



JURNAL SUTET

Volume 6 - Nomor 2

Juni - Desember 2016

ISSN : 2356-1505

PEMBATAS KECEPATAN MAKSIMUM PADA KENDARAAN MENGGUNAKAN RPM MOTOR DC DENGAN SISTEM PERINGATAN SMS

Syarif Hidayat; M. Iqbal Harish

PELAKSANAAN MANAJEMEN PEMELIHARAAN GARDU DISTRIBUSI

Nurmiati Pasra; Permata Putri Ruswandi

PERBANDINGAN EFISIENSI ENERGI DAN BIAYA PADA KOMPOR INDUKSI TERHADAP KOMPOR LISTRIK DAN KOMPOR GAS

Aas Wasri Hasanah; Oktaria Handayani

IMPLEMENTASI DAN PENGUKURAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) DI JAKARTA DAN SEKITARNYA

Muchamad Nur Qosim

PENGELOLAAN MANAJEMEN RESIKO DI TENGAH PERUBAHAN MODEL BISNIS TELEKOMUNIKASI

Firman Fauzi

STUDI KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK AKIBAT PENGARUH *DISTRIBUTED GENERATION* (DG)

Christine Widyastuti

PENGUJIAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIGA FASA

Novi Gusti Pahiyanti; Sigit Sukmajati

FILAMEN LAMPU INCANDESCENT SEBAGAI DETEKSI KEBOCORAN ALIRAN UDARA

Tasdik Darmana; Dery Risky



9 772356 150005

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

JURNAL SUTET

VOL. 6

NO. 2

HAL. 1-70

JUNI - DESEMBER 2016

ISSN : 2356-1505

STUDI KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK AKIBAT PENGARUH DISTRIBUTED GENERATION (DG)

Christine Widyastuti

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik - PLN
email : christinewidyastuti@gmail.com

Abstract : *The research aims to analyze the impact of installing DG to distribution system reliability. Evaluation of this distribution system reliability use EDSA Technical 2005 software. There were seventh case studies in this research. The first is system without DG. The second to seventh case is by connect DG in bus change respectively by turns.*

The result of research show that by installing DG to each load bus always give improvement to distribution system reliability. The optimum reliability was obtained when DG was install at bus 4.

Key words : *distribution system reliability, DG, EDSA,*

Abstrak : *Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh pemasangan DG terhadap keandalan sistem distribusi. Evaluasi keandalan sistem distribusi dilakukan dengan menggunakan program EDSA Technical 2005. Penelitian ini dilakukan dalam tujuh studi kasus. Kasus pertama adalah sistem distribusi tanpa DG. Kasus kedua sampai ketujuh adalah dengan memasang DG pada setiap bus secara bergantian.*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan DG pada setiap bus beban selalu memberikan perbaikan keandalan sistem distribusi. Keandalan yang paling tinggi diperoleh ketika DG dipasang bus 4.

Kata kunci : *keandalan system distribusi, DG, EDSA.*

A. PENDAHULUAN

Penyediaan energi listrik dilakukan oleh suatu sistem tenaga listrik yang meliputi sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Untuk menjamin kontinuitas pelayanan energi listrik diperlukan suatu tingkat keandalan yang tinggi pada ketiga unsur sistem tenaga listrik tersebut.

Keandalan sistem distribusi secara khusus menjadi perhatian dibandingkan kedua sistem lainnya (pembangkitan dan transmisi) adalah karena sistem ini secara langsung berhubungan dengan pelanggan sehingga kinerja sistem ini akan langsung mempengaruhi tingkat layanan ke pelanggan.

Konfigurasi sistem distribusi umumnya berbentuk radial dimana bebannya rawan terjadi pemutusan karena hanya disuplai oleh satu sumber sehingga apabila terjadi gangguan pada komponen sistem tersebut yang

berakibat lepas dari sistem maka suplai daya ke beban akan langsung terputus.

