

# PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PERHITUNGAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DI GARDU INDUK PEKALONGAN BERBASIS ANDROID

Salman Muntaqo Aprilian

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Program Studi Teknik Elektro

e-mail : [salman.muntaqo.2015@ft.umy.ac.id](mailto:salman.muntaqo.2015@ft.umy.ac.id)

## ABSTRACT

*Reliability of distribution networks is a factor that greatly affects customers as consumers of electricity. Analyzing and calculating the reliability of distribution networks is determined by the reliability index including SAIFI, SAIDI, CAIDI, and ASAI. On the other hand smartphone technology is growing rapidly with a variety of applications in it to help alleviate and accelerate human work in several fields of work, one of which is in the world of electricity. For this reason, the researcher intends to design a distribution system reliability index application software to make it easier for technicians to calculate and analyze the reliability index that was done manually into automatically with various formulas that have been entered in the application. This application is named KALINDA (Kalkulator Indeks Keandalan) created using the Android Studio application with the Java programming language. After testing the results of the data between KALINDA calculations and manual calculations. The results of calculations and analysis obtained from the KALINDA application are declared to be valid accurate so KALINDA has passed the quality control and ready to use.*

**Keywords - Reliability Index, Android, Android Studio, Java**

## PENDAHULUAN

### 1.1 Gardu Induk

Gardu induk adalah bagian yang tidak terpisahkan dan sangat vital dari sebuah sistem tenaga listrik. Gardu induk tersusun atas beberapa peralatan penghubung dan pemutus aliran arus serta transformator penaik ataupun penurun tegangan terpasang di antara dua komponen sistem tenaga listrik lainnya. Kegunaan dari gardu induk yaitu untuk memutus ataupun menghubungkan aliran arus listrik dan membantu dalam penyesuaian level tegangan dari sistem-sistem yang akan dihubungkan nantinya. Secara garis besar gardu induk pada sistem tenaga listrik dapat dibedakan berdasar penggunaannya, yaitu

gardu induk pembangkit dan gardu induk distribusi.

- A. Gardu induk pembangkit ialah gardu induk terpasang dan digunakan untuk unit pembangkitan yang fungsinya tidak lain yaitu menaikkan tegangan dari level tegangan pembangkitan menjadi level tegangan pada saluran transmisi.
- B. Gardu induk distribusi ialah gardu induk terpasang dan digunakan untuk ujung penerimaan dari sebuah saluran transmisi fungsinya tidak lain yaitu untuk menurunkan tegangan dari level tegangan saluran transmisi pembangkit menjadi level tegangan jaringan distribusi.

## 1.2 Jaringan Distribusi

Saluran distribusi merupakan sebuah fragmen dari rangkaian sistem tenaga listrik. Penampakan dari sistem distribusi berupa sejumlah kabel penghantar atau lebih sering disebut kabel feeder atau kabel feeder dan kabel – kabel percabangan dari kabel feeder yang mana sebagai media penyulan listrik. Fungsi dari saluran distribusi yaitu mendistribusikan energi listrik ke pelanggan sesuai kebutuhan. Dalam operasinya jaringan distribusi tidak dapat dipisahkan dengan gardu induk distribusi. Gardu induk distribusi terletak pada bagian akhir dari saluran transmisi, yang gunanya untuk menangani pendistribusian daya yang diterima dari saluran transmisi sekaligus menurunkan level tegangan dari saluran transmisi ke level tegangan jaringan distribusi. Selain itu gardu induk ada yang terletak di antara jaringan distribusi yang tugasnya ialah membagi aliran daya dan menurunkan tegangan distribusi ke tegangan rendah. Level tegangan jaringan distribusi bisa dilihat di bawah ini.

## 1.3 Jaringan Distribusi Primer

Menurut pendapat salah satu buku yang penulis baca, Jaringan Distribusi Primer atau jaringan distribusi tegangan menengah (JDTM) yakni jaringan yang posisinya ada pada sebelum gardu distribusi yang bekerja menyalurkan listrik dengan tegangan menengah seperti 6 kV atau 20 kV. Media penghantaran yang digunakan bisa berwujud kabel yang ditanam di tanah ataupun kabel yang digantungkan pada saluran udara. Jaringan distribusi primer bertugas dalam menghubungkan sisi sekunder trafo gardu induk dengan sisi primer trafo gardu distribusi. Dari pernyataan tersebut maka bisa kita simpulkan bahwa jaringan distribusi primer terletak diantara gardu

induk (GI) dan gardu distribusi. Jaringan distribusi primer menggunakan tiga kabel penghantar sampai empat kabel penghantar.

