

STUDI ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI PABRIK SEMEN TUBAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY INDEX ASSESSMENT (RIA) DAN PROGRAM ANALISIS KELISTRIKAN

Herdianto Prabowo, I.G.N. Satriyadi Hernanda¹⁾, Ontoseno Penangsang²⁾.

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: didit@ee.its.ac.id¹⁾

Abstrak— Pada tugas akhir ini akan dilakukan studi analisis keandalan distribusi 20 kV pada pabrik semen Tuban dengan menggunakan metode RIA (*Reliability Index Assessment*) yang akan dibandingkan dengan hasil perhitungan program analisis kelistrikan. Perhitungan indeks keandalan dengan metode RIA (*Reliability Index Assessment*) pada penyulang 1 berupa indeks SAIFI = 0.0765 kali/tahun, SAIDI = 7.7625 jam/tahun, dan CAIDI = 68.297 jam/tahun, sedangkan hasil yang didapat dari perhitungan menggunakan program analisis kelistrikan berupa indeks SAIFI = 0.158 kali/tahun, SAIDI = 10.791 jam/tahun, dan CAIDI = 68.297 jam/tahun.

Kata Kunci— Keandalan, Sistem Distribusi, RIA (*Reliability Index Assessment*), SAIFI, SAIDI, CAIDI.

I. PENDAHULUAN

PADA suatu sistem distribusi tenaga listrik, tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Keandalan ini dapat dilihat dari sejauh mana suplai tenaga listrik bisa mensuplai secara kontinyu dalam satu tahun ke konsumen. Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan [1].

Pabrik Semen Tuban merupakan salah satu produsen penghasil semen dengan skala besar yang berlokasi di Jawa Timur. Keandalan seluruh komponen pabrik yang menunjang proses produksi yakni segala peralatan yang digunakan untuk proses produksi sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan.

Indeks-indeks yang digunakan untuk mengetahui tingkat keandalan suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), dan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) [2].

II. KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI

A. Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan merupakan tingkat keberhasilan kinerja suatu sistem atau bagian dari sistem, untuk dapat memberikan hasil yang lebih baik pada periode waktu dan dalam kondisi operasi

tertentu. Untuk dapat menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus diadakan pemeriksaan dengan cara melalui perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan kinerja atau operasi dari sistem yang ditinjau, pada periode tertentu kemudian membandingkannya dengan standar yang ditetapkan sebelumnya.[3]

Sebuah sistem radial terdiri dari komponen yang tersusun secara seri meliputi *line*, kabel, *disconnector* (atau isolator), *busbar*, dan lain-lain. Terdapat tiga parameter dasar dalam keandalan yang biasa digunakan untuk mengevaluasi sistem distribusi radial yaitu angka kegagalan rata-rata (), waktu pemadaman rata-rata (r) dan waktu pemadaman tahunan (U).

B. Pengertian Metode RIA

Metode RIA (*Reliability Index Assessment*) adalah sebuah pendekatan yang digunakan untuk memprediksi gangguan pada sistem distribusi berdasarkan topologi sistem dan data-data mengenai keandalan komponen.

Secara fungsional RIA mendata kegagalan yang terjadi pada peralatan secara komprehensif, lalu mengidentifikasi kegagalan tersebut, dan menganalisis mode kegagalan tersebut. Filosofi dari metode RIA adalah suatu sistem mode yang melibatkan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan spesifik dari sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap keseluruhan sistem sehingga dapat dihasilkan indeks-indeks keandalan yang memiliki kontribusi terhadap indeks keandalan seluruh sistem.[4]

Syarat-syarat dari metode RIA:

- a) Data topologi penyulang (*feeder*) sistem jaringan distribusi 20 KV secara menyeluruh beserta titik-titik beban (*load point*).
- b) Data jumlah pelanggan pada setiap titik beban
- c) Parameter data keandalan sistem [4]

C. Laju Kegagalan

Laju kegagalan () adalah harga rata-rata dari jumlah kegagalan per satuan waktu pada suatu selang waktu pengamatan (T). laju kegagalan ini dihitung dengan satuan kegagalan per tahun. Untuk selang waktu pengamatan diperoleh :

$$\lambda = \frac{d}{T} \dots \dots \dots (1)$$

= Laju kegagalan konstan (kegagalan/tahun)
d = banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu

T = jumlah selang waktu pengamatan (tahun)

Nilai laju kegagalan akan berubah sesuai dengan umur dari sistem atau peralatan listrik selama beroperasi.

