

# STUDI KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTIBUSI RADIAL 20KV PADA PUNYULANG JEMBER KOTA GARDU INDUK JEMBER

Oleh

**Wahyu Rudi Widodo**

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

JL.Karimta No.49, Kec.Sumbersari, Kab.Jember

E-mail : wahyurudiwido69@gmail.com

## ABSTRAK

Permintaan kebutuhan energi listrik semakin bertambah dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi. hingga saat ini, energi listrik merupakan salah satu sumber energi yang utama untuk mendukung aktivitas tersebut. Upaya yang diperlukan untuk memenuhi pertumbuhan energi listrik tidak hanya memenuhi permintaan daya yang meningkat setiap tahun tetapi juga memperbaiki mutu keandalan pelayanan. Keandalan sistem distribusi memiliki peran penting dalam penyaluran energi listrik ke pelanggan, jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan dan yang paling banyak mengalami gangguan, sehingga salah satu masalah utama dalam operasi sistem distribusi adalah mengatasi gangguan, sebab terjadi banyak gangguan akan mempengaruhi indeks keandalan, gangguan – gangguan yang terjadi pada sistem distribusi mempengaruhi keandalan sistem distribusi sehingga mengakibatkan terjadinya pemadaman pada pelanggan.

Indeks keandalan merupakan indikator tolak ukur dalam melihat atau menggambarkan keandalan sistem distribusi yang dinyatakan dalam probabilitas. Dalam penulisan tugas akhir ini, dilakukan penganalisaan terhadap keandalan distribusi PT. PLN (Persero) Area Jember dengan mencari angka gangguan penyulang, laju kegagalan, Indeks SAIDI (*System Average Intrruption Duation Index*), Indeks SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), dan Indeks CAIDI (*Costumer Average Interruption Index*) sebagai indikator indeks keandalan sistem distribusi.

Dari analisa yang didapatkan pada PT. PLN (Persero) Area Jember hasil analisa menunjukkan bahwa diperoleh nilai SAIDI 253,32 menit/pelanggan, nilai SAIFI 4,1 kali/pelanggan dan nilai CAIDI 15,85 menit/pelanggan.

*Kata kunci : Sistem Distribusi, Indeks Keandalan, SAIDI, SAIFI DAN CAIDI*

## ABSTRACT

Demand for electrical energy is increasing over time in line with increasing economic growth. To date, electrical energy is one of the main sources of energy to support the activity. The efforts required to meet the electric energy growth not only meet the increased power demand each year but also improve the quality of service reliability. Distribution system reliability has an important role in the transmission of electrical energy to customers, distribution network is part of the power system closest to the customer and the most experienced interference. So that one the main problem in the operation of the distribution system is overcoming interference, because there are many interference will affect the reliability index, interferences that occurs in the distribution system affecting the reliability of the distribution system so that result in the shutdown of customers.

The reliability index is a benchmark indicator in viewing or describing the reliability of the distribution system expressed in probability. In the writing of this final task, conducted analysis on the reliability of distribution of PT. PLN (Persero) Jember area by looking for the number of repeated disorders, failure rate, SAIDI index (*System Average Intrruption Duation Index*), SAIFI index (*System Average Interruption Frequency Index*), and the CAIDI index (*Costumer Average Interruption Index*) as an indicator of the reliability index of the distribution system.

From the analysis obtained at PT. PLN (Persero) Jember Area analysis results showed that the value obtained SAIDI 253.32 minutes/customer, the value of SAIFI 4.1 times/Customer and CAIDI value 15.85 minutes/customer.