Pembangunan pembangkit adalah salah satu solusi untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik. Namun pembangunan pembangkit skala besar tentunya membutuhkan biaya yang besar dan waktu yang lama. Oleh karena itu pembangkit skala kecil dan menengah bisa dimanfaatkan dengan memasangnya pada jaringan distribusi. Jenis pembangkit ini dikenal dengan nama *Distributed Generation (DG)*.

Pemasangan pembangkit tersebut diharapkan memperbaiki keandalan suplai daya kepada setiap beban terutama untuk beban yang relatif sangat jauh dari sumber suplai daya

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Keandalan sistem distribusi didefinisikan dengan kemampuan komponen-komponen sistem distribusi untuk melakukan fungsinya (menyalurkan energi listrik ke pelanggan) dengan baik dalam kondisi maupun periode waktu yang telah ditentukan.

1.1. Indeks Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Beberapa indeks keandalan yang umum digunakan dalam menentukan nilai keandalan suatu sistem distribusi antara lain:

- a. SAIFI
- b. SAIDI
- c. CAIDI
- d. ASAI
- e. ASUI

a. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

Indeks ini memberikan informasi tentang frekwensi rata-rata pemutusan yang dialami setiap pelanggan. Indeks ini dirumuskan dengan:

$$SAIFI = \frac{\text{Total jumlah pemutusan}}{\text{Total jumlah pelanggan yang dilayani}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

λ_i adalah *failure rate*

N_i adalah jumlah pelanggan pada titik beban i

b. SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Indeks ini adalah menggambarkan durasi atau lama pemutusan rata-rata yang dialami setiap pelanggan. Indeks ini dirumuskan dengan:

$$SAIDI = \frac{\text{Total durasi pemutusan}}{\text{Total jumlah pelanggan yang dilayani}}$$

$$\dots\dots SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i} \dots\dots\dots(2)$$

dengan: U_i adalah durasi pemutusan tahunan untuk beban i

c. CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

Indeks ini menggambarkan lama waktu (durasi) rata-rata setiap pemutusan. Indeks ini dirumuskan dengan:

$$CAIDI = \frac{\text{Total durasi pemutusan}}{\text{Total jumlah pemutusan}}$$

$$CAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i} \dots\dots\dots(3)$$

d. ASAI (Average Service Availability Index)

Indeks ini menggambarkan tingkat ketersediaan layanan (suplai daya) yang diterima oleh pelanggan. Indeks ini dirumuskan dengan:

$$ASAI = \frac{\text{Jumlah durasi ketersediaan suplai daya ke pelanggan}}{\text{Jumlah durasi suplai daya yang dibutuhkan pelanggan}}$$

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760} \dots\dots(4)$$

e. ASUI (Average Service Unavailability Index)

Indeks ini menggambarkan ketidaktersediaan layanan (suplai daya) yang diterima pelanggan. Indeks ini dirumuskan dengan:

$$ASUI = \frac{\text{Jlh durasi ketidakterediaan suplai daya ke plgn}}{\text{Jlh durasi suplai daya yg dibutuhkan plgn}}$$

$$ASUI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760} \dots\dots\dots(5)$$

8760 adalah total jumlah jam dalam satu tahun kalender.

1.2. Distributed Generation (DG)

Distributed Generation atau biasa disebut dengan DG adalah pembangkit skala kecil dan menengah dengan kisaran daya yang dihasilkan antara 15 kW sampai dengan 10 MW, yang disambungkan pada sistem distribusi. Biasanya DG ini ditempatkan pada bus yang langsung menyuplai pusat beban.

Di negara maju DG sudah banyak digunakan. Berdasarkan fungsinya, DG dibedakan atas dua macam yaitu sebagai unit yang difungsikan untuk mengantisipasi apabila terjadi pemutusan dari suplai daya grid (*stand by unit*) atau difungsikan sebagai unit yang dipasang pada jam-jam beban puncak (*peaking unit*).

