

Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di Industri Pupuk

¹Ronny Dwi Noriyati^{*}, ²Ontoseno Penangsang

¹Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri – Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

²Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri – Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

E-mail: onnydn@gmail.com^{*})

Abstrak

Keandalan sistem distribusi tenaga listrik di Industri pupuk merupakan hal yang sangat penting untuk dapat menyalurkan tenaga listrik secara kontinu. Hal tersebut sangat diperlukan untuk mendukung kontinuitas operasional produksinya. Study kasus dilakukan di pabrik III PT. Petrokimia Gresik. Pengumpulan data diambil dari data-data sistem kelistrikan di pabrik tersebut, kemudian data-data diolah sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi indeks keandalannya. Dengan analisis indeks keandalan dan kajian keandalan sistem distribusi tenaga listrik 20 KV di pabrik III PT. Petrokimia Gresik didapatkan nilai SAIFI sebesar 0,1678 kali/tahun, Nilai SAIDI sebesar 7,2632 jam/tahun, dan nilai CAIDI sebesar 43.278 jam/tahun. Hasil tersebut bila dibandingkan dengan nilai standard IEEE 1366-1998, untuk nilai *outage frequency* yang terjadi masih lebih kecil, sedangkan nilai *outage duration* yang terjadi lebih lama. Namun bila dibandingkan dengan SPLN 59 : 1985, bahwa nilai indeks keandalan SAIDI dan SAIFI memiliki nilai lebih kecil dari nilai SPLN, sehingga sistem distribusi tenaga listrik yang ada di Pabrik III PT. Petrokimia Gresik dapat dikatakan masih andal.

Key Word : Sistem Distribusi, indeks keandalan, SAIFI, SAIDI, CAIDI

1 Pendahuluan

Sistem distribusi tenaga listrik mempunyai peranan untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar sampai ke konsumen. Oleh karena itu keandalannya sangat diperlukan dalam memenuhi kebutuhan listrik. PT.Petrokimia Gresik adalah salah satu industri pupuk terbesar di Indonesia. Unit produksinya terdiri dari tiga unit, yaitu unit produksi pabrik I, unit produksi pabrik II dan unit produksi pabrik III. Diantara ketiga unit tersebut, unit produksi pabrik III yang menghasilkan produk PA (Phosphoric Acid) sebagai bahan baku utama pupuk majemuk adalah unit yang sangat vital karena produksinya dipakai sebagai bahan baku utama pupuk majemuk NPK Phonska yang terbesar di Indonesia dengan kapasitas 2,8 juta ton pertahun. Keandalan komponen pabrik yang menunjang proses produksi yakni semua peralatan yang

digunakan untuk proses produksi sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kontinuitas produk yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut akan dilakukan perhitungan dan evaluasi terhadap tingkat keandalan dari sistem distribusi tenaga listrik 20 KV di pabrik III PT. Petrokimia Gresik. Hasilnya akan dibandingkan dengan standard IEEE 1366-1998 dan SPLN 59 : 1985. Dengan demikian akan diketahui tingkat keandalan sistem distribusi di pabrik III PT Petrokimia Gresik apakah sudah memenuhi standard IEEE dan SPLN 59 : 1985 atau belum. Bila belum memenuhi standard akan dibuat program rencana perbaikannya. Indeks keandalan merupakan suatu indikator keandalan yang dinyatakan dalam besaran probabilitas. Indeks keandalan sistem yang digunakan untuk evaluasi antara lain : *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI), *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI), dan *Customer Average Interruption Duration Index* (CAIDI).

2 Sistem Distribusi

A. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem jaringan distribusi pada umumnya ada tiga bagian penting dalam proses penyaluran tenaga listrik, yaitu pembangkitan, penyaluran (transmisi), dan distribusi. 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 ke konsumen. Jadi, fungsi distribusi tenaga listrik adalah untuk pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan). Selain itu distribusi tenaga listrik merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui Jaringan Distribusi

B. Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik yang handal dan energi listrik dengan kualitas yang baik atau memenuhi standard, mempunyai kontribusi yang sangat

penting dibidang industri yang semuanya itu dapat beroperasi karena tersedianya energi listrik. Perusahaan-perusahaan tersebut akan mengalami kerugian cukup besar jika terjadi pemadaman listrik secara tiba-tiba, dimana aktifitasnya akan terhenti atau produk yang dihasilkannya menjadi rusak atau cacat.

C. Indeks Keandalan

1. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI adalah merupakan jumlah rata-rata kegagalan yang terjadi setiap konsumen yang dilayani oleh sistem per satuan waktu dalam satu tahun.