D. Indeks Keandalan dari Sisi Peralatan Metode RIA

Pada perhitungan indeks keandalan sistem diasumsikan berada pada kondisi imperfect switching.

Ada tiga langkah yang digunakan untuk mendapatkan nilai SAIFI, SAIDI, dan CAIDI, yaitu:

1. Perhitungan SAIFI

Untuk mendapat nilai SAIFI, indeks kegagalan per km (laju kegagalan sementara) dikalikan panjang dari masing-masing saluran udara maupun kabel bawah tanah dan indeks kegagalan peralatan switching dikalikan dengan jumlah peralatan switching. Kemudian hasil dari panjang saluran dan peralatan switching di jumlahkan.

2. Mencari r dan U sistem

- r (jam/gangguan) menyatakan waktu perbaikan atau waktu *switching*, yakni ketika terjadi gangguan pada peralatan salah satu *section*, maka titik beban pada *section* yang terganggu akan dikenakan waktu perbaikan sedangkan untuk titik beban yang tidak terganggu akan dikenakan waktu *switching*.
- U (jam/tahun) merupakan hasil perkalian antara (gangguan/tahun) dengan r (jam/gangguan), menyatakan durasi/lama pemadaman rata-rata dalam kurun waktu satu tahun akibat gangguan pada tiap komponen sistem distribusi. Penjumlahan U tiap komponen menghasilkan U pada tiap load point.

3. Perhitungan SAIDI dan CAIDI

Untuk memperoleh nilai SAIDI, nilai U pada setiap load point dikalikan jumlah pelanggan pada load point bersangkutan, kemudian hasil perkaliannya dijumlahkan. Sedangkan untuk memperoleh nilai CAIDI, nilai r pada tiap load point dikalikan jumlah pelanggan pada load point bersangkutan, kemudian hasil perkaliannya dijumlahkan.

III. DATA PENYULANG DISTRIBUSI PABRIK SEMEN TUBAN DAN METODOLOGI PENELITIAN

Pabrik semen Tuban memiliki 5 buah penyulang yang keduanya terkonfigurasi radial.

A. Single Line Diagram Penyulang

Karena keterbatasan tempat maka diambil contoh untuk penyulang 1 pabrik semen Tuban. Single line diagram dapat dilihat pada gambar 1.

B. Jumlah Pelanggan Tiap Load Point

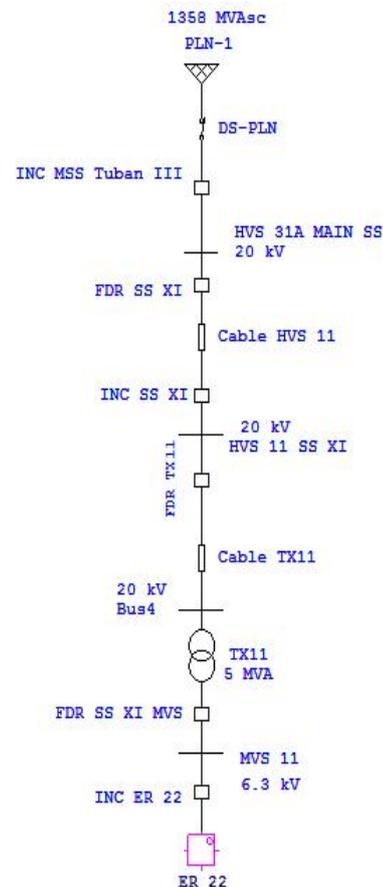
Data jumlah pelanggan tiap *load point* penyulang 1 pabrik semen Tuban dapat dilihat pada tabel 1.

C. Data Panjang Saluran Penyulang

Data panjang saluran penyulang 1 pabrik semen Tuban dapat dilihat pada tabel 2.