Beberapa jenis-jenis DG adalah pembangkit listrik tenaga mikro hidro, tenaga surya, tenaga angin dan lain-lain yang kapasitas dayanya relatif tidak terlalu besar. Penggunaan DG sangat bermanfaat terutama pada konsumen-konsumen yang sangat jauh dari pusat pembangkit skala besar.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh penempatan DG terhadap keandalan sistem distribusi dengan menggunakan *software* EDSA *Technical* 2005. Tahapan pelaksanaannya dapat diurutkan sebagai berikut:

1. Membuat model sistem distribusi untuk setiap kasus yang akan diteliti
2. Memasukkan data-data keandalan komponen sistem distribusi tenaga listrik dan data-data beban
3. Menentukan indeks keandalan sistem distribusi untuk setiap kasus dengan menggunakan program EDSA *Technical* 2005 fitur *Distribution Reliability*.
4. Melihat hasil program
5. Melakukan analisis untuk setiap kasus

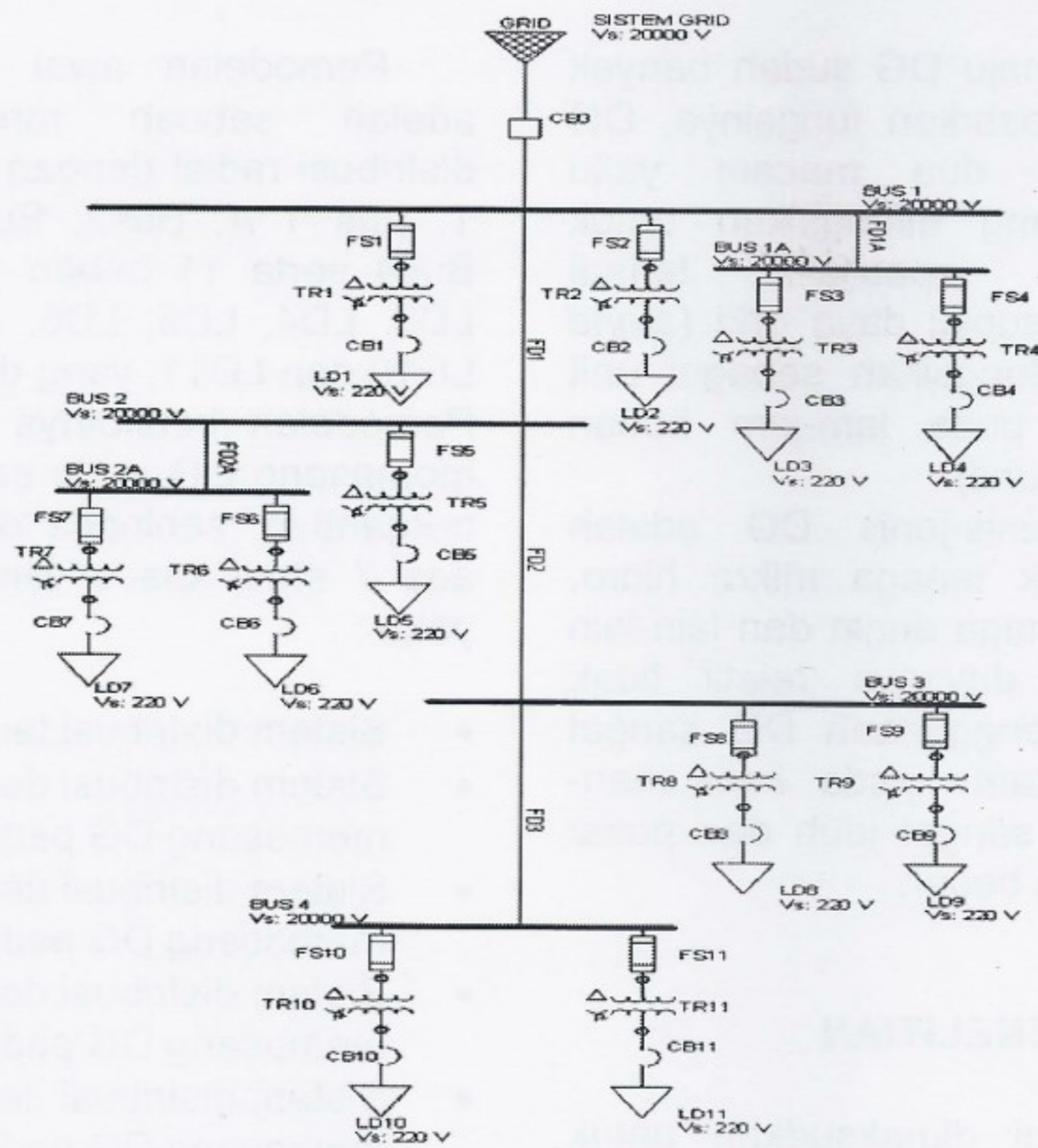
Pemodelan

Model sistem distribusi dalam penelitian ini adalah sistem distribusi tipe radial.

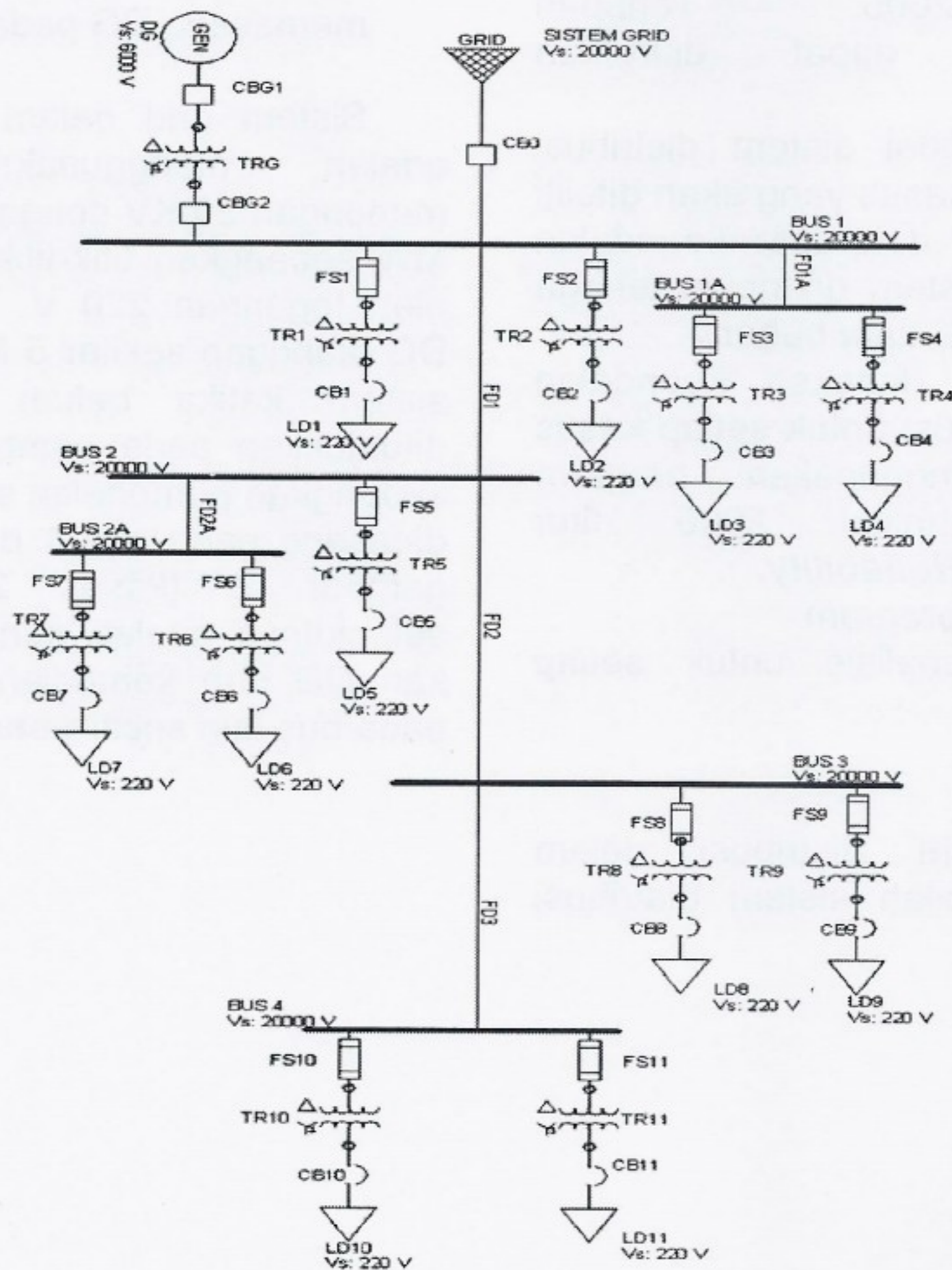
Pemodelan awal dari tulisan ini adalah sebuah rangkaian sistem distribusi radial dengan 6 bus yaitu Bus 1, Bus 1 A, Bus2, Bus2A, Bus3 dan Bus4 serta 11 beban yaitu LD1, LD2, LD3, LD4, LD5, LD6, LD7, LD8, LD9, LD10 dan LD11, yang disuplai oleh grid. Pemodelan berikutnya adalah dengan memasang DG pada setiap bus secara bergantian, sehingga dengan demikian ada 7 studi kasus yang akan dibahas yaitu :

