

# **PENGARUH PENERAPAN FDIR (FAULT DETECTION ISOLATION RESTORATION) PADA PENYULANG CPK13 & BDR03 DI PT PLN (PERSERO) UP2D KSKT**

Aditya Bayu Saputra<sup>1</sup>, Moethia Faridha<sup>2</sup>, Irfan<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan <sup>123</sup>

[adityaplncalselteng@gmail.com](mailto:adityaplncalselteng@gmail.com), [bariethia@gmail.com](mailto:bariethia@gmail.com), [irfan961@gmail.com](mailto:irfan961@gmail.com)

## **Abstrak**

Sistem distribusi merupakan bagian terpenting dalam proses penyaluran tenaga listrik, karena merupakan sarana pendistribusian energi listrik dari sumber pembangkit hingga sampai ke konsumen. Sehingga Keandalan sistem distribusi tenaga listrik sangat diperlukan. Oleh karena itu diperlukan cara – cara untuk menjamin keandalan sistem tersebut. Salah satunya dengan menggunakan sistem FDIR (Fault Detection Isolation Restoration) dalam pengoperasian jaringannya. Key Point / Middle Point yang terpasang selama ini sudah terintegrasi dengan SCADA namun belum dimanfaatkan secara maksimal, akibatnya waktu yang dibutuhkan dalam melakukan isolasi dan restorasi/pemulihan terhadap gangguan jaringan distribusi masih lebih lama.

Pada loop penyulang CPK13 & BDR03 ketika mengalami gangguan jaringan SUTM dilakukan perhitungan waktu dan diperoleh durasi waktu Isolasi dan restorasi / pemulihan, baik sebelum maupun sesudah menggunakan sistem FDIR. Selisih tersebut dapat menunjukkan hasil dari penerapan sistem FDIR pada penyulang CPK13 dan BDR03.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan dalam melakukan isolasi dan restorasi/pemulihan terhadap gangguan jaringan distribusi dengan menggunakan sistem FDIR maupun dengan menggunakan sistem manual/konvensional pada Penyulang CPK13 dan BDR03 dan bagaimana meningkatkan kehandalan sistem tenaga listrik di Wilayah Kalsel dan Kalteng dengan mempercepat proses penormalan gangguan maupun manuver beban dihitung dari menurunkan SAIDI, dan mengurangi ENS (Energy Not Sale).

Sistem FDIR diterapkan pada Penyulang CPK13 dapat mengurangi beban padam rata – rata 74,78%, durasi pemulihan lebih cepat rata – rata 62,33%, mengurangi SAIDI sebesar 99,80%, mengurangi ENS sebesar 98,60%, dan pada Penyulang BDR03 dapat

mengurangi beban padam rata – rata 73,36%, durasi pemulihan lebih cepat rata – rata 80,03%, mengurangi SAIDI sebesar 99,30%, mengurangi ENS sebesar 98,08%.

### **Kata kunci: Manuver, FDIR, SCADA, SAIDI, ENS**

#### **I. PENDAHULUAN**

Kualitas energi listrik yang diterima oleh pelanggan sangat dipengaruhi oleh keandalan sistem pendistribusiannya. Keandalan menggambarkan suatu ukuran tingkat ketersediaan / pelayanan penyediaan tenaga listrik dari sistem ke pelanggan. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik sangat dipengaruhi oleh konfigurasi sistem, alat pengaman yang dipasang, dan sistem proteksinya. Konfigurasi yang tepat, peralatan yang handal serta pengoperasian sistem yang otomatis akan memberikan unjuk kerja sistem distribusi yang baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu dalam melakukan tugas pengawasan dan pengendalian kinerja sistem distribusi secara real-time dan berbasis komputer. Berarti kriteria yang disebutkan sebelumnya adalah sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Pada saat perkembangan SCADA sekarang, ada pemikiran PT PLN (Persero) UP2D Kalsel & Kalteng untuk melakukan remote control peralatan di jaringan distribusi yaitu melakukan manuver jaringan dengan mudah dengan sistem jaringan distribusi

berbasis SCADA, agar dapat meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik Wilayah Kalsel & Kalteng.

Namun pada pelaksanaannya masih ada beberapa kekurangan seperti *remote control manuver* jaringan distribusi masih dilakukan oleh *Dispathcer*, yang mana *Dispathcer* harus menganalisa berdasarkan indikasi gangguan dan kesiapan jaringan distribusi, sedangkan petugas yang berada di lapangan juga melakukan inspeksi jaringan berdasarkan indikasi gangguan, sehingga waktu yang dibutuhkan relatif lama dan mempengaruhi lamanya waktu padam / durasi isolasi.