SAIFI dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad (1)$$

Dimana :

λ_i : laju kegagalan

N_i : jumlah konsumen pada saluran i

N : total konsumen pada sistem

2. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

SAIDI adalah merupakan nilai rata-rata dari lamanya kegagalan untuk setiap konsumen dalam selang waktu satu tahun.

SAIDI dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n U_i N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad (2)$$

Dimana :

U_i : durasi terputusnya pasokan listrik

N_i : jumlah konsumen pada saluran i

N : total konsumen pada sistem

3. CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

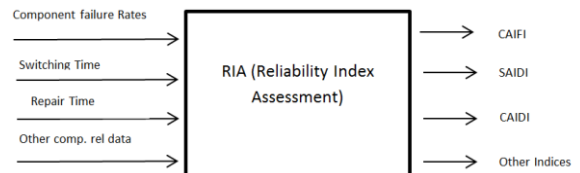
CAIDI adalah merupakan indeks durasi gangguan konsumen rata-rata tiap tahun, menginformasikan tentang waktu rata-rata untuk penormalan kembali gangguan tiap-tiap konsumen dalam satu tahun.

$$CAIDI = \frac{SAIFI}{SAIDI} \quad (3)$$

D. Reliability Index Assessment

Metode Reliability Index Assessment (RIA) merupakan sebuah metode keandalan untuk memprediksi keandalan pada sistem distribusi.

Sebagai gambaran Input dan Output pada metode ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1. Input dan Output dari Metode RIA

E. Sistem Distribusi pada Pabrik III PT Petrokimia Gresik

Gangguan pada sistem distribusi dapat diakibatkan, beberapa hal antara lain karena kegagalan fungsi alat. Misalnya dapat diakibatkan karena faktor usia atau perawatan peralatan (*preventive maintenance*, *predictive maintenance* dan *time base maintenance*) yang kurang baik, *human error* (melakukan pekerjaan tidak sesuai SOP), faktor alam (hujan, cuaca dan gempa). Gangguan tersebut dapat mengakibatkan terputusnya aliran tenaga listrik, sehingga pada kondisi tertentu dapat mengakibatkan pabrik tidak dapat beroperasi. Sehingga target produksi tidak tercapai. Pada peralatan yang tidak handal karena usia dari peralatan tersebut sudah usang. Fleksibilitas jaringan penyaluran tenaga listrik yang masih belum sempurna karena *switching* yang diperlukan masih belum memadai. Khususnya di pabrik pupuk PT Petrokimia Gresik yang terjadi pada pabrik ada perubahan suplay yang sebelumnya dari pembangkit diluar pabrik III saat ini sudah bisa menggunakan pembangkitan sendiri dari batu bara. Perubahan ini perlu kajian untuk keandalan system distribusinya. Mengingat pabrik baru ini menggunakan bahan baku batubara sedangkan dari kondisi semula sebelumnya disuplai menggunakan dari pembangkitan dari gas. Hal inilah yang berpotensi mengganggu keandalan sistem apabila tidak didesain sesuai dengan kebutuhannya. Terjadinya gangguan dapat berakibat terputusnya suplai aliran tenaga listrik sehingga berakibat pabrik tidak bisa beroperasi. Hal ini yang sangat dihindari karena bisa berpengaruh terhadap target produksi pupuk yang seharusnya bisa dicapai. Sehingga dapat merugikan petani sebagai konsumen yang tidak bisa mendapatkan pupuk. Sehingga kebutuhan pangan secara nasional tidak terpenuhi.

3. Metodologi

A. Studi Kasus

Studi kasus dalam penelitian ini diambil di pabrik III PT Petrokimia Gresik, khususnya di Unit Phosphoric Acid (Asam Phosphat).

B. Pengumpulan data diambil dari data-data sistem kelistrikan di Unit Phosphoric Acid pabrik III PT Petrokimia Gresik.

C. *Electrical Transient Analyzer Program*

Software Electrical Transient Analyzer Program (ETAP) berguna untuk melakukan berbagai analisis. Software ini dapat melakukan pemodelan, perencanaan dan gambaran sistem kelistrikan yang ada di industri. Simulasi dalam perhitungan studi ini digunakan ETAP 12.6.OH.