- Sistem distribusi tanpa DG
- Sistem distribusi dengan memasang DG pada Bus 1
- Sistem distribusi dengan memasang DG pada Bus 1A
- Sistem distribusi dengan memasang DG pada Bus 2
- Sistem distribusi dengan memasang DG pada Bus 2A
- Sistem distribusi dengan memasang DG pada Bus 3
- Sistem distribusi dengan memasang DG pada Bus 4

Sistem grid dalam pemodelan ini adalah menggunakan tegangan menengah 20 KV dengan kapasitas 120 MW sedangkan titik-titik beban disuplai oleh tegangan 220 V. Kapasitas daya DG dianggap sekitar 5 MW. Pemodelan sistem ketika belum dipasang DG ditunjukkan pada gambar 1 (kasus 1) sedangkan pemodelan sistem ketika DG dipasang pada bus 1 ditunjukkan pada gambar 2 (kasus 2). Pemodelan selanjutnya adalah dengan memindahkan DG dan kemudian memasangnya pada bus lain secara bergantian.



Gambar 1. Diagram satu garis sistem ketika belum dipasang DG



Gambar 2. Diagram satu garis sistem ketika DG dipasang pada bus 1

Data Keandalan Setiap Komponen

Data keandalan dari setiap komponen meliputi nilai *failure rate* aktif maupun pasip, *maintenance rate*, *switching time*, lama perbaikan dan lama perawatan rata-rata seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Data keandalan komponen yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data keandalan yang dipublikasikan oleh IEEE (International Electrical and Electronic Engineering) tahun 2007.

Tabel 1 Data Keandalan Komponen Sistem

Nama komponen	Jenis komponen	Failure Rate aktif (gangguan/tahun)	Failure Rate pasip (gangguan/tahun)	Maintenance rate (perawatan/tahun)	Waktu switching (jam)	Lama perbaikan rata-rata (jam)	Lama perawatan rata-rata (jam)
Grid	Power Supply	1,9560	0	1	1	15	12
CB0	Circuit Breaker	0.0157	0.0078	1	1	14.8	1
CB1-11	Circuit Breaker	0.0019	0.0009	1	1	6	1
CBG1-2	Circuit Breaker	0.0157	0.0078	1	1	14.8	1
BUS1-4	Bus	0.0102	0	0.5	1	27.27	3.733
BUS1A-2A	Bus	0.0102	0	0.5	1	27.27	3.733
TR1-10	Trafo	0.0052	0	1	1	82.74	16.905
TRG	Trafo	0.0052	0	1	1	82.74	16.905
FS1-11	Fuse	0.0818	0	0	1	4	0
FD1-3	Feeder	0.0055	0	0.5	1	16.77	12.7785
FD1A-2A	Feeder	0.0028	0	0.5	1	8	6
DG	Power Supply	0.4341	0	1	1	22.38	2.158