Oleh karena itu diperlukan cara – cara untuk menjaga keandalan sistem tersebut. Salah satunya dengan menggunakan sistem FDIR (*Fault Detection Isolation Restoration*) dalam pengoperasian jaringannya yang mana sistem FDIR memberikan panduan kepada *Dispatcher* untuk menangani gangguan yang terjadi. Diharapkan dengan menggunakan sistem FDIR ini, dapat mempercepat waktu recovery untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik Wilayah Kalsel & Kalteng pada Penyulang CPK13 dan BDR03 dan

untuk meningkatkan kehandalan system tenaga listrik di Wilayah Kalsel dan Kalteng dengan mempercepat proses penormalan gangguan maupun maneuver beban dihitung dari menurunkan SAIDI dan mengurangi ENS (Energy Not Sale).

## II. METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

1. Lokasi Penelitian: Kantor PLN (Persero) UP2D KSKT
2. Mengumpulkan data – data yang digunakan untuk penelitian:
  - a) Pengambilan data pada Single Line Diagram Penyulang CPK13 & BDR03, yaitu susunan rangkaian jaringan SUTM yang ada pada Single Line Diagram Operasi dan Single Line Diagram HMI SCADA.
  - b) Pengambilan data pada Data Pemetaan Jaringan dan data aset terpasang, sebuah database yang digunakan dalam pemetaan jaringan yang didalamnya terdapat data parameter jaringan (baik berupa panjang, luas penampang, impedansi jaringan, & jenis penampang), dan data asset berupa titik manuver,

karakteristik tahanan pentanahan, data trafo tenaga di GI, arus gangguan yang diambil dari IED proteksi di GI, Indikasi fault indicator.

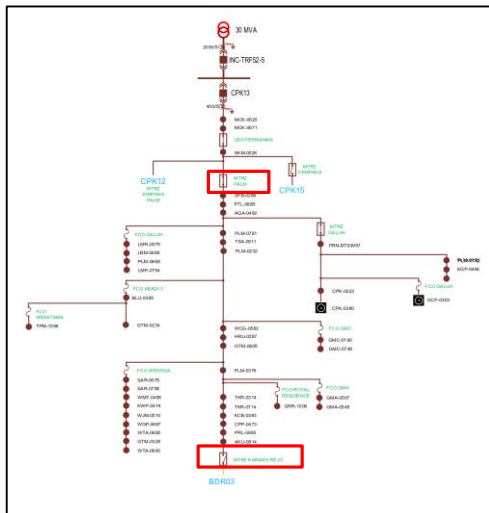
### 3. Melakukan Observasi:

- a) Pengamatan langsung serta penggalan informasi pada Bagian SCADATEL & Operasi Sistem Distribusi di UP2D KSKT tentang kesiapan SCADA & FDIR pada penyulang CPK13 dan BDR03 di Master Station.
- b) Melakukan penggalan Informasi pada pada Bagian RTU & PP di UP2D KSKT selaku yang bertanggung jawab terhadap kesiapan RTU di Key Point (Recloser, LBS Motorize) dan FIOHL (Fault Indicator Overhead Lamp) dan pada Bagian Pemeliharaan di UP2D KSKT terhadap kesiapan peralatan Kubikel 20 kV dan peralatan Key Point (Recloser, LBS Motorize).

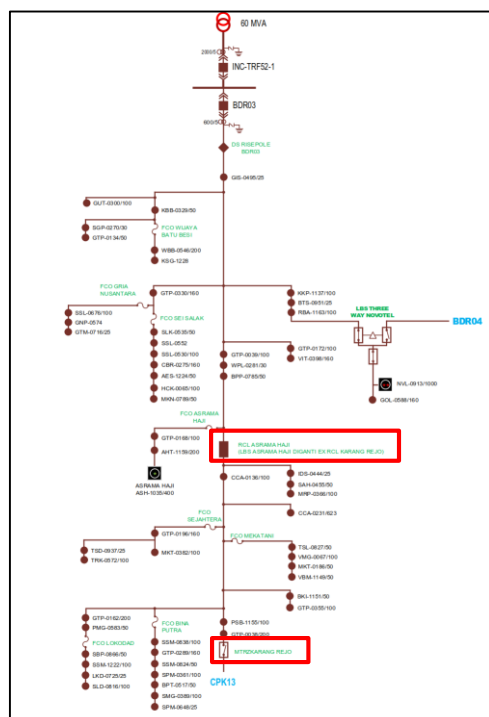
## III. HASIL PEMBAHASAN

- a. Gambar Single Line Operasi Distribusi

Berikut ini *Single Line Diagram* Penyulang CPK13 dan Penyulang BDR03.