*Keywords: Distribution System, Reliability Index, SAIDI, SAIFI and CAIDI*

## 1. PENDAHULUAN

Permintaan kebutuhan energi listrik semakin bertambah dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi. Hingga saat ini, energi listrik merupakan salah satu sumber energi yang utama untuk mendukung aktivitas tersebut. Energi listrik yang ada harus diimbangi dengan menjaga kualitas energi listrik itu sendiri. Upaya yang diperlukan untuk memenuhi pertumbuhan energi listrik tidak hanya memenuhi permintaan daya yang meningkat setiap tahun tetapi juga memperbaiki mutu keandalan pelayanan. Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan dan yang paling banyak mengalami gangguan, sehingga salah satu masalah utama dalam operasi sistem distribusi adalah mengatasi gangguan, sebab terjadinya banyak gangguan akan mempengaruhi indeks keandalan sistem distribusi kepada masyarakat.

Pada suatu sistem distribusi tenaga listrik, tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja suatu sistem tersebut. Kendala ini dapat dilihat dari

sejauh mana suplai tenaga listrik bisa mensuplai energi secara kontinyu dalam satu tahun konsumen. Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan.

Perangkat sistem distribusi 20kv pada masing – masing pembangkit tidak lepas dari kemungkinan terjadinya gangguan – gangguan baik yang kecil maupun yang besar yang mana akan mempengaruhi keandalan suatu pembangkit dalam mendistribusikan aliran daya listrik ke pelanggan. Dampak langsung yang dapat dirasakan pelanggan dari gangguan tersebut adalah pemadaman sesaat. Pemadaman ini mengakibatkan kerugian baik kepada pelanggan maupun bagi PLN. Oleh karena itu, sangat perlu dilakukan analisa terhadap keandalan sistem pendistribusian aliran daya listrik agar penyedia jasa layanan dapat mengetahui seberapa handal sistemnya maupun mensuplay energi. Untuk Mengetahui keandalan suatu sistem diperlukan indeks keandalan.

Untuk mengetahui keandalan suatu penyulang maka ditetapkan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk

membandingkan penampilan suatu sistem distribusi. Indeks keandalan pada dasarnya adalah suatu angka atau parameter yang menunjukkan tingkat pelayanan atau tingkat keandalan dari suplai tenaga listrik sampai kekonsumen. Indeks – indeks keandalan yang sering dipakai dalam suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), CAIDI (*Customer Average Interruption Frequency Index*).

Analisis keandalan pada sistem distribusi telah banyak dianalisa atau diteliti oleh mahasiswa di berbagai universitas untuk memenuhi syarat kelulusan, sebagai referensi tugas akhir ini, penulis mengambil beberapa judul tugas akhir sebagai acuan dalam penulisan. **Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Ttransien Dan Metode Section Technique** Oleh Hengki Projo Wicaksono, I.G.N. Satriyadi Hernanda, Ontoseno Penangsang Tahun 2012. Dengan hasil penelitian yang memperhitungkan nilai indeks SAIDI, SAIFI dan CAIDI dengan menggunakan *metode section technique* yaitu metode yang melakukan evaluasi

keandalan dengan cara memecah sistem dalam bagian-bagian yang lebih kecil dalam penelitian ini belum membahas nilai gangguan penyulangnya.

**Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIDI dan SAIFI Pada PT.PLN (Persero) Rayon Bagas Batu Tahun 2015.** Oleh Erhaneli Tahun 2016. Dengan hasil penelitian yang memperhitungkan nilai indeks SAIDI dan SAIFI dalam penelitian ini belum membahas nilai indeks CAIDI dan gangguan penyulang.

Dalam tugas akhir ini penulis menghitung laju kegagalan, gangguan penyulang, SAIDI, SAIFI, dan CAIDI dengan perhitungan per bulan dalam kurun waktu satu tahun.

