada aplikasi ETAP 19.0 terdiri dari tujuh skenario kontingensi. Skenario kontingensi dilakukan pada setiap saluran distribusi tiap penyulang yang beroperasi pada gardu induk Cikarang.

a. Skenario 1 (Penyulang Mekar)

Skenario 1 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4. 7 Skenario 1 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar			
2	YKK.2	2.204	0.961	72.06
3	Maspion 1	0.171	0.0068	5.024
4	Jarakosta 2	2.381	0.103	70.82
5	Maspion 2	2.209	0.0895	65.82
6	Gobel	1.194	0.0617	35.24
7	Jarakosta 1	1.877	0.0936	55.35
8	Tezar	2.881	0.0825	86.44
9	Nasional	0.853	0.0387	25.15
10	Samator	2.04	0.0422	60.67
11	Fanta	0.34	0.106	10.59
12	Cocacola	1.024	0.0387	30.18
13	Isti	1.366	0.0486	40.21
14	Jarakosta3	2.896	0.0652	85.68
15	Panasonic	1.192	0.072	35.35

Tabel 4.8 Skenario 1 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar				
2	YKK.2	19.489	19.261	97.44	96.3
3	Maspion 1	19.481	19.643	97.4	98.22
4	Jarakosta 2	19.476	19.429	97.38	97.15
5	Maspion 2	19.473	19.394	97.37	96.97
6	Gobel	19.464	19.396	97.32	97.98
7	Jarakosta 1	19.389	19.608	96.95	98.04
8	Tezar	19.379	19.249	96.89	96.25
9	Nasional	19.306	19.612	96.53	98.06
10	Samator	19.297	19.42	96.49	97.1
11	Fanta	19.288	19.438	96.44	97.19
12	Cocacola	19.262	19.605	96.31	98.02
13	Isti	19.258	19.62	96.29	98.1
14	Jarakosta3	19.128	19.521	95.64	97.61
15	Panasonic	19.116	19.51	95.58	97.55

b. Skenario 2 (Penyulang YKK 2)

Skenario 2 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.9 Skenario 2 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.11	1.288	186.5
2	YKK 2			
3	Maspion 1	0.171	0.0068	5.034
4	Jarakosta 2	2.378	0.103	70.96
5	Maspion 2	2.206	0.0894	65.96
6	Gobel	1.193	0.0616	35.31
7	Jarakosta 1	1.875	0.0934	55.46
8	Tezar	2.877	0.0824	86.63
9	Nasional	0.852	0.0386	25.2
10	Samator	2.038	0.0421	60.8
11	Fanta	0.34	0.106	10.61
12	Cocacola	1.023	0.0386	30.24
13	Isti	1.364	0.0486	40.29
14	Jarakosta3	2.893	0.0651	85.86
15	Panasonic	1.191	0.0719	35.42

Tabel 4.10 Skenario 2 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.325	97.56	96.63
2	YKK 2				
3	Maspion 1	19.481	19.579	97.4	97.89
4	Jarakosta 2	19.476	19.364	97.38	96.82
5	Maspion 2	19.473	19.328	97.37	96.64
6	Gobel	19.464	19.531	97.32	97.65
7	Jarakosta 1	19.389	19.543	96.95	97.71
8	Tezar	19.379	19.184	96.89	95.92
9	Nasional	19.306	19.547	96.53	97.74
10	Samator	19.297	19.355	96.49	96.77
11	Fanta	19.288	19.373	96.44	96.86
12	Cocacola	19.262	19.54	96.31	97.7
13	Isti	19.258	19.535	96.29	97.78
14	Jarakosta3	19.128	19.456	95.64	97.28
15	Panasonic	19.116	19.445	95.58	97.23

c. Skenario 3 (Penyulang Maspion 1)