Gambar 1 Single Line Diagram Operasi Distribusi Penyulang CPK13

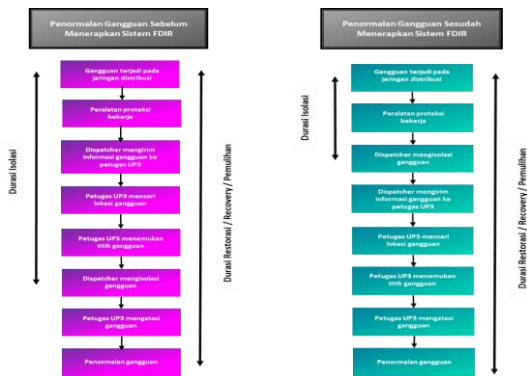


Gambar 2 Single Line Diagram Penyulang BDR03

b. Prosedur Penormalan Gangguan Sebelum dan Sesudah Menerapkan Sistem FDIR

Penerapan sistem FDIR secara umum adalah mempermudah Dispatcher untuk menangani suatu gangguan yang terjadi. Informasi yang diterima oleh Dispatcher meliputi dimana lokasi gangguan terjadi. Kemudian memberikan informasi yang optimum bagaimana cara melakukan isolasi gangguan tersebut serta melakukan penyelesaian (*re-energize*) penyulang yang mengalami gangguan tersebut. Hal ini akan membantu dalam mengurangi waktu pemadaman yang diakibatkan gangguan yang terjadi. Petugas lapangan juga dapat lebih fokus terhadap penelusuran gangguan jaringan 20 kV berdasarkan indikasi lokasi yang terganggu melalui Wall Display yang dimonitor oleh Dispatcher di DCC (Distribution Control Center) menggunakan SCADA.

Berikut Prosedur penormalan gangguan sebelum dan sesudah menerapkan sistem FDIR:



Gambar 3 Prosedur Penormalan Gangguan Sebelum dan Sesudah Menerapkan Sistem FDIR

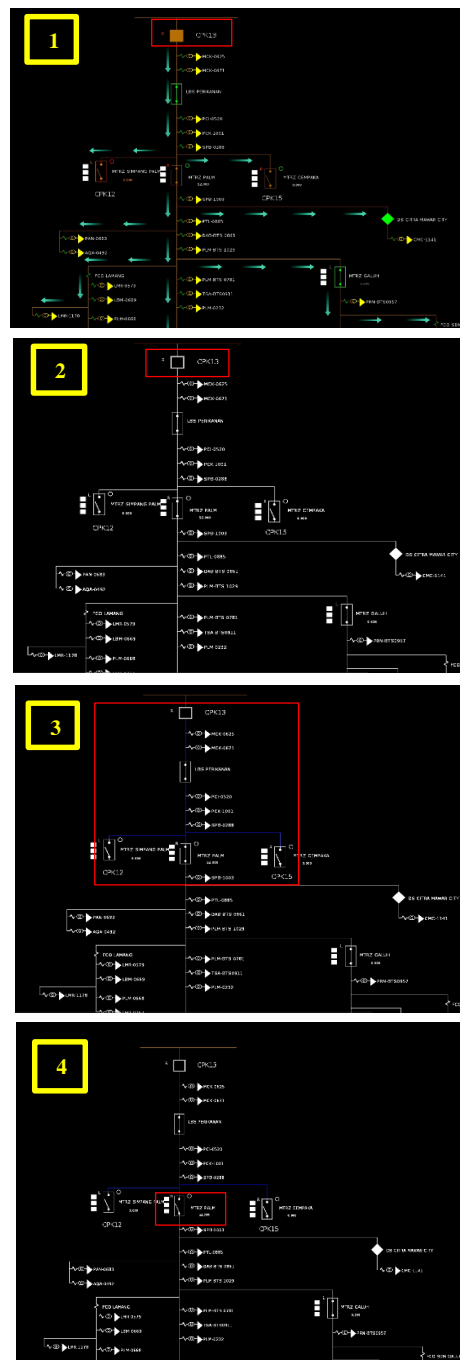
Prosedur pada penormalan gangguan sebelum menerapkan sistem FDIR, Dispatcher menunggu informasi dari petugas di lapangan mengenai kondisi jaringan yang telah ditelusuri, jika sudah ditemukan titik gangguannya, maka Dispatcher baru dapat melakukan isolasi gangguan dengan manuver jaringan berupa mengirim tegangan pada section jaringan yang tidak mengalami gangguan, sehingga waktu padam menjadi lebih lama.