## 2. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian ini akan dilaksanakan pada distribusi saluran udara tegangan menengah (SUTM) 20 KV di PT. PLN (Persero) Area Jember Penyulang Jember Kota. Adapun metode atau langkah – langkah yang dilakukan dalam perhitungan ini adalah sebagai berikut : Menghitung indeks keandalan sistem dengan menentukan gangguan penyulang dan laju kegagalan ( $\lambda$ ), Menghitung indeks keandalan tambahan dengan menentukan nilai – nilai SAIDI, SAIFI dan CAIDI serta membandingkannya dengan nilai – nilai

target yang telah ditetapkan oleh PT. PLN (Persero) Area Jember.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun data – data yang dibutuhkan dalam proses analisis perhitungan indeks keandalan sistem distribusi tenaga listrik 20 kv di PT. PLN (Persero) Area Jember Penyulang Jember Kota adalah sebagai berikut :

Data Laporan Monitoring Gangguan Penyulang Jember Kota PT. PLN (Persero) Area Jember Penyulang Jember Kota Tahun 2017.

MONITORING GANGGUAN PENYULANG					
No	Bulan	Jumlah Gangguan	Penyebab gangguan	Panjang Penyulang	Gangguan /100 KMS
1	Januari	2	Angin kencang	339,76	0,59
2	Februari	2	Hujan	340,59	0,59
3	Maret	2	Hujan	340,61	0,59
4	April	5	Hujan	347,15	1,44
5	Mei	10	Angin kencang	348,653	2,87
6	Juni	4	Hujan	348,65	1,15
7	Juli	2	Hujan	348,65	0,57
8	Agustus	4	Angin kencang	349,91	1,14
9	September	4	Kualitas peralatan	351,63	1,14
10	Oktober	5	Angin kencang	351,63	1,42
11	November	3	Angin kencang	351,57	0,85
12	Desember	4	Hujan	352,24	1,14



Pada hasil perhitungan yang sudah diperoleh angka kegagalan penyulang tertinggi terdapat pada bulan Mei dengan jumlah gangguan 10 pada panjang penyulang 348,653 sehingga dari hasil perhitungan didapatkan angka gangguan sebesar 2,87/100 KMS,

Sedangkan nilai gangguan terendah didapat pada bulan Juli dengan jumlah gangguan 2 pada panjang penyulang 348,65 sehingga dari hasil perhitungan didapatkan angka gangguan sebesar 0,57/100 KMS. dimana selang waktu satu tahun di tahun 2017 jumlah gangguan penyulang sejumlah 47 kali dari panjang penyulang 352 dengan gangguan penyulang per 100 KMS adalah 13,34.

Angka laju kegagalan dipengaruhi oleh banyaknya jumlah gangguan yang terjadi pada jaringan sistem distribusi baik yang disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal yang mengakibatkan padam selama periode waktu. Berdasarkan perhitungan laju kegagalan yang telah dilakukan diperoleh beberapa nilai indeks dimana masing – masing indeks berbeda nilainya dari bulan ke bulan. Hasil perhitungan indeks laju kegagalan tersebut dirangkum sebagai berikut :

No	Bulan	Jumlah pelanggan	Jumlah Gangguan	Penyebab Gangguan	Jumlah Hari (POPSD 1 Bulan)	Laju kegagalan rata*
1	Januari	145.367	350	Angin kencang	31	11,29
2	Februari	145.893	244	Hujan	28	8,714
3	Maret	146.974	258	Hujan	31	8,322
4	April	147.517	229	Hujan	30	7,633
5	Mei	148.170	229	Hujan	31	7,387
6	Juni	148.636	201	Hujan	30	6,7
7	Juli	149.436	157	Hujan	31	5,064
8	Agustus	150.431	303	Angin kencang	31	9,774
9	September	151.305	424	Kualitas peralatan	30	14,133
10	Oktober	152.053	421	Angin kencang	31	13,58
11	November	152.740	479	Angin kencang	30	15,966
12	Desember	153.455	357	Hujan	31	11,516



Faktor yang menyebabkan angka laju kegagalan besar adalah pada bulan November terdapat data jumlah gangguan terbanyak selama tahun 2017 dengan jumlah gangguan sebesar 479 gangguan sehingga jika dilakukan perhitungan dengan membagi nilai jumlah gangguan persatuan waktu

(jumlah hari selama periode pada bulan yang dihitung )hingga diperoleh angka laju kegagalan pada bulan November. Sedangkan jumlah gangguan paling sedikit terdapat pada bulan Juli dengan jumlah gangguan sebesar 157 gangguan sehingga diperoleh angka laju kegagalan paling rendah pada bulan Juli pada periode bulan selama tahun 2017.

