

ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DI KOTAMOBAGU MENGUNAKAN INDEKS SAIFI DAN SAIDI

Abraham Julius Mumu, Glanny Ch. Mangindaan ST., MT., Ph.D, Ir. Hans Tumaliang, MT
Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
Abam2207@gmail.com, mangindaan@gmail.com, hanstumaliang@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian tentang evaluasi keandalan sistem jaringan distribusi menggunakan indeks SAIDI (System Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (System Interruption Frequency Index) pada PT.PLN (Persero) Area Kotamobagu menghitung tingkat keandalan saluran utama jaringan distribusi primer 20 kV

Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa Ktr Area Kotamobagu dalam 5 tahun terakhir mempunyai nilai SAIFI tahun 2014,2015,2016,2017,2018 masing-masing yaitu 4,20 , 4,932 , 6,660 , 0,944 , 5,876 dan SAIDI masing masing 18,940 , 115,634 , 273,187 , 4,028 , 231,222 Area imandi dalam 5 tahun terakhir mempunyai nilai SAIFI tahun 2014,2015,2016,2017,2018 masing-masing yaitu 2,368 , 0,140 , 3,534 , 0,940 , 5,681 dan SAIDI masing masing 20,944 , 0,205 , 777,914 , 10,636 , 73,738 Area inobonto dalam 5 tahun terakhir mempunyai nilai SAIFI tahun 2014,2015,2016,2017,2018 masing-masing yaitu 4,710 , 5,897 , 6,411 , 0,881 , 7,297 dan SAIDI masing masing 39,875 , 64,617 , 210,010 , 4,943 , 246,527 Area modayag dalam 5 tahun terakhir mempunyai nilai SAIFI tahun 2014,2015,2016,2017,2018 masing-masing yaitu 4,130 , 5,118 , 4,087 , 2,833 , 6,566 dan SAIDI masing masing 38 , 57,187 , 241,642 , 75,384 , 480,808 Area Bintauna dalam 5 tahun terakhir mempunyai nilai SAIFI tahun 2014,2015,2016,2017,2018 masing-masing yaitu 6,576 , 5,543 , 7,894 , 1,841 , 5,795 dan SAIDI masing masing 26,641 , 77,662 , 232,883 , 12,229 , 380,968 Area Molibagu dalam 5 tahun terakhir mempunyai nilai SAIFI tahun 2014,2015,2016,2017,2018 masing-masing yaitu 3,081 , 0,035 , 1,1742 , 0,332 , 8,797 dan SAIDI masing masing 9,292 , 0,064 , 6,660 , 0,285 , 358,258 nilai SAIFI dan SAIDI pada masing masing area kerja tahun 2014,2015,2016,2018 di atas standar dan dapat dikatakan tidak handal sedangkan pada tahun 2017 pada setiap rayon kerja masih di bawah standar dapat dikatakan handal

Kata kunci : Indeks Keandalan,Sistem Distribusi,SAIFI,SAIDI

ABSTRACT

Research on evaluating the reliability of the distribution network system using the SAIDI (System Average Interruption Duration Index) and SAIFI (System Interruption Frequency Index) index at PT. PLN (Persero) Kotamobagu Area calculates the reliability level of the main channel of the 20 kV primary distribution network

The evaluation results show that the Kotamobagu Ktr Area in the last 5 years has SAIFI scores in 2014,2015,2016,2017,2018 respectively, namely 4.20 , 4,932 , 6,660 , 0.944 , 5,876 and SAIDI respectively 18,940 , 115,634 , 273,187 , 4,028 , 231,222 The faith area in the last 5 years has SAIFI values in 2014,2015,2016,2017,2018 respectively 2,368 , 0.140 , 3.534 , 0.940 , 5,681 and SAIDI respectively 20,944 , 0.205 , 777,914 , 10,636 , 73.738 Inobonto area in The last 5 years have SAIFI values 2014,2015,2016,2017,2018, which are 4,710 , 5,897 , 6,411 , 0.881 , 7,297 and SAIDI 39,875 , 64,617 , 210,010 , 4,943 , 246,527 The modal area in the last 5 years has a value of SAIFI in 2014,2015,2016,2017,2018 were 4,130 , 5,118 , 4,087 , 2,833 , 6,566 and SAIDI respectively 38 , 57,187 , 241,642 , 75,384 , 480,808 Bintauna area in the last 5 years has a SAIFI value in 2014,2015 ,2016,2017,2018 salty g are 6,576 , 5,543 , 7,894 , 1,841 , 5,795 and SAIDI 26,641 , 77,662 , 232,883 , 12,229 , 380,968 Molibagu area in the last 5 years has a SAIFI value in 2014,2015,2016,2017,2018 respectively 3,081 , 0.035 , 1.1742 , 0.332 , 8.797 and SAIDI 9,292 , 0.064 , 6,660 , 0.285 , 358,258 SAIFI and SAIDI scores in each work area in 2014,2015,2016,2018 are above the standard and can be said to be unreliable whereas in 2017 in every work area it was still below the standard to be reliable

Keywords : Reliability Index, Distribution System, SAIFI, SAIDI

PENDAHULUAN

tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja suatu sistem tersebut. Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi daya listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Oleh karena itu, sangat perlu dilakukan analisa terhadap keandalan sistem pendistribusian aliran daya listrik agar penyedia jasa layanan dapat mengetahui seberapa handal sistemnya mampu menyuplai energi. dalam penelitian ini adalah bagaimana keandalan jaringan distribusi tenaga listrik berdasarkan durasi dan frekuensi pemadaman rata-rata indeks keandalan. Pada dasarnya, indeks keandalan adalah suatu angka atau parameter yang menunjukkan tingkat pelayanan atau tingkat keandalan dari suplai tenaga listrik ke konsumen. 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).