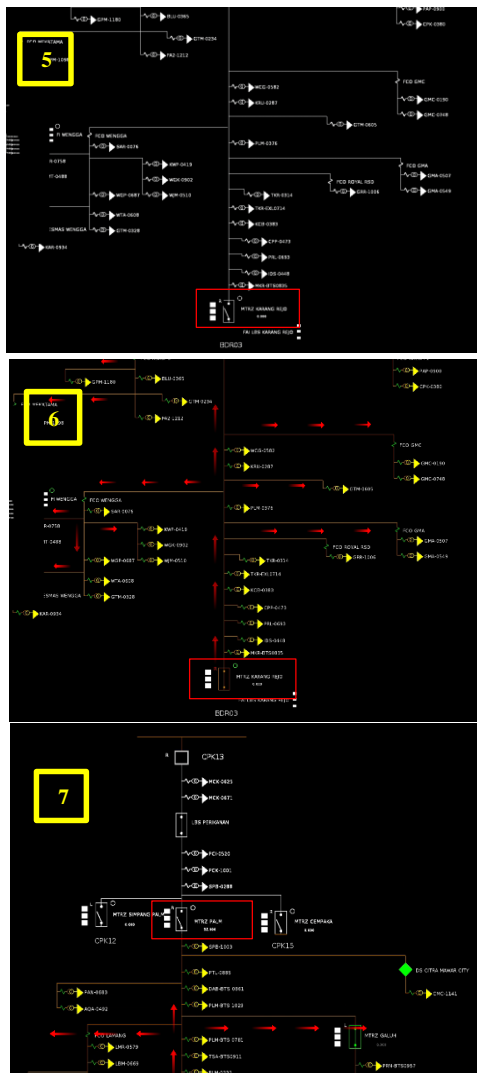
Setelah menerapkan sistem FDIR, Dispatcher dapat langsung melakukan isolasi gangguan dengan manuver jaringan berupa mengirim tegangan pada section jaringan yang tidak mengalami gangguan, kemudian Dispatcher menginformasikan indikasi dan lokasi section yang terganggu kepada petugas, baru kemudian petugas bergerak

melakukan penelusuran pada section tersebut.

### c. Alur Proses Penerapan Sistem FDIR

Berikut ini adalah alur proses penerapan sistem FDIR





Berdasarkan gambar di atas, berikut ini ada adalah alur proses penerapan sistem FDIR:

- Dalam kondisi normal, penyulang CPK13 disuplai dari pangkal penyulang hingga ujung jaringan di Mtrz Karang Rejo.
- Penyulang CPK13 trip dengan indikasi gangguan tertentu.
- Indikasi lokasi gangguan terjadi di section 1, yaitu dari pangkal

penyulang CPK13 sampai dengan Mtrz Palm.

- Dispatcher melakukan konfirmasi pada aplikasi FDIR aktif kemudian skenario manuver dijalankan, dan Mtrz Palm **open**.
- Mtrz Karang Rejo yang dalam posisi **open**.
- Mtrz Karang Rejo menjadi **close** otomatis.

Jaringan 20 kV yang tidak terkena imbas gangguan dapat normal dalam waktu yang lebih cepat tanpa harus menunggu konfirmasi petugas dilapangan.

#### d. Perhitungan Waktu dan Beban Padam Sebelum dan Sesudah Menggunakan Sistem FDIR

Tabel 1 Tabel Durasi Waktu Penyulang BDR03 Sebelum Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu				Beban (MW)	
			Trip	Isolasi	Durasi Isolasi (Menit)	Normal		Durasi Recovery (Menit)
1	02/01/2019	BDR03	16:03:00	16:20:00	17	20:52:00	289	4,00
2	11/01/2019	BDR03	17:15:00	18:40:00	85	21:38:00	263	4,70
3	13/02/2019	BDR03	4:51:00	6:00:00	69	6:38:00	107	3,47
4	13/02/2019	BDR03	6:38:00	7:00:00	22	10:41:00	243	3,40
5	23/03/2019	BDR03	17:09:35	17:35:00	25	19:08:01	118	4,20
6	10/05/2019	BDR03	15:22:00	15:35:07	13	15:35:07	13	6,80
8	19/07/2019	BDR03	7:31:58	11:36:00	244	10:31:00	179	2,19
9	19/07/2019	BDR03	11:13:00	11:36:00	23	14:10:00	177	2,18
10	11/09/2019	BDR03	15:56:21	17:04:00	67	17:04:00	67	2,20
11	26/09/2019	BDR03	1:19:00	2:06:00	47	2:06:00	47	4,70
14	10/12/2019	BDR03	13:00:00	13:40:00	40	13:40:00	40	8,10
Rata-rata					59,27	-	140,27	4,18