Informasi data-data yang diperlukan antara lain :

1. *Number of Buses*
2. *Number of Branches :*
 - *Line /cable*
 - *Transformer*
 - *Tie PD*
3. *Number of Sources*
 - *Synchronous Generator*
 - *Power Grid*
 - *Inverter*
4. *Number of Load*
 - *Synchronous Motor*
 - *Induction Machine*
 - *Static Load*
 - *Lump Load*

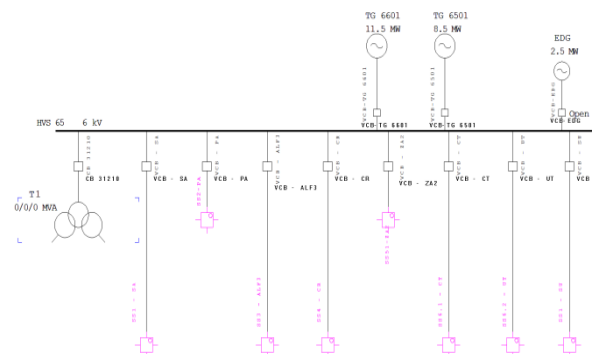
Adapun parameter yang dibutuhkan sebagai input data dari item 1 s/d 4 tersebut diatas adalah

- λ_A, λ_P
- *MTTR*
- *Switch Time*
- *Replacement Time*
- *Length cable*
- *Load Data Equipment*

4. Hasil dan Pembahasan

Data-data sistem kelistrikan di pabrik III PT. Petrokimia Gresik setelah diolah, diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Single Line Diagram pada pabrik III di Unit Phosphoric Acid PT. Petrokimia Gresik



Gambar 4.1 Single Line Diagram

2. Load data Subsystem Unit Phosphoric Acid Pabrik III PT. Petrokimia Gresik

Tabel 4.1 Sub Sistem Pabrik III PT.Petrokimia Gresik

No	Sub System	Avg Load	Avg f $\lambda(f/year)$
1.	SS1	5,9	0,0615
2.	BPASS2	3,5	0,2515
3.	BUS 86	1,0	0,047
4.	SS4:1CR	2,9	0,0525
5.	SS5.1ZA2	2,6	0,1315
6.	BUS6KVCT	4,0	0,0635
7.	BUS 34	2,3	0,0560
8.	SS1SU	0,7	0,0547

3. Indeks Keandalan

Indeks keandalan adalah suatu besaran untuk membandingkan penampilan sistem distribusi. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai indeks frekuensi kegagalan rata-rata per tahun (SAIFI), nilai indeks lama kegagalan rata-rata per tahun (SAIDI), indeks durasi gangguan konsumen rata-rata per tahun (CAIDI) seperti table berikut :

Tabel 4.2 Nilai Indeks Keandalan

No	System Indeks	Nilai
1.	SAIFI	0.1678
2	SAIDI	7.2632
3	CAIDI	43.278

a. SAIFI = 0.1678 kali/tahun

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai indeks SAIFI sebesar 0,1678 kali/tahun. Hasil ini ternyata lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai standard IEEE 1366-1998 sebesar 1,10 kali/tahun. Jadi frekuensi terjadi interupsi di pabrik III PT. Petrokimia Gresik masih jauh lebih baik karena mempunyai nilai lebih kecil dari standard IEEE 1366-1998 dan SPLN 59 ; 1985

b. SAIDI = 7, 232 jam/tahun

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai indeks SAIDI sebesar 7,232 jam/tahun. Hasil ini ternyata jauh lebih besar bila dibandingkan dengan nilai standard IEEE 1366-1998 sebesar 1,50 jam/tahun. Jadi frekuensi lamanya terjadi interupsi di pabrik III PT. Petrokimia Gresik perlu ditinjau lagi karena mempunyai nilai lebih besar dari standard IEEE.1366-1998 Namun bila dibandingkan dengan SPLN 59 : 1985 masih lebih kecil sehingga masih cukup andal

c. CAIDI = 43,278 jam/tahun

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai indeks CAIDI sebesar 43,278 jam/tahun. Hasil ini ternyata jauh lebih besar bila dibandingkan dengan nilai standard IEEE 1366-1998 sebesar 1,36 jam/tahun. Jadi durasi terjadi interupsi di pabrik III PT. Petrokimia Gresik masih tinggi, sehingga perlu perbaikan lebih lanjut.

4. Usulan Program Perbaikan sebagai berikut :

Hasil perhitungan indeks keandalan di Unit Phosphoric Acid Pabrik III PT.Petrokimia Gresik bila dibandingkan dengan standard IEEE 1366-1998, maka dibuat usulan sebagai berikut :

Mengingat pabrik III adalah pabrik yang berbasis Phosphate, dimana proses produksinya menggunakan bahan baku padatan halus (*Rock Phosphate* dan belerang), maka lingkungan Pabrik sampai dengan radius 2 km masih terasa dampak paparan debunya. Hal ini yang sangat mempengaruhi operasional pabrik baik terhadap

peralatan pabrik, manusia, SOP (*Standard Operation Procedure*), IK (*Instruksi Kerja*). Terutama sifat fluida dalam proses produksi mudah terjadi *scalling*, *corrosive* dan *abrasive*, maka perlu usulan program atau rencana perbaikan untuk mengurangi frekuensi dan durasi mati karena listrik agar tidak terjadi *breakdown* pada peralatan listrik sehingga pabrik tidak bisa beroperasi. Oleh karena itu perlu dilakukan usulan perbaikan sebagai berikut :

a. Agar diterapkan pada Manajemen Pemeliharaan Direktorat Produksi PT. Petrokimia Gresik dengan Pola *Maintenance* sebagai berikut :