## 1.4 Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan sistem distribusi merupakan suatu indeks ukuran tingkat pelayanan/ketersediaan penyediaan tenaga listrik yang berasal dari sistem distribusi ke konsumen. Nilai keandalan dapat diukur dari seberapa sering sistem mengalami pemadaman, berapa lama terjadinya pemadaman listrik itu, dan seberapa cepat waktu yang digunakan untuk mengembalikan kondisi dari pemadaman listrik yang terjadi menjadi pulih. Digunakan beberapa indeks keandalan dalam pengevaluasiannya, yaitu :

A. Indeks SAIFI menyampaikan informasi mengenai keandalan sistem distribusi berupa besaran angka frekuensi rata-rata pemadaman per pelanggan.

$$SAIFI = \frac{\lambda_i \cdot N_i}{Nt}$$

Keterangan:

$\lambda_i$  = Frekuensi Pemadaman Feeder  $i$

$N_i$  = Jumlah Pelanggan Pada Feeder  $i$

$Nt$  = Jumlah Total Pelanggan

B. Indeks SAIDI menyampaikan informasi mengenai keandalan sistem distribusi berupa durasi atau lamanya waktu suatu pemadaman rata-rata yang dirasakan oleh konsumen.

$$SAIDI = \frac{U_i \cdot N_i}{Nt}$$

Keterangan:

$U_i$  = Durasi Pemadaman Feeder  $i$

$N_i$  = Jumlah Pelanggan Pada Feeder  $i$

$Nt$  = Jumlah Total Pelanggan

C. CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) merupakan nilai indeks durasi gangguan konsumen rata-rata tiap tahun.

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

D. Indeks ASAI memberikan informasi mengenai tingkat ketersediaan pelayanan tenaga listrik yang diterima oleh konsumen.

$$ASAI = \frac{8760 - SAIDI}{8760} \times 100$$

8760 yakni total seluruh jam dalam satu tahun.

#### 1.4 Android Studio

Android Studio merupakan sebuah software atau program aplikasi dengan lingkungan pengembangan terpadu atau yang lebih dikenal *Integrated Development Environment (IDE)* yang diluncurkan oleh GOOGLE platform yang berguna untuk mengembangkan, merancang, dan membuat program aplikasi yang dikhususkan untuk perangkat seluler dengan sistem operasi Android. Lingkungan Pengembangan Terpadu dengan istilah lain *Integrated Development Environment (IDE)* untuk pengembangan aplikasi Android. Kelebihan yang dimiliki Android Studio adalah memiliki fitur yang lebih banyak dan dirasa cukup lengkap untuk meningkatkan produktivitas dalam pembuatan aplikasi Android.

#### TINJAUAN PUSTAKA

1. Yazid Khoirul Anwar UNEJ (2016) melakukan penelitian tentang *Desain Perangkat Lunak Keandalan Sistem Distribusi 20 kV: Studi Kasus Penyulang Gambiran area Banyuwangi*, mengatakan bahwa output dari program dan perhitungan manual menggunakan metode *section technique* menghasilkan rata-rata error sebesar 0%. Indeks keandalan sistem distribusi penyulang atau feeder gambiran sebesar 5.065880003 kali/tahun untuk SAIFI tergolong

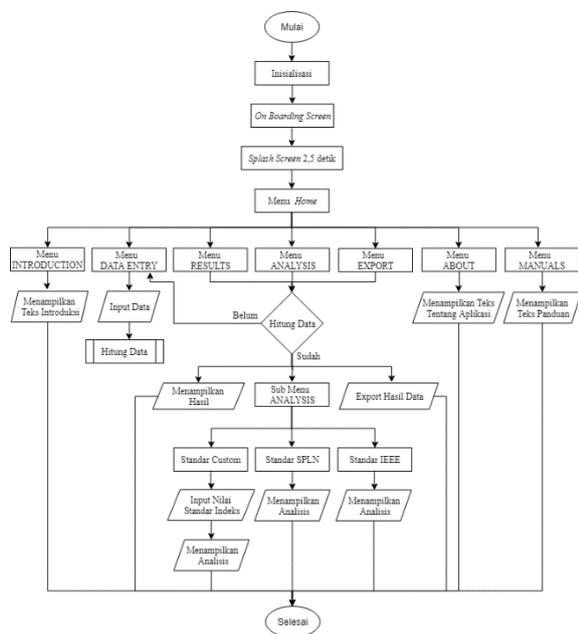
belum handal sebab melebihi ketetapan PLN yang mana 3,2 kali/pelanggan/tahun. Sedangkan dua indeks lainnya yaitu SAIDI 17.179399999 jam/pelanggan/tahun dan CAIDI 3.035873328 jam/tahun sudah masuk kategori handal sebab tidak melebihi ketetapan PLN yang mana 21 jam/pelanggan/tahun dan 6.5625 jam/tahun.