Tabel 2 Tabel Durasi Waktu Penyulang BDR03 Sesudah Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu				Beban (MW)	
			Trip	Isolasi	Durasi Isolasi (Menit)	Normal		Durasi Recovery (Menit)
1	18/01/2020	BDR03	7:34:35	7:54:46	20	7:54:46	20	1,41
2	15/02/2020	BDR03	15:19:00	15:28:47	9	15:28:47	9	1,40
3	04/03/2020	BDR03	14:57:14	15:07:00	9	16:03:23	66	0,80
4	27/03/2020	BDR03	18:45:09	19:03:00	17	19:03:00	17	0,84
Rata-rata					13,75	-	28,00	1,11

Tabel 3 Tabel Durasi Waktu  
Penyulang CPK13 Sebelum  
Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu					Beban (MW)
			Trip	Isolasi	Durasi Isolasi (Menit)	Normal	Durasi Recovery (Menit)	
1	11/01/2019	CPK13	19:34:00	21:05:00	91	19:47:00	13	1,77
2	11/01/2019	CPK13	20:01:00	21:05:00	64	21:15:00	74	2,19
3	23/02/2019	CPK13	0:19:00	1:20:00	61	3:25:45	186	1,80
4	30/04/2019	CPK13	7:27:00	8:40:00	73	8:50:00	83	1,31
5	11/07/2019	CPK13	9:39:36	10:38:17	58	10:38:17	58	3,20
6	03/11/2019	CPK13	14:34:59	15:42:46	67	15:42:46	67	1,81
7	23/11/2019	CPK13	14:43:36	15:40:00	56	15:42:32	58	1,80
Rata - rata					67,14		77,00	1,98

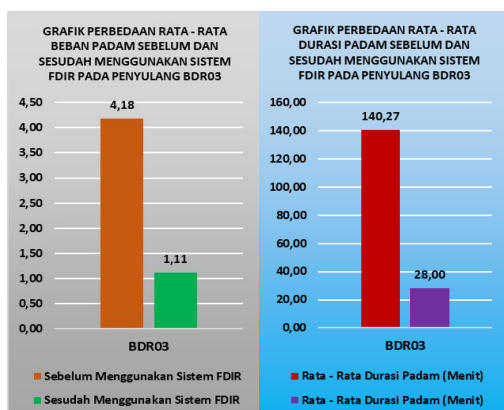
Tabel 4 Tabel Durasi Waktu Penyulang  
CPK13 Sesudah Menggunakan Sistem  
FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu					Beban (MW)
			Trip	Isolasi	Durasi Isolasi (Menit)	Normal	Durasi Recovery (Menit)	
1	01/03/2020	CPK13	12:01:00	12:25:00	24	12:30:59	29	0,50

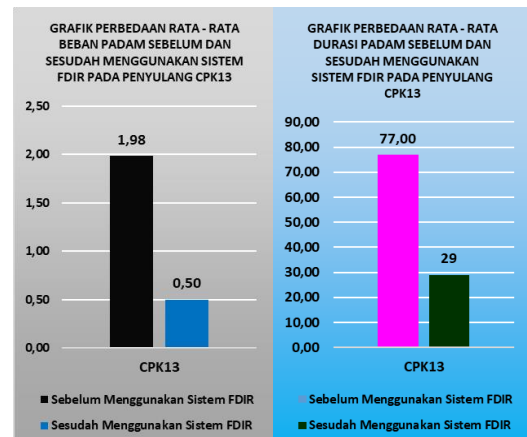
Berdasarkan data – data tabel di atas diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Tabel 5 Durasi Waktu Penyulang  
BDR03 dan CPK13 Sebelum dan  
Sesudah Menggunakan Sistem FDIR

No	Penyulang	Sebelum Menggunakan Sistem FDIR		Sesudah Menggunakan Sistem FDIR	
		Rata - Rata Beban Padam (MW)	Rata - Rata Durasi Padam (Menit)	Rata - Rata Beban Padam (MW)	Rata - Rata Durasi Padam (Menit)
1	BDR03	4,18	140,27	1,11	28,00
2	CPK13	1,98	77,00	0,50	29



