

## Sistem Monitoring Distribusi Listrik 2x3 MW Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas Kijang

Sapta Nugraha<sup>1</sup>, Eko Prayetno, Musmujiyanto  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji  
Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29115

<sup>1</sup>Corresponding author, e-mail: saptanugraha130489@gmail.com

### Abstrak

Pembangkit tenaga listrik menghasilkan sumber energi listrik yang akan disalurkan ke jalur sistem distribusi. Sistem distribusi ini belum sepenuhnya maksimal dalam proses penyaluran energi listrik karena sistem monitoringnya belum maksimal. Hal ini akan berakibat pada kegagalan sistem dalam distribusi listrik. Pada penelitian ini, akan dilakukan sistem monitoring distribusi listrik 2x3 MW di Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) Kijang. Sistem monitoring meliputi listrik yang disalurkan dan listrik yang dimanfaatkan untuk pengoperasian peralatan dan komponen pendukung pada sistem pembangkit tenaga listrik. Sistem distribusi listrik di PLTMG Kijang disalurkan melalui jaringan 20 KV. Hasil monitoring yang didapatkan bahwa daya rerata untuk penggunaan pembangkit ketika tidak beroperasi berkisar 1655.894 Watt per bulan. Sistem distribusi listrik ke *express feeder* pada daya 3 MW menghasilkan rerata *cos phi* 0.99, frekuensi 50.1 Hz, tegangan 20.1 KV, dan arus 86.14 A. Sistem distribusi listrik pada daya 6 MW menghasilkan rerata *cos phi* 0.99, frekuensi 50.1 Hz, tegangan 20.1 KV, dan arus 172.3 A.

**Kata kunci:** monitoring, distribusi listrik, PLTMG, *express feeder*

### I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi merupakan hal yang sangat penting dalam seluruh kehidupan manusia untuk meningkatkan kesejahteraan hidup. Pemanfaatan energi listrik ini secara luas telah digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, komersial, instansi pemerintah, industri dan sebagainya. Penyedia energi listrik dituntut menyediakan energi listrik yang handal, stabil, dan bermutu serta efisien yang sangat layak untuk dijadikan tumpuan dalam menjamin kesuksesan pelayanan kebutuhan secara cepat dan tepat [1].

Pembangkit tenaga listrik akan menghasilkan energi listrik yang akan didistribusikan kepada konsumen. Sistem distribusi listrik merupakan bagian dari

sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi [2].

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi. Setelah melalui saluran transmisi, tegangan diturunkan kembali

menjadi 20 kV menggunakan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi. Sistem penyaluran daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo-trafo step-up. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda-beda [3].

Sistem monitoring merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber daya. Biasanya data yang dikumpulkan merupakan data yang real time. Pengumpulan data atau informasi dalam monitoring dimaksudkan untuk mengetahui kenyataan yang sebenarnya dalam pelaksanaan distribusi listrik yang dipantau. Sistem monitoring distribusi listrik memiliki komponen penting seperti sistem penyulang (*feeder*). Penyulang berfungsi mengalirkan energi listrik dari gardu induk ke gardu distribusi. Gangguan penyulang akan menyebabkan pemadaman pada daerah yang disuplai energi listrik [4], [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, untuk penyediaan energi listrik yang handal dan efisien, Unit Pembangkitan Kijang merupakan salah satu perusahaan yang mengoperasikan mesin pembangkit listrik tenaga gas menggunakan sistem monitoring. Sistem monitoring dirancang untuk melakukan pengontrolan dalam upaya mencapai keandalan fungsi panel penyulang baik sebagai pengendali, penghubung, dan pelindung serta membagi tenaga listrik.

## II. METODE PENELITIAN

### a. Pengamatan Lapangan

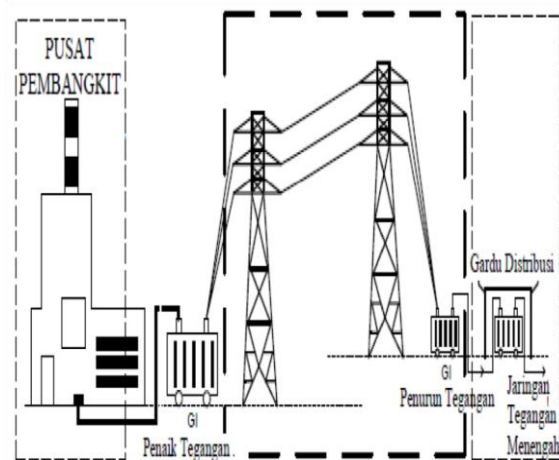
Pengamatan lapangan dilakukan dengan cara mengenali dan memahami kegiatan yang dilakukan selama penelitian berlangsung, yaitu pengamatan pada panel *switchgear* 20 kV yang berkaitan dengan sistem distribusi listrik.

### b. Kriteria dan Implementasi Sistem

Kriteria sistem pada penelitian ini adalah gambaran dan bentuk sistem pada obyek yang diteliti.

#### 1. Sistem Distribusi 20 kV

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai gardu induk atau konsumen [6].