Sumber: IEEE Standard 2007, (IEEE Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power System)

Data Titik Beban

Tabel 2. Data Titik Beban

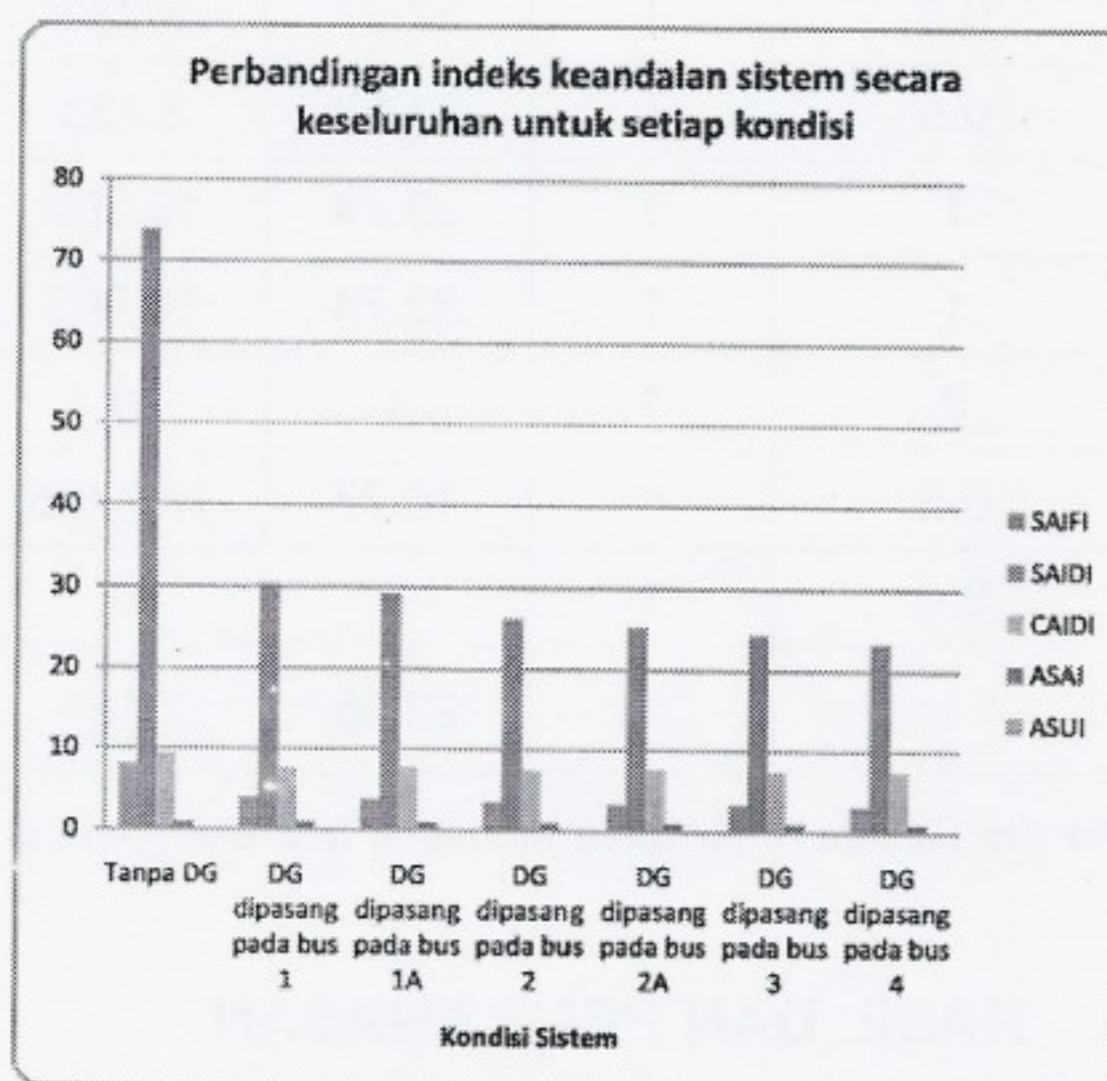
Nama Titik	Tipe	Kapasitas Puncak	Jumlah pelanggan
LD1	Rumah tangga	100	100
LD2	Rumah tangga	100	100
LD3	Rumah tangga	100	90
LD4	Rumah tangga	100	90
LD5	Rumah tangga	100	80
LD6	Rumah tangga	100	70
LD7	Rumah tangga	100	70
D8	Industri	600	30
LD9	Industri	600	30
LD10	Bisnis	200	50
LD11	Bisnis	200	50