Gambar 5 Grafik Perbedaan Rata - Rata  
Beban dan Durasi Padam Pada  
Penyulang BDR03



Gambar 6 Grafik Perbedaan Rata - Rata  
Beban dan Durasi Padam Pada  
Penyulang CPK13

- e. Tingkat kehandalan sistem tenaga listrik di Wilayah Kalsel dan Kalteng dengan mempercepat proses penormalan gangguan maupun manuver beban dihitung dari menurunkan SAIDI, dan mengurangi ENS (*Energy Not Sale*).
- a. Perhitungan SAIDI

Sama seperti dengan perhitungan waktu dan beban, menghitung nilai SAIDI juga dapat dilakukan dengan menggunakan data historikal gangguan yang sudah direkapitulasi oleh petugas Dispatcher.

Berikut ini adalah tabel perhitungan SAIDI sesuai dengan data historikal gangguan:

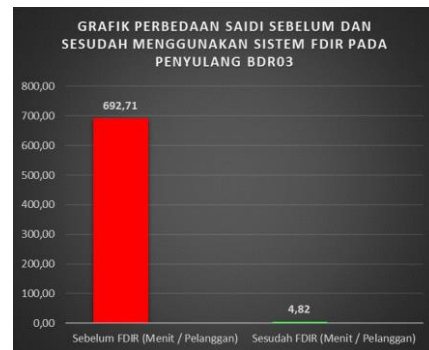
Tabel 6 Tabel SAIDI Penyulang BDR03 Sebelum Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu			Beban (MW)	Jumlah Pelanggan Padam	Jumlah Pelanggan	Lama Padam x Jumlah Pelanggan Padam	SAIDI
			Trip	Normal	Durasi Recovery (Menit)					
1	02/01/2019	BDR03	16:03:00	20:52:00	289	4,00	5228,76	127424	1511111,11	11,86
2	11/01/2019	BDR03	17:15:00	21:38:00	263	4,70	6443,79	127424	1616161,69	12,68
3	12/02/2019	BDR03	4:52:00	5:38:00	107	3,47	4534,31	128004	485171,57	3,79
4	13/02/2019	BDR03	6:38:00	10:41:00	243	3,40	4444,44	128004	1080000,00	8,44
5	23/03/2019	BDR03	17:09:35	19:08:01	118	4,20	5490,20	128535	647843,14	5,04
6	10/05/2019	BDR03	15:22:00	15:35:07	13	6,80	8888,89	129701	115555,56	0,89
8	19/07/2019	BDR03	7:31:58	10:31:00	179	2,19	2862,75	130626	512431,37	3,92
9	19/07/2019	BDR03	11:13:00	14:10:00	177	2,18	2849,67	130626	504392,16	3,86
10	11/09/2019	BDR03	15:56:21	17:04:00	67	2,20	3875,82	131963	152679,74	1,46
11	26/09/2019	BDR03	1:19:00	2:06:00	47	4,70	6143,79	131963	388758,17	2,91
14	10/11/2019	BDR03	13:00:00	13:40:00	40	8,10	10588,24	133762	42529,41	3,17
Jumlah					1543	45,94	60050,65	133762	92658158,5	692,7091

No	Penyulang	SAIDI	
		Sebelum FDIR (Menit / Pelanggan)	Sesudah FDIR (Menit / Pelanggan)
1	BDR03	692,71	4,82
2	CPK13	73,67	0,14

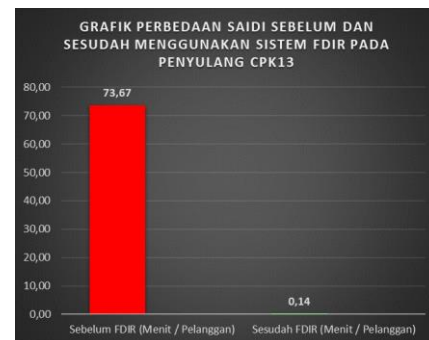
Tabel 7 Tabel SAIDI Penyulang BDR03 Sesudah Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu			Beban (MW)	Jumlah Pelanggan Padam	Jumlah Pelanggan	Lama Padam x Jumlah Pelanggan Padam	SAIDI
			Trip	Normal	Durasi Recovery (Menit)					
1	18/01/2020	BDR03	7:34:35	7:54:46	20	1,41	1843,14	134213	36862,75	0,27
2	15/02/2020	BDR03	15:19:00	15:28:47	9	1,40	1890,07	134756	14470,59	0,12
3	04/03/2020	BDR03	14:57:14	16:02:23	66	0,80	1045,75	135129	69019,61	0,51
4	27/03/2020	BDR03	18:45:09	19:03:00	17	0,84	1098,04	135129	18666,67	0,14
Jumlah					112,00	4,45	5816,99	135129	651503,27	4,82