Gambar 1. Sistem Distribusi Daya Listrik

#### 2. *Switchgear* 20 kV

*Switchgear* adalah suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung dan pelindung serta membagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik. *Switchgear* untuk tegangan menengah (20 kV) yang berasal dari output trafo daya, yang selanjutnya diteruskan ke konsumen melalui penyulang (*feeder*) yang tersambung (terhubung) dengan *switchgear* tersebut [6], [7].

*Switchgear* 20 kV adalah seperangkat peralatan listrik yang dipasang pada gardu hubung distribusi pada pembangkit yang berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung, pengontrol dan proteksi system penyaluran tenaga listrik tegangan 20 kV.



Gambar 2. *Switchgear*

3. Jenis dan fungsi *switchgear*

Berdasarkan fungsi dan penempatannya, *Switchgear* MV 20 kV antara lain:

1. *Switchgear* pemakaian sendiri sebagai penghubung dari busbar ke beban pemakaian sendiri
2. *Switchgear incoming* berfungsi sebagai penghubung dari sisi sekunder trafo daya ke busbar 20 kV
3. *Switchgear outgoing* sebagai penghubung / penyalur dari bus bar ke beban
4. *Switchgear* kopel (bus kopling) sebagai penghubung antara rel 1 dan rel
5. *Switchgear* PT / LA sebagai sarana pengukuran dan proteksi pengaman terhadap surja petir
6. *Switchgear Bus Riser / Bus Tie (Interface)* sebagai penghubung antar sel.

Tabel 1 merupakan parameter dan standar operasional panel penyulang yang ada di PLTMG Kijang. Parameter yang ditetapkan di PLTMG Kijang untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan pada panel *switchgear*.

Tabel 1. Parameter Standar Operasional *Switchgear* PLTMG Kijang

Parameter	Recom	Max	Mini	Trip Delay
Voltage (kV)	20	22	18.5	30s
Freq (Hz)	50	53	47	10 s
cos phi	0.99	1.19	0.79	3 s

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Monitoring Panel *Outgoing* 20 kV

Sistem monitoring panel *outgoing* 20 kV dapat mengamati perubahan energi listrik yang didistribusikan. Sistem monitoring dilakukan per jam selama 23 jam. Beberapa parameter system monitoring adalah daya (kWh), frekuensi (Hz), tegangan (V), cos phi, arus (A).

Tabel 2 merupakan hasil monitoring panel *display* pada *switchgear*. Sistem monitoring dilakukan setiap jamnya. Penambahan daya mampu pada pukul 14:00 menjadi 6 MW yang terjadi dikarenakan permintaan dari APD Tanjungpinang. Penambahan daya mampu tidak mempengaruhi nilai cos phi, frekuensi dan tegangan *switchgear* melainkan hanya nilai arus yang ikut bertambah.

B. Sistem Monitoring kWh Meter *Outgoing Express Feeder*

Sistem monitoring kWh *outgoing* adalah kegiatan mengamati dan mencatat daya yang telah dikeluarkan ke sistem atau didistribusikan ke jaringan 20 kV. Sistem monitoring dilakukan perjam selama 23 jam. Gambar 3 merupakan contoh kWh meter *outgoing* yang ada di PLTMG Kijang, pada kWh meter tersebut monitoring pengeluaran daya dilakukan.



Gambar 3. kWh Meter *Outgoing*

Tabel 2. Data Distribusi Listrik

No	Time	Outgoing feeder Exprees				
		Load (KWh)	Cos Phi	Frequncy (Hz)	Voltage (kV)	Current (A)
1	0:00	3012	0.99	50.1	20.3	85
2	1:00	3017	0.99	50.2	20.1	86
3	2:00	3022	0.99	50.2	20	86
4	3:00	3019	0.99	50	20	86
5	4:00	3034	0.99	50.1	20.1	86
6	5:00	3025	0.99	50.2	20.2	87
7	6:00	3030	0.99	50.1	20.2	86
8	7:00	3013	0.99	50	20.2	86
9	8:00	3019	0.99	50.1	20	86
10	9:00	3012	0.99	50.2	19.9	87
11	10:00	3018	0.99	50	20	87
12	11:00	3013	0.99	50.1	20.1	86
13	12:00	3000	0.99	50.2	20.1	86
14	13:00	3022	0.99	50.1	20	86
15	14:00	6085	0.99	50.1	20.1	173
16	15:00	6065	0.99	50.2	20.2	173
17	16:00	6080	0.99	50.1	20.3	171
18	17:00	6053	0.99	50	20.4	171
19	18:00	6060	0.99	50.1	20.3	172
20	19:00	6018	0.99	50.2	20.4	172
21	20:00	6020	0.99	50.1	20.3	172
22	21:00	6082	0.99	50	20.2	173
23	22:00	6062	0.99	50.1	20.3	173
24	23:00	6000	0.99	50.1	20	173

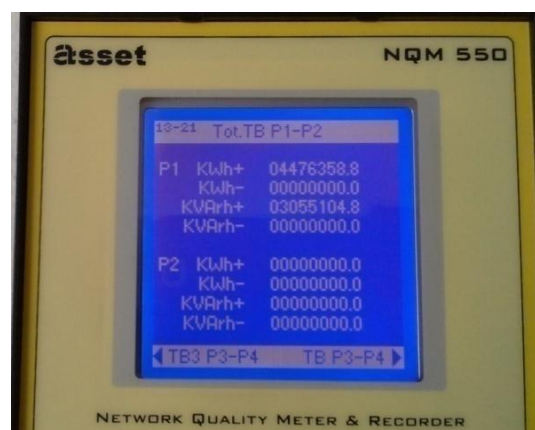
Tabel 3 merupakan hasil monitoring daya total yang didistribusikan ke PLN selama 23 jam yaitu 66.7 MW dengan rerata daya per jam yaitu 2.9 MWh.