- TPM (*Total Productive Maintenance*)

Yaitu melibatkan personel produksi dalam melakukan fungsi pemeliharaan alat dan lingkungan sekitar pabrik yang sifatnya ringan seperti kebersihan lingkungan dan alat-alat produksi agar terhindar dari dampak debu, korosi dan abrasi untuk menghindari *breakdown* peralatan.

- *Corrective Maintenance*

Membentuk Tim Analisis Vibrasi equipment

- *Preventive Maintenance*

Dengan melakukan fungsi sebagai berikut :

* *Time base maintenance*

* *Condition base maintenance*

* *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Hal tersebut diatas dimaksudkan untuk dapat mengurangi maupun menghindari *outage frequency* dan *outage duration* pada peralatan.

b. Evaluasi *Single Line Diagram* untuk menyempurnakan *safety devices* dan *Load shadding*.

c. System Interruption & Automation

d. System Reconfiguration

e. Perlu dibuat SOP (*Standard Operation Prosedure*), IK (*Instruksi Kerja*) untuk melengkapi kekurangan, baik di Dept Har & Dept Produksi PT. Petrokimia Gresik

Sedangkan hasil perhitungan indeks keandalan bila dibandingkan dengan SPLN 59 : 1985 sistem distribusi di Unit PA Pabrik III PT.Petrokimia Gresik masih andal.

5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan SAIFI, SAIDI dan CAIDI bila dibandingkan dengan standard IEEE 1366-1998 dapatlah disimpulkan bahwa keandalan sistem

distribusi tenaga listrik di pabrik III PT Petrokimia Gresik berdasarkan penyebab pemadamannya dilihat dari outage frekuensi SAIFI = 0.1678 kali/tahun masih andal karena nilainya lebih kecil dari standard, Outage duration SAIDI = 7,232 jam/tahun kurang andal karena nilainya lebih besar dari standard dan CAIDI = 43,278 jam/tahun kurang andal karena nilainya lebih besar dari standard. Namun bila dibandingkan dengan SPLN 59 : 1985 nilai indeks keandalan pabrik III PT. Petrokimia Gresik masih andal.

6. Daftar Pustaka

- [1] C,Bhargava, P,S.R Murthy and V. Khrisna Murthy. Reliability Analysis of Distribution Automation on Different Feeders. Bonfring International Journal of Power Systems and Integrated Circuits, Vol. 1, Special Issue, December 2011. ISSN 2250 - 1088 | © 2011 Bonfring, pp 32-33
- [2] Dr. NDR Sarma. Distribution Automation. Power System Automation Lab. Materi Kuliah Distribusi Automation System.
- [3] Dugan, Roger C. Electrical Power System Quality. United States of Amerika Mc. Graw-Hill Companies, 1996
- [4] Gheschik Safiur Rahmat, Ontoseno Penangsang, IGN Satriyadi Hernanda. Evaluasi Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di Surabaya Menggunakan Loop Restoration Scheme. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print), ppB-143144
- [5] Herdianto Prabowo, I.G.N. Satriyadi Hernanda, Ontoseno Penangsang. Dtudi Analisis Keandalan Sistem Distribusi PT. Semen Gresik-Tuban Menggunakan Metode Reliability Index Assessment (RIA) Dan Software ETAP (Electrical Transient Analysis Program). Proceeding Seminar Tugas Akhir Teknik Elektro FTI-ITS, 2012, pp 2
- [6] Putty Ika Dharmawati, Sjamsjul Anam, Adi Soeprijanto. Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV PT. PLN (Persero) APJ Magelang Menggunakan Static Series Voltage Regulator (SSVR). <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-22192-2208100020-Paper.pdf>, pp 2-3
- [7] Richard E Brown, Electrical Power Distribution Reliability, Second Edition, 1988 pp 46-48
- [8] Rukmi Sari Hartati, I Wayan Sukerayasa. Penerapan Metode Pendekatan Teknik Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Distribusi. Teknologi Elektro. Vol. 9 No.1 Januari - Juni 2010, pp 5
- [9] Standard PLN (SPLN) No. 68-2. 1986. Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik (bagian dua: Sistem Distribusi). Jakarta : Departemen Pertambangan dan Energi