Data Laporan Monitoring Gangguan Sistem Distribusi PT. PLN (Persero) Area Jember Penyulang Jember Kota Tahun 2017.

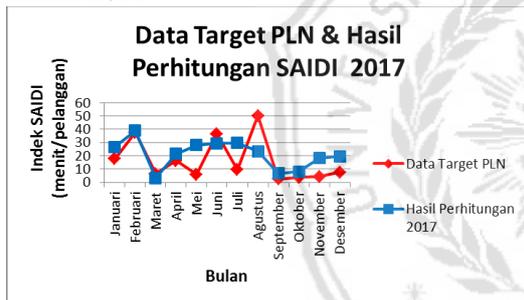
Tabel 4.1 Data Laporan Monitoring Gangguan Sistem Distribusi Tahun 2017

No	Bulan	Jumlah Pelanggan	Jumlah Pelanggan Padam	Jam x Pelanggan Padam	Jumlah Gangguan	Penyebab Gangguan	Lama Padam
1	Januari	145.367	79.509	65.318,17	350	Angin kencang	303,17
2	Februari	145.893	67.359	95.231,22	244	Hujan	217,09
3	Maret	146.974	16.548	7.833,70	258	Hujan	177,4
4	April	147.517	86.279	53.191,08	229	Hujan	145,52
5	Mei	148.170	79.966	68.244,73	229	Hujan	155,11
6	Juni	148.636	59.346	72.980,42	201	Hujan	129,66
7	Juli	149.436	49.421	73.698,26	157	Hujan	105,59
8	Agustus	150.431	53.111	58.534,98	303	Angin kencang	196,63
9	September	151.305	20.958	16.606,14	424	Kualitas peralatan	273,85

10	Oktober	152.053	60.270	93.231,22	421	Angin kencang	268,45
11	November	152.740	110.483	156.183,50	479	Angin kencang	367,6
12	Desember	153.455	52.397	80.190,00	357	Hujan	1.332,25

Analisis Indeks SAIDI, SAIFI dan CAIDI Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan, dapat dirangkum nilai indeks keandalan sistem Saiddi dan Saifi PT.PLN (Persero) Area Jember Penyulang Jember Kota dari Bulan Januari hingga Desember tahun 2017 pada tabel berikut :

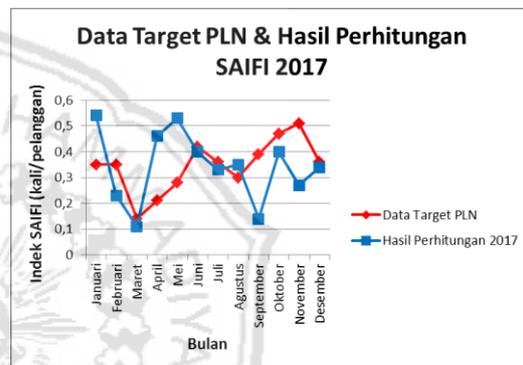
Analisis Indeks keandalan sistem SAIDI dari bulan Januari s/d Desember tahun 2017



Dari grafik tersebut dapat diketahui puncak indeks tertinggi terdapat pada bulan Februari dengan angka 39,16 menit/pelanggan dengan angka paling besar pada bulan Januari ini dapat dikatakan bulan yang memiliki nilai indeks SAIDI terburuk selama tahun 2017 dan nilai saidi terendah pada tahun 2017 terdapat pada bulan Maret dengan angka Saiddi 3,20 menit/pelanggan. Jika semakin besar nilai indeks maka semakin buruk pula tingkat keandalan suatu sistem tersebut, besarnya angka indeks SAIDI pada bulan ini dikarenakan bahwa frekuensi