D. Indeks Kegagalan Peralatan Sistem Distribusi

Tabel data kegagalan untuk saluran dan peralatan sistem distribusi yang melingkupi *failure rate*, *repair time*, dan *switching time* menurut program analisis kelistrikan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.



Gambar 1 Single Line Diagram penyulang 1 pabrik semen Tuban beserta pembagian saluran dan load point

Tabel 1
Jumlah pelanggan tiap load point penyulang 1 pabrik semen Tuban

No	Load Point	Jumlah Pelanggan
1	ER 22	1

Tabel 2
Panjang Saluran penyulang 1 pabrik semen Tuban

Komponen	L (km)
Cable HVS 11	1.1
Cable TX11	0.025

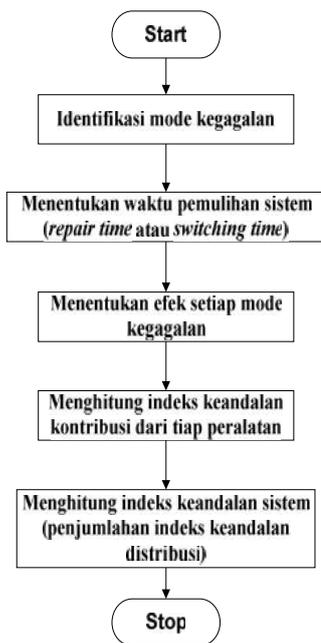
Tabel 3
Data indeks kegagalan saluran

Saluran Udara dan Bawah	
Sustained failure rate (/km/yr)	0.02

r (repair time) (jam)	25
rs (switching time) (jam)	30

Tabel 4
Data indeks kegagalan peralatan

Komponen	(failure rate)	r (repair time) (jam)	rs (switching time) (jam)
Trafo Distribusi	0.015/unit/thn	200	200
Circuit Breaker	0.003/unit/thn	50	50
Disconnecting Switch	0.003/unit/thn	50	50



Gambar 2 Flow chart Metode RIA

E. Metode RIA (Reliability Index Assessment)

Gambar 2 merupakan urutan pengerjaan dengan Metode RIA (Reliability Index Assessment)

Tabel 5

Data perhitungan keandalan sistem distribusi dengan menggunakan program

Penyulang	SAIFI kali/tahun	SAIDI jam/tahun	CAIDI jam/tahun
1	0.158	10.791	68.297
2	0.2552	11.3838	45.139
3	0.2438	11.75	48.194
4	0.1655	10.1477	61.327
5	0.1875	11.2383	59.939

IV. PERHITUNGAN DAN ANALISIS

A. Perhitungan Indeks Keandalan Pabrik Semen Tuban Menggunakan Program Analisis Kelistrikan

Pada pabrik semen Tuban dilakukan perhitungan indeks keandalan menggunakan program analisis kelistrikan. Hasil *running* indeks SAIFI, SAIDI dan CAIDI dari pabrik semen Tuban pada tabel 5.

B. Perhitungan Indeks Keandalan Pabrik Semen Tuban Menggunakan Metode RIA

Pada pabrik semen Tuban dilakukan perhitungan indeks keandalan menggunakan program analisis kelistrikan dan Metode RIA.

Pada perhitungan indeks keandalan sistem diasumsikan berada pada kondisi imperfect switching. Standar yang digunakan dalam perhitungan menggunakan standar program analisis kelistrikan untuk laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan sistem jaringan distribusi 20 kV.

Hasil perhitungan SAIFI, SAIDI, dan CAIDI pabrik semen Tuban dapat dilihat pada tabel 6.

C. Perbandingan Antara Hasil dari Program Analisis Kelistrikan dan Metode RIA Pabrik Semen Tuban

Hasil perbandingan antara hasil metode RIA dan program analisis kelistrikan dapat dilihat pada tabel 7, 8 dan 9.

Tabel 6

Data perhitungan keandalan sistem distribusi pabrik semen Tuban dengan menggunakan RIA.