2. Tawfiq M. Aljohani, dan Mohammed J. Beshir pada JPEE Jurnal of Power Energy Engineering Vol.5 No.8 (2017) melakukan penelitian yang berjudul *Matlab Code to Assess the Reliability of the Smart Power Distribution System Using Monte Carlo Simulation*. Dalam penelitian dijelaskan bahwa teknik monte carlo merupakan metode yang paling kuat serta efisien untuk mengevaluasi keandalan jaringan distribusi. Kemudian hasil yang didapat bahwa kode Monte Carlo Simulation MATLAB yang penulis kembangkan cukup efektif, dan berfungsi sebagai alat yang dapat digunakan dalam mengevaluasi keandalan feeder distribusi saat menerapkan modifikasi dalam skala kecil saja.

#### METODOLOGI

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kalkulator, Software Android Studio, dan handphone dengan sistem operasi Android. Kemudian bahan yang dibutuhkan adalah formula indeks keandalan, data indeks keandalan berdasarkan PLN Rayon Kota Pekalongan, SPLN, dan IEEE, data jumlah pelanggan setiap feeder, data frekuensi pemadaman setiap feeder, serta durasi pemadaman setiap feeder di sistem distribusi Rayon Kota Pekalongan. Lokasi Penelitian adalah

di PT. PLN UPJ Pekalongan, yang beralamat di Jalan Manggis No.2 Sampangan, Pekalongan Timur, Kota Pekalongan, Jawa Tengah 51126. Dalam pembahasan ini digunakan metode perbandingan. Kemudian objek yang dibandingkan adalah komparasi nilai hasil dari perhitungan indeks keandalan yaitu hasil perhitungan dari dua metode perhitungan, metode manual dengan menggunakan kalkulator biasa dan metode otomatis dengan (Kalkulator Indeks Keandalan). KALINDA adalah nama dari aplikasi Android yang dirancang oleh peneliti. Komparasi tersebut dilakukan guna melakukan pengecekan apakah data dari sumber yang sama hasilnya akan sama atau tidak untuk mengetahui kevalid-an dari data hasil perhitungan yang dilakukan KALINDA. Kemudian dibawah adalah gambar flowchart dari aplikasi KALINDA.



Gambar 1 Flowchart KALINDA

### HASIL PENELITIAN

Dalam pembahasan ini yang ditampilkan adalah aplikasi perhitungan keandalan sistem distribusi listrik yang diberi nama KALINDA, akan ditunjukkan

sebagian kecil halaman pada aplikasi yaitu halaman *splash screen* pada gambar 2, halaman DATA ENTRY untuk input data pada gambar 3, dan halaman RESULTS untuk menampilkan hasil perhitungan pada gambar 3 dan 4. Selanjutnya untuk hasil validasi perhitungan akan ditampilkan pada tabel 1 tentang validasi hasil perhitungan dari dua metode tersebut di atas. Juga ada ditampilkan analisis keandalan sistem distribusi di PLN Rayon Kota Pekalongan yang akan ditampilkan pada tabel 2 mengacu standar PLN Rayon Pekalongan dan SPLN dan tabel 3 mengacu pada IEEE.