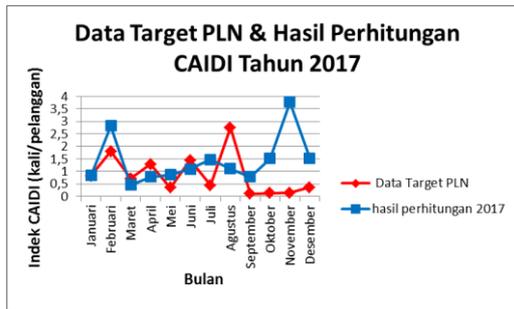
padam bulan ini lebih tinggi dibandingkan dengan bulan lainnya.

Analisis Indeks Keandalan Sistem SAIFI dari Bulan Januari S/D Desember Tahun 2017



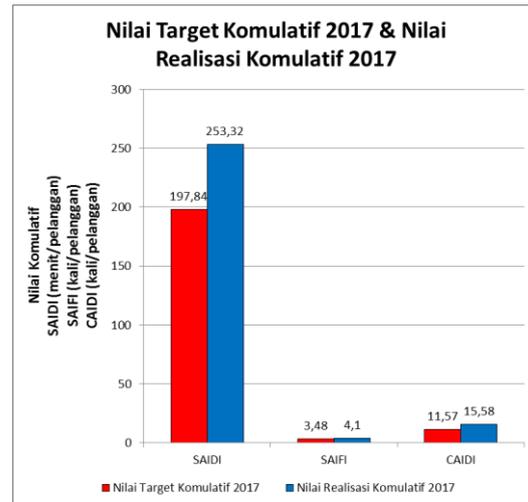
Dari grafik tersebut dapat diketahui puncak indeks Saifi tahun 2017 tertinggi terdapat pada bulan Januari dengan angka 0,54kali / pelanggan, dan dengan angka paling besar pada bulan Januari tahun 2017 ini dapat dikatakan bulan yang memiliki nilai indeks SAIFI terburuk selama tahun 2017. Sedangkan nilai indeks Saifi terendah pada tahun 2017 terdapat pada bulan 0,11 kali/pelanggan. Jika semakin besar nilai indeks maka semakin buruk pula tingkat keandalan suatu sistem tersebut, besarnya angka indeks SAIFI pada bulan ini dikarenakan bahwa frekuensi padam bulan ini lebih tinggi dibandingkan dengan bulan lainnya.

Analisis Indeks Keandalan Sistem CAIDI dari Bualan Januari s/d Desember Tahun 2017



Dari grafik tersebut dapat diketahui puncak indeks Caidi tertinggi terdapat pada bulan November tahun 2017 dengan angka 3,77 menit/pelanggan dengan angka Caidi paling besar pada bulan Februari tahun 2017 ini dapat dikatakan bulan yang memiliki nilai indeks Caidi terburuk selama tahun 2017. Sedangkan nilai indeks Caidi terburuk pada tahun 2017 terdapat pada bulan Maret dengan angka 0,45 menit/pelanggan. Jika semakin besar nilai indeks maka semakin buruk pula tingkat keandalan suatu sistem tersebut, besarnya angka indeks CAIDI pada bulan ini dikarenakan bahwa frekuensi padam bulan ini lebih tinggi dibandingkan dengan bulan lainnya.

Perbandingan Realisasi Komulatif SAIDI, Realisasi Komulatif SAIFI dan Realisasi Komulatif CAIDI Tahun 2017



Data target dari target komulatif SAIDI adalah 197,84 menit/pelanggan dan didapatkan realisasi dari komulatif SAIDI adalah 253,32 menit/pelanggan target komulatif SAIFI adalah 3,48 kali/pelanggan dan didapatkan realisasi dari komulatif SAIFI adalah 4,1 kali/pelanggan sedangkan target komulatif CAIDI adalah 11,57 kali/pelanggan dan nilai realisasi dari komulatif CAIDI adalah 15,58 kali/pelanggan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