Skenario 3 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.11 Skenario 3 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.102	1.286	186.9
2	YKK 2	2.198	0.958	72.37
3	Maspion 1			
4	Jarakosta 2	2.375	0.103	71.11
5	Maspion 2	2.204	0.0893	66.1
6	Gobel	1.191	0.0615	35.38
7	Jarakosta 1	1.875	0.0933	55.57
8	Tezar	2.874	0.0823	86.81
9	Nasional	0.851	0.0386	25.25
10	Samator	2.035	0.0421	60.93
11	Fanta	0.339	0.106	10.63
12	Cocacola	1.021	0.0386	30.3
13	Isti	1.362	0.0485	40.37
14	Jarakosta3	2.889	0.0651	86.03
15	Panasonic	1.189	0.0718	35.49

Tabel 4.12 Skenario 3 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.261	97.56	96.3
2	YKK 2	19.489	19.13	97.44	95.63
3	Maspion 1				
4	Jarakosta 2	19.476	19.3	97.38	96.5
5	Maspion 2	19.473	19.264	97.37	96.32
6	Gobel	19.464	19.467	97.32	97.33
7	Jarakosta 1	19.389	19.479	96.95	97.39
8	Tezar	19.379	19.119	96.89	95.59
9	Nasional	19.306	19.483	96.53	97.42
10	Samator	19.297	19.291	96.49	96.45
11	Fanta	19.288	19.308	96.44	96.54
12	Cocacola	19.262	19.476	96.31	97.38
13	Isti	19.258	19.491	96.29	97.46
14	Jarakosta3	19.128	19.392	95.64	96.96
15	Panasonic	19.116	19.381	95.58	96.91

d. Skenario 4 (Penyulang Jarakosta 2)

Skenario 4 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.13 Skenario 4 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.106	1.287	186.7
2	YKK 2	2.199	0.959	72.28
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.038
4	Jarakosta 2			
5	Maspion 2	2.205	0.0894	66.03
6	Gobel	1.192	0.0615	35.34
7	Jarakosta 1	1.874	0.0934	55.51
8	Tezar	2.876	0.0824	86.71
9	Nasional	0.852	0.0386	25.22
10	Samator	2.037	0.0421	60.86
11	Fanta	0.34	0.106	10.62
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.27
13	Isti	1.363	0.0485	40.33
14	Jarakosta3	2.891	0.0651	85.94
15	Panasonic	1.19	0.0719	35.45

Tabel 4.14 Skenario 4 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.325	97.56	96.63
2	YKK 2				
3	Maspion 1	19.481	19.579	97.4	97.89
4	Jarakosta 2	19.476	19.364	97.38	96.82
5	Maspion 2	19.473	19.328	97.37	96.64
6	Gobel	19.464	19.531	97.32	97.65
7	Jarakosta 1	19.389	19.543	96.95	97.71
8	Tezar	19.379	19.184	96.89	95.92
9	Nasional	19.306	19.547	96.53	97.74
10	Samator	19.297	19.355	96.49	96.77
11	Fanta	19.288	19.373	96.44	96.86
12	Cocacola	19.262	19.54	96.31	97.7
13	Isti	19.258	19.535	96.29	97.78
14	Jarakosta3	19.128	19.456	95.64	97.28
15	Panasonic	19.116	19.445	95.58	97.23

e. Skenario 5 (Penyulang Maspion 2)

Skenario 5 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.15 Skenario 5 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.106	1.287	186.7
2	YKK 2	2.199	0.959	72.29
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.039
4	Jarakosta 2	2.376	0.103	71.04
5	Maspion 2			
6	Gobel	1.192	0.0615	35.34
7	Jarakosta 1	1.874	0.0934	55.51
8	Tezar	2.875	0.0824	86.72
9	Nasional	0.852	0.0386	25.23
10	Samator	2.037	0.0421	60.86
11	Fanta	0.34	0.106	10.62
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.27
13	Isti	1.363	0.0485	40.33
14	Jarakosta3	2.891	0.0651	85.95
15	Panasonic	1.19	0.0719	35.46