Gambar 2 Aplikasi KALINDA

← DATA ENTRY				
No.	Nama Feeder	Frekuensi Gangguan	Durasi Gangguan (jam)	Jumlah Pelanggan
1	PKL01	3	1.883	19432
2	PKL02	2	3.2	9958
3	PKL04	4	2.216	17510
4	PKL06	3	1.26	22976
5	PKL07	3	1.183	32546
6	PKL08	3	4.5	6414
7	PKL09	0	0.0	23111
8	PKL10	1	1.03	31825
9	PKL11	4	4.2	1235
10	PKL12	3	2.3	25155
11	PKL14	2	2.15	4858
12	PKL15	2	6.2	2119

TAMBAH      HITUNG

Gambar 3 Data Entry KALINDA

← RESULTS					
No.	Nama Feeder	Nilai SAIFI (k/p/t)	Nilai SAIDI (j/p/t)	Nilai CAIDI (j/k/t)	Nilai ASAI (%)
1	PKL01	0,099	0,062	0,626	99,99
2	PKL02	0,034	0,054	1,588	99,99
3	PKL04	0,118	0,066	0,559	99,99
4	PKL06	0,117	0,049	0,419	99,99
5	PKL07	0,165	0,065	0,394	99,99
6	PKL08	0,033	0,049	1,485	99,99
7	PKL09	0	0	0	100,0
8	PKL10	0,054	0,055	1,019	99,99

Gambar 4 RESULTS KALINDA (1)

← RESULTS					
No.	Nama Feeder	Nilai SAIFI (k/p/t)	Nilai SAIDI (j/p/t)	Nilai CAIDI (j/k/t)	Nilai ASAI (%)
5	PKL07	0,165	0,065	0,394	99,99
6	PKL08	0,033	0,049	1,485	99,99
7	PKL09	0	0	0	100,0
8	PKL10	0,054	0,055	1,019	99,99
9	PKL11	0,008	0,009	1,125	99,99
10	PKL12	0,128	0,098	0,766	99,99
11	PKL14	0,016	0,018	1,125	99,99
12	PKL15	0,007	0,022	3,143	99,99

Gambar 4 RESULTS KALINDA (2)

No.	Nama Feeder	Perhitungan Manual				Perhitungan KALINDA				Keterangan
		SAIFI (k/p/t)	SAIDI (j/p/t)	CAIDI (j/k/t)	ASAI (%)	SAIFI (k/p/t)	SAIDI (j/p/t)	CAIDI (j/k/t)	ASAI (%)	
1	PKL01	0.295	0.185	0.628	99.99	0.296	0.186	0.628	99.99	Valid
2	PKL02	0.101	0.162	1.604	99.99	0.101	0.162	1.604	99.99	Valid
3	PKL04	0.355	0.197	0.553	99.99	0.355	0.197	0.555	99.99	Valid
4	PKL06	0.349	0.147	0.421	99.99	0.35	0.147	0.42	99.99	Valid
5	PKL07	0.495	0.195	0.39	99.99	0.495	0.195	0.394	99.99	Valid
6	PKL08	0.098	0.146	1.49	99.99	0.098	0.146	1.49	99.99	Valid
7	PKL09	0	0	0	100	0	0	0	100	Valid
8	PKL10	0.161	0.166	1.03	99.99	0.161	0.166	1.031	99.99	Valid
9	PKL11	0.025	0.026	1.04	99.99	0.025	0.026	1.04	99.99	Valid
10	PKL12	0.383	0.293	0.765	99.99	0.383	0.293	0.765	99.99	Valid
11	PKL14	0.049	0.053	1.082	99.99	0.049	0.053	1.082	99.99	Valid
12	PKL15	0.021	0.067	3.19	99.99	0.021	0.067	3.19	99.99	Valid

Tabel 1 Validasi Perhitungan KALINDA

Berdasarkan data yang telah tersaji di atas, yaitu data hasil perbandingan antara perhitungan manual dengan perhitungan aplikasi KALINDA menunjukkan angka yang relatif sama, sebagai contoh pada feeder PKL01. Pada feeder PKL01 nilai indeks SAIFI 0.295 untuk perhitungan manual dan 0.256 untuk perhitungan KALINDA. SAIDI 0.185 pada perhitungan manual dan 0.186 untuk perhitungan KALINDA. CAIDI 0.628 pada perhitungan manual dan 0.628 untuk perhitungan KALINDA. ASAI 99.99 pada perhitungan manual dan 99.99 untuk perhitungan

KALINDA. Pada data hasil tersebut ada sedikit perbedaan angka dibelakang koma yang disebabkan oleh adanya pembulatan angka pada aplikasi KALINDA, namun hal tersebut tidak mengurangi keakuratan perhitungan yang dihasilkan. Maka dapat disimpulkan bahwa perhitungan pada aplikasi KALINDA sudah sesuai dengan perhitungan manual yang artinya perhitungan KALINDA sudah terverifikasi valid. Sehingga aplikasi KALINDA bisa dikatakan lolos uji dari segi keakuratan perhitungan.