Tabel 8 Tabel SAIDI Penyulang CPK13 Sebelum Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu			Beban (MW)	Jumlah Pelanggan Padam	Jumlah Pelanggan	Lama Padam x Jumlah Pelanggan Padam	SAIDI
			Trip	Normal	Durasi Recovery (Menit)					
1	11/01/2019	CPK13	19:34:00	19:47:00	13	1,77	2313,73	127424	30078,43	0,24
2	11/01/2019	CPK13	20:01:00	21:15:00	74	2,19	2862,75	127424	211843,14	1,66
3	23/02/2019	CPK13	0:19:00	1:25:45	186	1,80	2352,94	128004	43767,06	3,42
4	30/04/2019	CPK13	7:27:00	8:50:00	83	1,31	1755,03	129065	42347,71	1,10
5	11/07/2019	CPK13	9:39:36	10:38:17	58	3,20	4183,01	130626	342614,38	1,86
6	02/11/2019	CPK13	14:34:59	15:42:46	67	1,81	2366,01	132772	158522,88	1,19
7	23/11/2019	CPK13	14:43:36	15:42:32	58	1,80	2352,94	132772	136470,59	1,03
Jumlah					539	13,88	18146,41	132772	9780912,418	73,66698



Gambar 7 Grafik Perbedaan SAIDI Sebelum dan Sesudah Menggunakan Sistem FDIR Pada Penyulang BDR03 dan CPK13

Tabel 9 Tabel SAIDI Penyulang CPK13 Sesudah Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu			Beban (MW)	Jumlah Pelanggan Padam	Jumlah Pelanggan	Lama Padam x Jumlah Pelanggan Padam	SAIDI
			Trip	Normal	Durasi Recovery (Menit)					
1	01/03/2020	CPK13	12:01:00	12:30:59	29	0,50	653,59	135129	18954,25	0,14

b. Perhitungan ENS

Berikut ini adalah tabel perhitungan ENS sesuai dengan data historikal gangguan:

Tabel 11 Tabel ENS Penyulang BDR03 Sebelum Menggunakan Sistem FDIR

Berdasarkan data – data tabel di atas diperoleh kesimpulan sebagai berikut:  
Tabel 10 SAIDI Penyulang BDR03 dan CPK13 Sebelum dan Sesudah Menggunakan Sistem FDIR



No	Tanggal	Penyulang	Waktu			Beban (MW)	ENS (MWh)
			Trip	Normal	Durasi Recovery (Menit)		
1	02/01/2019	BDR03	16:03:00	20:52:00	289	4,00	19,27
2	11/01/2019	BDR03	17:15:00	21:38:00	263	4,70	20,60
3	13/02/2019	BDR03	4:51:00	6:38:00	107	3,47	6,19
4	13/02/2019	BDR03	6:38:00	10:41:00	243	3,40	13,77
5	23/03/2019	BDR03	17:09:35	19:08:01	118	4,20	8,26
6	10/05/2019	BDR03	15:22:00	15:35:07	13	6,80	1,47
8	19/07/2019	BDR03	7:31:58	10:31:00	179	2,19	6,53
9	19/07/2019	BDR03	11:13:00	14:10:00	177	2,18	6,43
10	11/09/2019	BDR03	15:56:21	17:04:00	67	2,20	2,46
11	26/09/2019	BDR03	1:19:00	2:06:00	47	4,70	3,68
14	10/12/2019	BDR03	13:00:00	13:40:00	40	8,10	5,40
Jumlah						45,94	94,06

Tabel 12 Tabel ENS Penyulang BDR03  
Sesudah Menggunakan Sistem FDIR

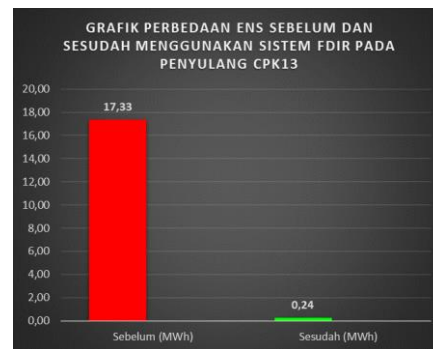
No	Tanggal	Penyulang	Waktu			Beban (MW)	ENS (MWh)
			Trip	Normal	Durasi Recovery (Menit)		
1	18/01/2020	BDR03	7:34:35	7:54:46	20	1,41	0,47
2	15/02/2020	BDR03	15:19:00	15:28:47	9	1,40	0,21
3	04/03/2020	BDR03	14:57:14	16:03:23	66	0,80	0,88
4	27/03/2020	BDR03	18:45:09	19:03:00	17	0,84	0,24
Jumlah						4,45	1,80