Tabel 3. Daya Distribusi ke PLN

No	Time	Stand MWh
1	0:00	112291.6
2	1:00	112294.5
3	2:00	112297.4
4	3:00	112300.3
5	4:00	112303.2
6	5:00	112306.1
7	6:00	112308.8
8	7:00	112311.9
9	8:00	112314.8
10	9:00	112317.7
11	10:00	112320.6
12	11:00	112323.5
13	12:00	112326.4
14	13:00	112329.3
15	14:00	112332.2
16	15:00	112335.1
17	16:00	112337.8
18	17:00	112340.9
19	18:00	112343.8
20	19:00	112346.7
21	20:00	112349.6
22	21:00	112352.5
23	22:00	112355.4
24	23:00	112358.3

### C. Sistem Monitoring Panel Auxiliary

Panel *auxiliary* adalah (*Trafo PS*) sebagai penghubung dari bus bar ke beban pemakaian sendiri. Sistem monitoring Panel *auxiliary* adalah kegiatan mengamati dan mencatat daya yang telah digunakan. Gambar 4 merupakan contoh panel *switchgear auxiliary*.



Gambar 4. Panel Auxiliary

Tabel 4 merupakan data daya yang digunakan untuk pembangkit. Total daya yang digunakan selama 3 bulan adalah

107633.1 Watt dan rata – rata penggunaan daya perbulan 1655.894 Watt.

Tabel 4. Daya yang digunakan Pembangkit

Waktu	<i>Auxiliary Switchgear</i> (Wh)		
	Okt-15	Nov-15	Des-15
10:00	4459226.6	4482645.6	4516735.5
0:00	4460096.1	4483103.6	4519779.8
10:00	4460918	4483689.6	4520418.3
0:00	4461864.2	4484265.6	4521199.5
10:00	4462726.4	4484886.6	4522149.1
0:00	4463498.5	4485640.6	4525690.1
10:00	4464284.9	4486600.9	4530071.7
0:00	4465052.4	4487035.9	4533011.8
10:00	4465796.3	4487688.9	4536166.2
0:00	4466364.4	4488606.0	4539060.6
10:00	4467027.2	4489805.2	4543066
0:00	4467677.6	4491804.4	4546452.8
10:00	4468328	4493421.0	4549001.3
0:00	4468981.4	4494325.7	4552392.5
10:00	4469670.6	4495218.6	4554919.2
0:00	4470414.2	4497890.0	4556815.5
10:00	4471268.3	4499014.4	4557453.6
0:00	4472111.8	4501608.9	4558197.9
10:00	4473051.8	4504425.0	4558943.4
0:00	4473820.2	4506515.6	4560391.8
10:00	4474586	4507357.7	4562985.7
0:00	4475347.8	4509895.1	4566859.7

#### IV. KESIMPULAN

Pendistribusian listrik di PLTMG Kijang ditransmisikan melalui jaringan 20 kV atau Saluran Udara Tegangan Menengah yang didistribusikan ke Gardu Induk Kijang. Sistem monitoring dapat berjalan secara maksimal untuk melakukan proses distribusi listrik. Rerata daya yang digunakan untuk pembangkit sendiri sekitar 1655.894 Watt per bulan hanya berlaku ketika pembangkit tidak

beroperasi. Distribusi listrik ke *express feeder* pada daya 3 MW memiliki rerata  $\cos \phi$  0.99, frekuensi 50.1 Hz, tegangan 20.1 KV, dan arus 86.14 A. Pada daya mampu 6 MW rerata  $\cos \phi$  0.99, frekuensi 50.1 Hz, tegangan 20.1 KV, dan arus 172.3 A.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PLTMG Kijang yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian dan pengambilan data.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar, A. dan Kuwahara, S., 1993, Teknik Tenaga Listrik, Jilid II, Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.
- [2] Suhadi, 2008, “Teknik Distribusi Tenaga Listrik”, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [3] Muslim, Supari. 2008, Teknik Pembangkit Tenaga Listrik, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [4] Pabla, A.S., 1994, *Electrical Power Distribution System*, New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- [5] Kadir, Abdul, 2000, Distribusi dan Utilitas Tenaga Listrik, Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [6] PT PLN (Persero), “Pemeliharaan Kubikel 20 KV Gardu Induk (B.1.1.2.60.3)”, Pusdiklat, Jakarta, 2012.
- [7] Sulasno, Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Badan Penerbit UNDIP Semarang, 2001.