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks keandalan sistem secara keseluruhan pada setiap kondisi yang diperoleh dari eksekusi program EDSA ditunjukkan pada tabel 3 dan digambarkan secara grafik pada gambar 3.

Tabel 3 Indeks keandalan sistem secara keseluruhan pada setiap kondisi

Kondisi sistem	SAIFI Pemutusan/pelanggan	SAIDI Jam/pelanggan	CAIDI Jam/pemutusan	ASAI (%)	ASUI (%)
Tanpa DG	7.9158	73.8076	9.324	0.9915	0.0085
DG dipasang pada bus 1	3.9773	30.4253	7.6496	0.9965	0.0035
DG dipasang pada bus 1A	3.7415	29.209	7.8067	0.9967	0.0033
DG dipasang pada bus 2	3.4786	26.1283	7.5111	0.9970	0.003
DG dipasang pada bus 2A	3.2954	25.1836	7.6419	0.9971	0.003
DG dipasang pada bus 3	3.2698	24.3265	7.4397	0.9972	0.0028
DG dipasang pada bus 4	3.1400	23.2052	7.39	0.9974	0.0026



Gambar 3. Grafik indeks keandalan sistem untuk setiap kondisi

Dari tabel 3 dan gambar 3 menunjukkan bahwa pemasangan DG pada setiap bus secara bergantian selalu memberikan perbaikan keandalan. Hal itu ditunjukkan oleh turunnya nilai-nilai SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASUI serta meningkatnya nilai ASAI dibandingkan ketika DG belum dipasang. Perbaikan keandalan sistem yang paling tinggi terjadi ketika DG dipasang pada bus 4. Tabel 3 dan grafik 3 juga menunjukkan bahwa semakin jauh lokasi DG dari grid maka keandalan sistem akan semakin baik.

E. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Penempatan DG pada bus sistem distribusi selalu memberikan pengaruh perbaikan keandalan sistem pada setiap beban.
2. Apabila DG dipasang pada bus yang semakin jauh dari grid maka keandalan sistem cenderung semakin tinggi.
3. Dari semua studi kasus yang sudah dilakukan, perbaikan indeks keandalan sistem yang paling tinggi terjadi ketika DG dipasang pada bus 4.

DAFTAR PUSTAKA

1. Barker, P.P. and de Mello, R.W., 2000, "Determining The Impact Of Distributed Generation On Power Systems: Part 1-Radial Distribution Systems".
2. Bellinton, R and Allan, R.N., 1984 "Reliability Evaluation of Power Systems", Pitman, Boston, Mass.
3. IEEE, 2007, "IEEE Recommended Practice for The Design of Reliable

- Industrial and Commercial Power System, IEEE Std 49.
4. IEEE, 1998, "IEEE Trial-Use Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices", IEEE Power Engineering Society.
 5. IEEE, 1982, "Bulk Power System Reliability Assessment-Why And How? Part 1: Why?", IEEE Trans Vol PAS.
 6. Priyanta, D., 2000, "Keandalan Dan Perawatan", Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.