Tabel 13 Tabel ENS Penyulang CPK13  
Sebelum Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu			Beban (MW)	ENS (MWh)
			Trip	Normal	Durasi Recovery (Menit)		
1	11/01/2019	CPK13	19:34:00	19:47:00	13	1,77	0,38
2	11/01/2019	CPK13	20:01:00	21:15:00	74	2,19	2,70
3	23/02/2019	CPK13	0:19:00	3:25:45	186	1,80	5,58
4	30/04/2019	CPK13	7:27:00	8:50:00	83	1,31	1,81
5	11/07/2019	CPK13	9:39:36	10:38:17	58	3,20	3,09
6	03/11/2019	CPK13	14:34:59	15:42:46	67	1,81	2,02
7	23/11/2019	CPK13	14:43:36	15:42:32	58	1,80	1,74
Jumlah						13,88	17,33

Tabel 14 Tabel ENS Penyulang CPK13  
Sesudah Menggunakan Sistem FDIR

No	Tanggal	Penyulang	Waktu			Beban (MW)	ENS (MWh)
			Trip	Normal	Durasi Recovery (Menit)		
1	01/03/2020	CPK13	12:01:00	12:30:59	29	0,50	0,24



Gambar 8 Grafik Perbedaan ENS  
Sebelum dan Sesudah Menggunakan  
Sistem FDIR Pada Penyulang BDR03  
dan CPK13

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan mengenai Analisa Percepatan Waktu Durasi Isolasi & Restorasi Menggunakan Sistem FDIR (Fault Detection Isolation Restoration) pada Penyulang CPK13 & BDR03 di PT PLN (Persero) UP2D KSKT maka dapat diambil kesimpulan:

- Penerapan sistem FDIR sangat efektif dalam meningkatkan kehadiran suplai tenaga listrik, karena waktu yang dibutuhkan untuk melakukan isolasi dan restorasi/pemulihan terhadap gangguan jaringan distribusi menjadi lebih cepat dan efektif dibandingkan dengan menggunakan sistem manual/konvensional pada Penyulang CPK13 dan BDR03.

b) Sistem FDIR diterapkan pada Penyulang CPK13 dapat mengurangi beban padam rata – rata 74,78%, durasi pemulihan lebih cepat rata – rata 62,33%, mengurangi SAIDI sebesar 99,80%, mengurangi ENS sebesar 98,60%, dan pada Penyulang BDR03 dapat mengurangi beban padam rata – rata 73,36%, durasi pemulihan lebih cepat rata – rata 80,03%, mengurangi SAIDI sebesar 99,30%, mengurangi ENS sebesar 98,08%.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN (Persero) UP2D Kalsel & Kalteng, Standar Operasi Prosedur (SOP) Penormalan Jaringan Distribusi 20 kV, Mei 2020.
- [2] Sarimun, Wahyudi, Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta : Garamond 2012.
- [3] SPLN 59 : 1985, "Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV", PT. PLN (Persero), Jakarta 1985.
- [4] SPLN 109-5 : 1996, "Pola SCADA Pengatur Distribusi", PT. PLN (Persero), Jakarta 1996.
- [5] SPLN S3 001 : 2008, "Peralatan SCADA Sistem Tenaga Listrik", PT. PLN (Persero), Jakarta 2008.
- [6] SPLN S3 001-1 : 2011, "Master Station Spesifikasi Teknis Fungsi

SCADA", PT. PLN (Persero), Jakarta 2011.

[7] SPLN S3 001-2 : 2012, "Master Station Spesifikasi Teknis Fungsi EMS dan DMS", Jakarta 2012.

[8] SPLN S3 001-3 : 2012, "Spesifikasi Remote Station", Jakarta 2012.

[9] SPLN S5 001 : 2008, "Teleinformasi Data Untuk Operasi Jaringan Tenaga Listrik", Jakarta 2008.

[10] SPLN S6 001 : 2008, "Perencanaan dan Pembangunan Sistem SCADA", Jakarta 2008.

[11] SPLN S3 003 : 2016, "Spesifikasi Motorized Pole Mounted Load Break Switch dan Sistem Kontrol", Jakarta 2016.