No.	Feeder	Nilai SAIFI	Nilai SAIDI	PLN Rayon Kota Pekalongan		SPLN	
				SAIFI 3.62 (k/p/t)	SAIDI 9.77 (j/p/t)	SAIFI 3.2 (k/p/t)	SAIDI 21.09 (j/p/t)
1	PKL01	0.295	0.185	✓	✓	✓	✓
2	PKL02	0.101	0.162	✓	✓	✓	✓
3	PKL04	0.355	0.197	✓	✓	✓	✓
4	PKL06	0.349	0.147	✓	✓	✓	✓
5	PKL07	0.495	0.195	✓	✓	✓	✓
6	PKL08	0.097	0.146	✓	✓	✓	✓
7	PKL09	0	0	✓	✓	✓	✓
8	PKL10	0.161	0.166	✓	✓	✓	✓
9	PKL11	0.025	0.026	✓	✓	✓	✓
10	PKL12	0.383	0.29	✓	✓	✓	✓
11	PKL14	0.049	0.053	✓	✓	✓	✓
12	PKL15	0.021	0.067	✓	✓	✓	✓

Tabel 2 Analisis PLN Rayon Kota Pekalongan dan SPLN

Berdasarkan tabel 2 diatas didapat kesimpulan bahwa nilai indeks SAIFI dan SAIDI pada semua feeder pada sistem distribusi Rayon Kota Pekalongan menurut standar PLN Rayon Kota Pekalongan yaitu 3.62 (kali/pelanggan/tahun) dan 9.77 (jam/pelanggan/tahun) dan standar SPLN yaitu 3.2 (kali/pelanggan/tahun) dan 21.09 (jam/pelanggan/tahun), menunjukkan hasil centang semua yang menandakan nilai dari tiap indeks SAIFI dan SAIDI tidak ada yang melebihi batas yang ditetapkan dari

kedua standar yang telah tersebut di atas. Oleh karena itu maka setiap feeder yang melayani kebutuhan listrik di Kota Pekalongan dikategorikan handal menurut dua macam standar yaitu standar PLN Rayon Kota Pekalongan dan standar SPLN.

No.	Feeder	Nilai SAIFI	Nilai SAIDI	Nilai CAIDI	Nilai ASAI	IEEE			
						SAIFI < 1.45 (k/p't)	SAIDI < 2.3 (j/p't)	CAIDI < 1.47 (j/k't)	ASAI > 99.92 (%)
1	PKL01	0.295	0.185	0.628	99.99	✓	✓	✓	✓
2	PKL02	0.101	0.162	1.604	99.99	✓	✓	×	✓
3	PKL04	0.355	0.197	0.555	99.99	✓	✓	✓	✓
4	PKL06	0.349	0.147	0.42	99.99	✓	✓	✓	✓
5	PKL07	0.495	0.195	0.394	99.99	✓	✓	✓	✓
6	PKL08	0.097	0.146	1.49	99.99	✓	✓	×	✓
7	PKL09	0	0	0	100	✓	✓	✓	✓
8	PKL10	0.161	0.166	1.031	99.99	✓	✓	✓	✓
9	PKL11	0.025	0.026	1.04	99.99	✓	✓	✓	✓
10	PKL12	0.383	0.29	0.765	99.99	✓	✓	✓	✓
11	PKL14	0.049	0.053	1.082	99.99	✓	✓	✓	✓
12	PKL15	0.021	0.067	3.19	99.99	✓	✓	×	✓

Tabel 3 Analisis IEEE

Dengan melihat data analisis pada tabel 3 diatas didapat kesimpulan bahwa mayoritas setiap feeder pada sistem distribusi Rayon Kota Pekalongan dinyatakan handal kecuali tiga feeder yaitu feeder PKL02, PKL08, PKL15. Ketiga feeder tersebut dinyatakan dalam status kurang handal karena suatu hal yang sama yaitu nilai indeks CAIDI yang telah melebihi batas standar yang telah ditetapkan oleh pihak IEEE yaitu 1.47 jam/kali/tahun. Sedangkan bisa dilihat pada data feeder PKL02 nilai CAIDI menunjukkan angka 1.604 jam/kali/tahun, feeder PKL08 menunjukkan angka 1.49 jam/kali/tahun, feeder PKL15 menunjukkan angka 3.19 jam/kali/tahun. Oleh karena hal tersebut, berdasarkan standar IEEE feeder yang dinyatakan handal adalah PKL01,