Tabel 4.16 Skenario 5 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.253	97.56	96.47
2	YKK 2	19.489	19.163	97.44	95.81
3	Maspion 1	19.481	19.547	97.4	97.73
4	Jarakosta 2	19.476	19.332	97.38	96.66
5	Maspion 2				
6	Gobel	19.464	19.499	97.32	97.49
7	Jarakosta 1	19.389	19.511	96.95	97.55
8	Tezar	19.379	19.151	96.89	95.76
9	Nasional	19.306	19.513	96.53	97.58
10	Samator	19.297	19.323	96.49	96.61
11	Fanta	19.288	19.341	96.44	96.7
12	Cocacola	19.262	19.508	96.31	97.54
13	Isti	19.258	19.523	96.29	97.62
14	Jarakosta3	19.128	19.424	95.64	97.12
15	Panasonic	19.116	19.413	95.58	97.07

f. Skenario 6 (Penyulang Gobel)

Skenario 6 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.17 Skenario 6 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.104	1.287	186.8
2	YKK 2	2.199	0.959	72.33
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.041
4	Jarakosta 2	2.376	0.103	71.07
5	Maspion 2	2.204	0.0893	66.07
6	Gobel			
7	Jarakosta 1	1.873	0.0934	55.54
8	Tezar	2.875	0.0823	86.77
9	Nasional	0.851	0.0386	25.24
10	Samator	2.036	0.0421	60.89
11	Fanta	0.339	0.106	10.62
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.28
13	Isti	1.363	0.0485	40.35
14	Jarakosta3	2.89	0.0651	85.99
15	Panasonic	1.19	0.0718	35.48

Tabel 4.18 Skenario 6 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.277	97.56	96.38
2	YKK 2	19.489	19.146	97.44	95.73
3	Maspion 1	19.481	19.531	97.4	97.65
4	Jarakosta 2	19.476	19.316	97.38	96.58
5	Maspion 2	19.473	19.28	97.37	96.4
6	Gobel				
7	Jarakosta 1	19.389	19.495	96.95	97.47
8	Tezar	19.379	19.135	96.89	95.67
9	Nasional	19.306	19.499	96.53	97.3
10	Samator	19.297	19.307	96.49	96.53
11	Fanta	19.288	19.324	96.44	96.62
12	Cocacola	19.262	19.492	96.31	97.46
13	Isti	19.258	19.307	96.29	97.54
14	Jarakosta3	19.128	19.408	95.64	97.04
15	Panasonic	19.116	19.397	95.58	96.98

g. Skenario 7 (Penyulang Jarakosta 1)

Skenario 7 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.19 Skenario 7 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.105	1.287	186.8
2	YKK 2	2.199	0.959	72.3
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.04
4	Jarakosta 2	2.376	0.103	71.05
5	Maspion 2	2.205	0.0893	66.04
6	Gobel	1.192	0.0615	35.95
7	Jarakosta 1			
8	Tezar	2.875	0.0823	86.74
9	Nasional	0.852	0.0386	25.23
10	Samator	2.036	0.0421	60.87
11	Fanta	0.339	0.106	10.63
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.29
13	Isti	1.363	0.0485	40.34
14	Jarakosta3	2.89	0.0651	85.96
15	Panasonic	1.19	0.0718	35.46

Tabel 4.20 Skenario 7 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.287	97.56	96.44
2	YKK 2	19.489	19.157	97.44	95.78
3	Maspion 1	19.481	19.541	97.4	97.7
4	Jarakosta 2	19.476	19.326	97.38	96.63
5	Maspion 2	19.473	19.29	97.37	96.45
6	Gobel	19.464	19.493	97.32	97.47
7	Jarakosta 1				
8	Tezar	19.379	19.145	96.89	95.73
9	Nasional	19.306	19.509	96.53	97.55
10	Samator	19.297	19.317	96.49	96.58
11	Fanta	19.288	19.335	96.44	96.67
12	Cocacola	19.262	19.502	96.31	97.51
13	Isti	19.258	19.318	96.29	97.59
14	Jarakosta3	19.128	19.418	95.64	97.09
15	Panasonic	19.116	19.407	95.58	97.04

h. Skenario 8 (Penyulang Tezar)