Berdasarkan perhitungan SAIDI, SAIFI dan CAIDI selama satu tahun pada tahun 2017 dapat disimpulkan nilai indeks Komulatif SAIDI adalah 253,32, nilai indeks

Kumulatif SAIFI adalah 4,1 dan nilai indeks Kumulatif CAIDI adalah 15,85. Dari hasil nilai Kumulatif SAIDI,SAIFI dan CAIDI dalam penyaluran energi listrik sudah dikatakan baik karena sudah memenuhi target dari nilai target Kumulatif selama satu tahun ditahun 2017, akan tetapi ada beberapa bulan kurang memenuhi nilai target karena terdapat gangguan sehingga tidak dapat menyalurkan energi listrik dengan maksimal.

Penyebab gangguan selama tahun 2017 mengakibatkan pemadaman paling banyak dari tahun sebelumnya. Faktorfaktornya disebabkan oleh pemutus tegangan menengah terbuka, pelebur tegangan menengah putus karena pohon/dahan yang mengenai saluran distribusi, dimana selang waktu satu tahun di tahun 2017 jumlah gangguan penyulang sejumlah 47 kali dari panjang penyulang 352 degan gangguan penyulang per 100 KMS adalah 13,34.

#### **Saran**

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian penulis menyarankan kepada pihak penyedia listrik khususnya di PT. PLN (Persero) Area Jember agar meningkatkan jadwal pemeliharaan pada saluran khususnya saluran udara tegangan menengah (SUTM) agar gangguan yang disebabkan oleh

pohon/dahan kayu yang sudah mengenai saluran listrik dapat dikurangi. Dengan demikian energi yang tidak tersalurkan juga dapat ditekan sekecil mungkin.

#### **5. DAFTAR PUSTAKA**

- Erhaneli. 2016. *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan Indeks Keandalan SAIDI Dan SAIFI Pada PT. PLN (Persero) Rayon Bagan Batu Tahun 2015*. Tugas Akhir. Teknologi Indutri, Institut Teknologi Padang. Padang
- Handayani, Huria. 2017. *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode SAIDI Dan SAIFI Di PT. PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung Tahun 2015*. Tugas Akhir. Teknik Elektro, Institut Tehnologi Padang. Padang, Sumatra Barat
- Hennki Projo Wicaksono, I.G.N. Satriyadi Hernanda, dan Ontoseno Penangsang. 2012. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique*. Tugas Akhir. Teknik Elektro Institut Tehnologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Junto Denis haryantho,Hanny Hosiana Tumbekala. 2017. *Analisa Keandalan Sistem Kelistrikan Di Daerah Pelayanan PT. PLN (Persero) Are Timika Berbasis SAIDI* .Tugas Akhir. Teknik Elektro Universitas Kristen Petra. Surabaya.

Prabowo, Aditya. Teguh. 2014. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Pada Penyuluhan Pekalongan 8 Dan 11* . Tugas Akhir. Teknik Elektro, Universitas Diponegoro. Semarang

Prabowo, Hardianto. I.G.N Satriyadi Hernanda.dkk. 2012. *Evaluasi Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Pabrik Semen Tuban Menggunakan Metode Reliability Indexs Assesmet (RIA) Dan Program Analisis Kelistrikan*. Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya

Putra, Dorry. Aznur. 2014. *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Berdasarkan SAIDI Dan SAIFI Pada PT PLN Ranting Balai Salasa*. Tugas Akhir. Teknik Elektro Institut Tehnologi Padang. Padang

Saodah, Siti. 2014. *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIDI Dan SAIFI*. Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional. Yogyakarta

Pabla, AS & Abdul Hadi. 1986. *sistem Distribusi Dya Listrik*. Erlangga. Jakarta

Vendra, Yan Ronal. 2011. *Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di PT. PLN (Persero) Wilayah Cabang Padang Ranting Sungai Peruh*. Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang. Padang