Penyulang	SAIFI	SAIDI	CAIDI
1	0.0765	7.7625	101.4706
2	0.18238	9.612833	52.70772
3	0.17908	12.4376	69.45276
4	0.1446	6.371063	49.32918
5	0.51088	10.69621	20.93684

Tabel 7

Perbandingan indeks keandalan SAIFI

No	Penyulang	SAIFI (kali/tahun)	
		RIA	Program
1	1	0.0765	0.158
2	2	0.18238	0.2522
3	3	0.17908	0.2438
4	4	0.1446	0.1655
5	5	0.51088	0.1875

Tabel 8

Perbandingan indeks keandalan SAIDI

No	Penyulang	SAIDI (jam/tahun)	
		RIA	Program
1	1	7.7625	10.791
2	2	9.612833	11.3838
3	3	12.4376	11.75
4	4	6.371063	10.1477
5	5	10.69621	11.2383

Tabel 9
Perbandingan indeks keandalan CAIDI

No	Penyulang	CAIDI (jam/tahun)	
		RIA	Program
1	1	101.4706	68.297
2	2	52.70772	45.139
3	3	69.45276	48.194
4	4	49.32918	61.327
5	5	20.93684	59.939

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

- Indeks keandalan SAIFI dan SAIDI terbesar terdapat pada penyulang 5 karena terdapat komponen peralatan yang paling banyak diantara penyulang lainnya. Semakin banyak komponen semakin besar pula nilai SAIFI dan SAIDI.
- Indeks keandalan SAIFI dan SAIDI terendah terdapat pada penyulang 1 karena terdapat komponen peralatan yang paling sedikit diantara penyulang lainnya. Semakin sedikit komponen semakin rendah pula nilai SAIFI dan SAIDI.
- Perbedaan nilai indeks keandalan tidak signifikan antara program analisis kelistrikan dengan metode RIA

B. Saran

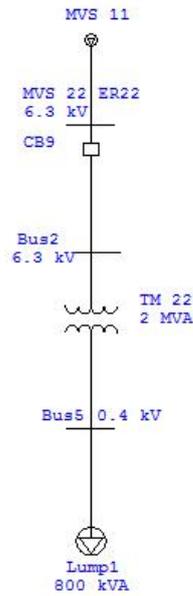
Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan dan pengembangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Perlu dilakukan pemeliharaan berkala untuk mengurangi gangguan akibat peralatan untuk mengurangi gangguan atau memperkecil gangguan. Sehingga keandalan sistem distribusi pabrik semen Tuban menjadi lebih baik.
- Untuk melengkapi wacana penelitian tentang keandalan sistem, dapat dilakukan pengembangan untuk pabrik semen Tuban yang rencana akan di interkoneksi dengan pabrik semen Tuban lainnya.
- Untuk penelitian lebih lanjut tentang keandalan sistem, perlu lebih detail lagi berbagai analisa lainnya, seperti *cost analysis*, *management analysis* maupun *maintenance analysis*

VI. LAMPIRAN

A. Single Line Diagram Penyulang

Contoh single line diagram load point penyulang dapat dilihat pada gambar 3. Karena keterbatasan tempat maka diambil contoh untuk penyulang 1 pabrik semen-Tuban



Gambar 3 Single Line Diagram load point ER 22 penyulang 1 pabrik semen Tuban

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis yang selalu memberikan doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Prof. Ir. Ontoseno Penangsang, M.Sc., Ph.D., dan Bapak I.G.N. Satriadi Hernanda, ST., MT., atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya penelitian ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada angkatan e-48, Himatekro ITS, dan semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sari, Shinta K., "Analisis Keandalan Distribusi 20 kV di Wilayah Tegal Jawa Tengah", Institut Teknologi Sepuluh Nopember, (2012).
- [2] Ferdiansyah, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi PT.PLN (Persero) APJ Surabaya Selatan Menggunakan Metode Non-Ekspensial Down Times", Teknik Elektro-ITS, Surabaya (2007).
- [3] Gonen, Turan, "Reliability Electric Power Distribution System Engineering", McGraw-Hill, United States of America (1986).
- [4] Li, Fangxing, "Distributed Processing of Reliability Index Assessment and Reliability-Based Network Reconfiguration in Power Distribution System", IEEE Transaction on Power Systems, Vol.20, No. 1, (2005, Feb), 231.