Skenario 8 kontingensi (N-1) dilakukan

dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.21 Skenario 8 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.107	1.288	186.7
2	YKK 2	2.2	0.959	72.27
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.037
4	Jarakosta 2	2.377	0.103	71.01
5	Maspion 2	2.206	0.0894	66.01
6	Gobel	1.192	0.0616	35.33
7	Jarakosta 1	1.874	0.0934	55.5
8	Tezar			
9	Nasional	0.852	0.0386	25.22
10	Samator	2.037	0.0421	60.84
11	Fanta	0.34	0.106	10.61
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.26
13	Isti	1.363	0.0485	40.32
14	Jarakosta3	2.891	0.0651	85.92
15	Panasonic	1.19	0.0719	35.45

Tabel 4.22 Skenario 8 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.304	97.56	96.52
2	YKK 2	19.489	19.173	97.44	95.87
3	Maspion 1	19.481	19.557	97.4	97.79
4	Jarakosta 2	19.476	19.342	97.38	96.71
5	Maspion 2	19.473	19.307	97.37	96.53
6	Gobel	19.464	19.509	97.32	97.55
7	Jarakosta 1	19.389	19.521	96.95	97.61
8	Tezar				
9	Nasional	19.306	19.526	96.53	97.63
10	Samator	19.297	19.333	96.49	96.67
11	Fanta	19.288	19.351	96.44	96.76
12	Cocacola	19.262	19.518	96.31	97.39
13	Isti	19.258	19.334	96.29	97.67
14	Jarakosta3	19.128	19.434	95.64	97.17
15	Panasonic	19.116	19.424	95.58	97.12

i. Skenario 9 (Penyulang Nasional)

Skenario 9 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.23 Skenario 9 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.103	1.287	186.9
2	YKK 2	2.198	0.959	72.34
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.042
4	Jarakosta 2	2.375	0.103	71.09
5	Maspion 2	2.204	0.0893	66.08
6	Gobel	1.192	0.0615	35.37
7	Jarakosta 1	1.873	0.0933	55.55
8	Tezar	2.874	0.0823	86.78
9	Nasional			
10	Samator	2.036	0.0421	60.91
11	Fanta	0.339	0.106	10.63
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.29
13	Isti	1.362	0.0485	40.36
14	Jarakosta3	2.89	0.0651	86.01
15	Panasonic	1.19	0.0718	35.48

Tabel 4.24 Skenario 9 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.271	97.56	96.36
2	YKK 2	19.489	19.141	97.44	95.7
3	Maspion 1	19.481	19.523	97.4	97.63
4	Jarakosta 2	19.476	19.31	97.38	96.55
5	Maspion 2	19.473	19.275	97.37	96.37
6	Gobel	19.464	19.477	97.32	97.39
7	Jarakosta 1	19.389	19.489	96.95	97.45
8	Tezar	19.379	19.129	96.89	95.65
9	Nasional				
10	Samator	19.297	19.301	96.49	96.51
11	Fanta	19.288	19.319	96.44	96.59
12	Cocacola	19.262	19.486	96.31	97.43
13	Isti	19.258	19.502	96.29	97.51
14	Jarakosta3	19.128	19.402	95.64	97.01
15	Panasonic	19.116	19.391	95.58	96.96

j. Skenario 10 (Penyulang Samator)

Skenario 10 kontingensi (N-1) dilakukan dengan

melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.25 Skenario 10 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.105	1.287	186.8
2	YKK 2	2.199	0.959	72.3
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.039
4	Jarakosta 2	2.376	0.103	71.05
5	Maspion 2	2.205	0.0893	66.04
6	Gobel	1.192	0.0615	35.35
7	Jarakosta 1	1.874	0.0934	55.52
8	Tezar	2.875	0.0823	86.73
9	Nasional	0.852	0.0386	25.23
10	Samator			
11	Fanta	0.34	0.106	10.62
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.27
13	Isti	1.363	0.0485	40.34
14	Jarakosta3	2.891	0.0651	85.96
15	Panasonic	1.19	0.0719	35.46