PKL04, PKL06, PKL07, PKL09, PKL10, PKL11, PKL12, PKL14 karena nilai indeks SAIFI, SAIDI, CAIDI tidak melebihi batas dan nilai indeks ASAI tidak kurang dari batas yang ditetapkan oleh pihak IEEE. Sedangkan feeder yang lainnya yaitu tiga feeder yang telah tersebut tadi dalam kategori kurang handal.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan alat hitung, perhitungan dan analisis mengenai keandalan jaringan distribusi rayon Kota Pekalongan maka didapat kesimpulan seperti dibawah:

1. Aplikasi alat hitung ini bernama KALINDA (Kalkulator Indeks Keandalan) dapat digunakan untuk menghitung indeks SAIFI, SAIDI, CAIDI, dan ASAI dengan hasil perhitungan yang sudah dibandingkan dengan perhitungan manual yang mana hasilnya valid akurat. Hasil perhitungan bisa di export ke excel. Juga dapat melakukan analisis berdasarkan standar custom, SPLN dan IEEE.
2. Berdasarkan standar PLN Rayon Kota Pekalongan, unjuk kerja jaringan distribusi pada setiap feeder di Kota Pekalongan sudah sesuai standar yang ditetapkan yaitu indeks SAIFI tidak melebihi 3.62 kali/pelanggan/tahun dan indeks SAIDI tidak melebihi 9.77 jam/pelanggan/tahun.
3. Berdasarkan standar SPLN No.68-2 tahun 1986, unjuk kerja jaringan distribusi pada setiap feeder di Kota Pekalongan sudah handal sesuai standar yang ditetapkan yaitu indeks SAIFI tidak melebihi 3.2 kali/pelanggan/tahun dan indeks

SAIDI tidak melebihi 21.09 jam/pelanggan/tahun.

4. Berdasarkan standar IEEE, unjuk kerja jaringan distribusi pada setiap feeder di PLN Rayon Kota Pekalongan mayoritas sudah handal sesuai standar yang ditetapkan yaitu sesuai indeks SAIFI, SAIDI, CAIDI tidak melebihi angka 1.45 kali/pelanggan/tahun, 2.3 jam/pelanggan/tahun, 1.47 jam/kali/tahun dan ASAI lebih dari 99.92%. Namun ada beberapa feeder yang kurang handal yang dikarenakan oleh nilai CAIDI yang melebihi batas yang ditentukan yaitu feeder PKL02, PKL08, PKL15 dengan nilai 1.604 jam/kali/tahun, 1.49 jam/kali/tahun dan 3.19 jam/kali/tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Y. K. 2016. Desain Perangkat Lunak Keandalan Sistem Distribusi 20 KV : Studi Kasus Penyulang Gambiran Area Banyuwangi (Skripsi). Jember: Universitas Jember.
- Haq, M. N. 2016. Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di Gardu Induk Batang (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Affandi, S. 2015. Analisis Keandalan Sistem Distribusi tenaga Listrik di Gardu Induk Indramayu (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Tawfiq M. Aljohani, dan Mohammed J. Beshir. 2017. *Matlab Code to Assess the Reliability of the Smart Power Distribution System Using Monte Carlo Simulation*. California : University of Southern California
- Nucci, Dario Di. 2017. Software-Based Energy Profiling of Android Apps: Simple, Efficient and Reliable?. Austria: IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering.
- Prabowo, A. T. 2013. Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Pada Penyulang Pekalongan 8 dan 11 (Skripsi). Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hakim, I. F. 2015. Sistem Informasi Perhitungan Zakat Berbasis Android (Skripsi). Semarang: Universitas Dian Nuswantoro.
- Erhaneli. 2017. Pengaruh Pengaturan Titik Pemindahan Jaringan Terhadap Nilai SAIDI, SAIFI dan kWh Salur pada Penyulang CADNAS dan KHATIB SULAIMAN di PT. PLN (Persero) Rayon Belanti Area Padang. Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol. 6, No. 1.
- Hartati, R. S. 2007. "Penentuan Angka Keluar Peralatan Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Ditribusi Tenaga Listrik". Vol. 6 No.2.
- Fajar, Ahmad. 2015. Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik DI P.T. PLN UPJ Rayon Bumiayu (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.