Tabel 4.26 Skenario 10 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.289	97.56	96.44
2	YKK 2	19.489	19.158	97.44	95.79
3	Maspion 1	19.481	19.542	97.4	97.71
4	Jarakosta 2	19.476	19.328	97.38	96.64
5	Maspion 2	19.473	19.292	97.37	96.46
6	Gobel	19.464	19.495	97.32	97.47
7	Jarakosta 1	19.389	19.507	96.95	97.53
8	Tezar	19.379	19.147	96.89	95.73
9	Nasional	19.306	19.511	96.53	97.55
10	Samator				
11	Fanta	19.288	19.336	96.44	96.68
12	Cocacola	19.262	19.403	96.31	97.52
13	Isti	19.258	19.519	96.29	97.6
14	Jarakosta3	19.128	19.42	95.64	97.1
15	Panasonic	19.116	19.409	95.58	97.04

k. Skenario 11 (Penyulang Fanta)

Skenario 11 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.27 Skenario 11 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.103	1.287	186.9
2	YKK 2	2.198	0.959	72.35
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.043
4	Jarakosta 2	2.375	0.103	71.1
5	Maspion 2	2.204	0.0893	66.09
6	Gobel	1.191	0.0615	35.37
7	Jarakosta 1	1.873	0.0933	55.56
8	Tezar	2.874	0.0823	86.79
9	Nasional	0.851	0.0386	25.25
10	Samator	2.035	0.0421	60.91
11	Fanta			
12	Cocacola	1.021	0.0386	30.29
13	Isti	1.362	0.0485	40.37
14	Jarakosta3	2.889	0.0651	86.02
15	Panasonic	1.189	0.0718	35.49

Tabel 4.28 Skenario 11 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.267	97.56	96.34
2	YKK 2	19.489	19.137	97.44	95.68
3	Maspion 1	19.481	19.521	97.4	97.6
4	Jarakosta 2	19.476	19.306	97.38	96.53
5	Maspion 2	19.473	19.27	97.37	96.35
6	Gobel	19.464	19.473	97.32	97.36
7	Jarakosta 1	19.389	19.485	96.95	97.43
8	Tezar	19.379	19.125	96.89	95.63
9	Nasional	19.306	19.489	96.53	97.45
10	Samator	19.297	19.297	96.49	96.48
11	Fanta				
12	Cocacola	19.262	19.482	96.31	97.41
13	Isti	19.258	19.498	96.29	97.49
14	Jarakosta3	19.128	19.398	95.64	96.99
15	Panasonic	19.116	19.387	95.58	96.94

l. Skenario 12 (Penyulang Cocacola)

Skenario 12 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP

19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.29 Skenario 12 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.104	1.287	186.9
2	YKK 2	2.199	0.959	72.34
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.042
4	Jarakosta 2	2.375	0.103	71.08
5	Maspion 2	2.204	0.0893	66.07
6	Gobel	1.192	0.0615	35.37
7	Jarakosta 1	1.873	0.0933	55.55
8	Tezar	2.874	0.0823	86.78
9	Nasional	0.851	0.0386	25.24
10	Samator	2.036	0.0421	60.9
11	Fanta	0.339	0.106	10.63
12	Cocacola			
13	Isti	1.363	0.0485	40.36
14	Jarakosta3	2.89	0.0651	86
15	Panasonic	1.19	0.0718	35.48

Tabel 4.30 Skenario 12 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.274	97.56	96.37
2	YKK 2	19.489	19.143	97.44	95.72
3	Maspion 1	19.481	19.527	97.4	97.64
4	Jarakosta 2	19.476	19.312	97.38	96.56
5	Maspion 2	19.473	19.277	97.37	96.38
6	Gobel	19.464	19.48	97.32	97.4
7	Jarakosta 1	19.389	19.492	96.95	97.46
8	Tezar	19.379	19.132	96.89	95.66
9	Nasional	19.306	19.496	96.53	97.48
10	Samator	19.297	19.303	96.49	96.52
11	Fanta	19.288	19.321	96.44	96.61
12	Cocacola				
13	Isti	19.258	19.504	96.29	97.52
14	Jarakosta3	19.128	19.405	95.64	97.02
15	Panasonic	19.116	19.394	95.58	96.97

m. Skenario 13 (Penyulang Isti)

Skenario 13 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.31 Skenario 13 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.104	1.287	186.8
2	YKK 2	2.199	0.959	72.32
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.041
4	Jarakosta 2	2.376	0.103	71.07
5	Maspion 2	2.204	0.0893	66.06
6	Gobel	1.192	0.0615	35.36
7	Jarakosta 1	1.873	0.0934	55.54
8	Tezar	2.875	0.0823	86.76
9	Nasional	0.852	0.0386	25.24
10	Samator	2.036	0.0421	60.89
11	Fanta	0.339	0.106	10.62
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.28
13	Isti			
14	Jarakosta3	2.89	0.0651	85.99
15	Panasonic	1.19	0.0718	35.47

Tabel 4.32 Skenario 13 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.279	97.56	96.39
2	YKK 2	19.489	19.148	97.44	95.74
3	Maspion 1	19.481	19.532	97.4	97.66
4	Jarakosta 2	19.476	19.317	97.38	96.59
5	Maspion 2	19.473	19.282	97.37	96.41
6	Gobel	19.464	19.484	97.32	97.42
7	Jarakosta 1	19.389	19.497	96.95	97.48
8	Tezar	19.379	19.137	96.89	95.68
9	Nasional	19.306	19.501	96.53	97.5
10	Samator	19.297	19.308	96.49	96.54
11	Fanta	19.288	19.326	96.44	96.63
12	Cocacola	19.262	19.493	96.31	97.47
13	Isti				
14	Jarakosta3	19.128	19.409	95.64	97.05
15	Panasonic	19.116	19.399	95.58	96.99

n. Skenario 14 (Penyulang Jarakosta 3)

Skenario 14 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat

disimulasikan.

Tabel 4.33 Skenario 14 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Nama Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.107	1.287	186.7
2	YKK.2	2.2	0.959	72.27
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.038
4	Jarakosta 2	2.377	0.103	71.02
5	Maspion 2	2.205	0.0894	66.01
6	Gobel	1.192	0.0616	35.34
7	Jarakosta 1	1.874	0.0934	55.5
8	Tezar	2.875	0.0824	86.7
9	Nasional	0.852	0.0386	25.22
10	Samator	2.037	0.0421	60.85
11	Fanta	0.34	0.106	10.62
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.26
13	Isti	1.363	0.0485	40.32
14	Jarakosta3			
15	Panasonic	1.19	0.0719	35.45

Tabel 4.34 Skenario 14 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.301	97.56	96.3
2	YKK.2	19.489	19.17	97.44	95.85
3	Maspion 1	19.481	19.554	97.4	97.77
4	Jarakosta 2	19.476	19.339	97.38	96.7
5	Maspion 2	19.473	19.304	97.37	96.32
6	Gobel	19.464	19.306	97.32	97.33
7	Jarakosta 1	19.389	19.318	96.95	97.39
8	Tezar	19.379	19.159	96.89	95.79
9	Nasional	19.306	19.323	96.53	97.61
10	Samator	19.297	19.33	96.49	96.65
11	Fanta	19.288	19.348	96.44	96.74
12	Cocacola	19.262	19.315	96.31	97.58
13	Isti	19.238	19.331	96.29	97.65
14	Jarakosta3				
15	Panasonic	19.116	19.421	95.58	97.1

o. Skenario 15 (Penyulang Panasonic)

Skenario 15 kontingensi (N-1) dilakukan dengan melepas satu penyulang, yaitu penyulang Mekar dengan aplikasi ETAP 19.0. Nilai daya aktif, daya reaktif dan arus tiap penyulang pada saat disimulasikan.

Tabel 4.35 Skenario 15 Daya Aktif, Reaktif dan Arus

No	Penyulang	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Arus (A)
1	Mekar	6.104	1.287	186.8
2	YKK.2	2.199	0.959	72.33
3	Maspion 1	0.17	0.0068	5.041
4	Jarakosta 2	2.376	0.103	71.07
5	Maspion 2	2.204	0.0893	66.06
6	Gobel	1.192	0.0615	35.36
7	Jarakosta 1	1.873	0.0934	55.54
8	Tezar	2.875	0.0823	86.76
9	Nasional	0.852	0.0386	25.24
10	Samator	2.036	0.0421	60.89
11	Fanta	0.339	0.106	10.62
12	Cocacola	1.022	0.0386	30.28
13	Isti	1.363	0.0485	40.35
14	Jarakosta3	2.89	0.0651	85.99
15	Panasonic			

Tabel 4.36 Skenario 14 Nilai Tegangan

No	Nama Penyulang	Tegangan (V)		%V	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Mekar	19.512	19.278	97.56	96.39
2	YKK.2	19.489	19.147	97.44	95.74
3	Maspion 1	19.481	19.531	97.4	97.66
4	Jarakosta 2	19.476	19.316	97.38	96.58
5	Maspion 2	19.473	19.311	97.37	96.4
6	Gobel	19.464	19.483	97.32	97.42
7	Jarakosta 1	19.389	19.495	96.95	97.48
8	Tezar	19.379	19.136	96.89	95.68
9	Nasional	19.306	19.5	96.53	97.5
10	Samator	19.297	19.307	96.49	96.54
11	Fanta	19.288	19.325	96.44	96.63
12	Cocacola	19.262	19.492	96.31	97.46
13	Isti	19.238	19.308	96.29	97.54
14	Jarakosta3	19.128	19.408	95.64	97.04
15	Panasonic				

5. KESIMPULAN

1. Pada kondisi normal, total beban puncak yang ditanggung oleh gardu induk Cikarang sebesar 47,2 MW. Sedangkan pada saat beban rendah hanya sebesar 40,4 MW.

2. Pada kondisi normal sebelum kontingensi, masih dalam batasan nilai tegangan yang diperbolehkan pada pengoperasian sistem tenaga listrik menurut aturan SPLN yaitu pada pengoperasian sistem tenaga listrik maksimum +10% dari tegangan nominal dan batas minimum sebesar -10% dari tegangan nominal. Maka, batas tegangan standar maksimal pada gardu induk Cikarang 20kV adalah 22kV dan batas tegangan standar minimal pada gardu induk Cikarang 20kV adalah 18kV
3. Perhitungan PI yang dilakukan menghasilkan 15 urutan Performance Index tegangan (PIV) dan performance Index daya aktif (PIMW). Untuk PIV terbesar didapatkan pada skenario 3 dengan nilai PIV sebesar 4,24 sedangkan PIMW terbesar didapatkan pada skenario 3 dengan nilai PIMW sebesar 0,65
4. Perhitungan PI merupakan representasi tingkat keparahan yang ditimbulkan apabila terjadi peristiwa kontingensi pada gardu induk Cikarang. Oleh karena itu informasi tentang jumlah, letak atau besarnya saluran yang overload dan atau bus yang undervoltage tidak bisa diperoleh berdasarkan nilai PI tersebut.
5. Jaringan sistem tenaga listrik pada gardu induk Cikarang memiliki keamanan yang cukup baik. Dari 15 skenario kontingensi yang dilakukan, system tetap dapat beroperasi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Analisis Kontingensi pada Sistem Pemakaian Sendiri PLTU Ombilin | Yulisman | Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA) (unbari.ac.id)

[2] [https:// sumber.belajar.kemdikbud.go.id/repos/FileUpload/sumber%20energi%20Tragedi%20Nasional/Topik-2.html](https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id/repos/FileUpload/sumber%20energi%20Tragedi%20Nasional/Topik-2.html)

[3] <https://elektro.uma.ac.id/2021/03/21/saluran-transmisi-listrik/>

[4] http://repository.umpalembang.ac.id/id/eprint/4188/2/132015083_BAB%20II_SAMPAL_BAB%20TERAKHIR.pdf

[5]. [http://sipeg.unj.ac.id/repository/upload/buku/3.6_1_a_.Jaringan_Distribusi_Tenaga_Listrik-smt1-kl_IX_\(Buku_C3\)—26_Nop_2014_.pdf](http://sipeg.unj.ac.id/repository/upload/buku/3.6_1_a_.Jaringan_Distribusi_Tenaga_Listrik-smt1-kl_IX_(Buku_C3)—26_Nop_2014_.pdf)

[6] <http://156.67.221.169/id/eprint/3798>
<http://repository.uin-suska.ac.id/id/eprint/23850>

[7] <https://rakhman.net/electrical-id/sistem-tenaga-listrik/>