METODE PENELITIAN

- a) Studi Literatur, yaitu mengumpulkan literatur serta pustaka yang dapat menunjang penulisan Tugas Akhir ini.
- b) Observasi Lapangan, yaitu mengumpulkan permasalahan-permasalahan yang terjadi di lapangan.
- c) Diskusi, antara lain dengan dosen pembimbing, dosen yang berkompeten di bidang ini, serta teman mahasiswa yang mengerti mengenai masalah yang telah dikumpulkan melalui observasi.
- d) Mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk diolah Analisa data, yaitu mengolah data-data yang telah dikumpulkan

LANDASAN TEORI

Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi merupakan salah satu

bagian dalam sistem tenaga listrik, yaitu dimulai dari sumber daya atau pembangkit tenaga listrik sampai kepada para konsumen. Pada masa sekarang ini dimana kebutuhan akan tenaga listrik meningkat, maka diperlukan suatu sistem pendistribusian tenaga listrik dari pembangkit sampai kepada para konsumen yang memiliki keandalan yang tinggi. Tenaga listrik yang didistribusikan tersebut tidak hanya tegangan menengah dan rendah saja, namun juga tegangan tinggi dan ekstra tinggi. Namun yang umum disebut sistem distribusi adalah sistem tegangan menengah (primer) dan tegangan rendah (sekunder).

Sistem distribusi ini dapat dikelompokkan kedalam dua tingkat, yaitu :

- a. Sistem jaringan distribusi primer dan biasa disebut juga Jaringan Tegangan Menengah (JTM). Pada pendistribusian tenaga listrik ke pengguna tenaga listrik di suatu kawasan
- b. Sistem jaringan distribusi sekunder dan biasa disebut Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Jaringan Distribusi Tegangan Rendah adalah bagian hilir dari suatu sistem tenaga listrik. Melalui jaringan distribusi ini disalurkan tenaga listrik kepada para konsumen atau pelanggan listrik

klasifikasi berdasarkan sistem

Berdasarkan sistem penyaluran, jaringan distribusi dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu saluran udara (overhead line) dan saluran bawah tanah (underground line). Saluran udara merupakan sistem penyaluran tenaga listrik melalui kawat penghantar yang ditopang pada tiang listrik. Sedangkan saluran bawah tanah merupakan sistem penyaluran tenaga listrik melalui kabelkabel yang ditanamkan di dalam tanah.

Saluran udara (overheadline) Saluran udara atau overhead line adalah sistem penyaluran tenaga listrik melalui kawat penghantar yang ditopang pada tiang listrik. Saluran udara dapat dibedakan

menjadi 2 macam, yaitu:

- Saluran kawat udara Apabila konduktor saluran telanjang atau tanpa isolasi pembungkus maka disebut dengan saluran kawat udara.
 - Saluran kabel udara, Apabila konduktor saluran udara terbungkus isolasi maka disebut dengan saluran kabel udara
- Saluran bawah tanah (undergroundline) Saluran bawah tanah adalah sistem penyaluran tenaga listrik menggunakan kabel tanah (ground cable) yang dipasang di dalam tanah. Saluran bawah tanah mempunyai beberapa keuntungan seperti tidak terpengaruh oleh kondisi atmosfer maupun kemungkinan tertimpa pohon, tidak mengganggu pandangan, lebih sempurna dan lebih indah dipandang, mempunyai batas umur pakai dua kali lipat dari saluran udara, tegangan drop lebih rendah dibandingkan saluran udara karena masalah induktansi bisa diabaikan, serta biaya pemeliharaan lebih murah karena tidak perlu adanya pengecatan.

Klasifikasi Berdasarkan Susunan Rangkaian

Menurut susunan rangkaiannya, sistem distribusi dapat dibedakan menjadi empat macam yaitu:

1. Jaringan distribusi radial

Bentuk jaringan distribusi radial seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 merupakan bentuk dasar yang paling sederhana dan paling banyak digunakan. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu, dan dicabang-cabang ke titik-titik beban yang dilayani. Satu daya berasal dari satu titik sumber. Arus beban yang mengalir sepanjang saluran menjadi tidak sama besar karena terdapat pencabangan-pencabangan ke titik-titik beban pada saluran

2. Jaringan distribusi ring (loop)

Jaringan distribusi ring atau loop merupakan jaringan distribusi bentuk tertutup. Pada titik beban terdapat dua alternatif saluran berasal lebih dari satu sumber. Susunan rangkaian penyulang

membentuk ring sehingga memungkinkan titik beban dilayani dari dua arah penyulang. Dengan begitu kontinuitas pelayanan menjadi lebih terjamin. Kualitas dayanya pun menjadi lebih baik karena rugi tegangan dan rugi daya pada saluran menjadi lebih kecil.

3. Jaringan distribusi spindle

Di samping bentuk-bentuk dasar dari jaringan distribusi yang telah disebutkan sebelumnya, telah dikembangkan pula bentuk-bentuk modifikasi yang bertujuan meningkatkan keandalan dan kualitas sistem. Salah satu bentuk modifikasi yang paling terkenal adalah bentuk spindle. Bentuk jaringan spindle biasanya terdiri atas maksimum 6 penyulang dalam keadaan dibebani, dan satu penyulang dalam keadaan kerja tanpa beban

Komponen Jaringan Distribusi

Gardu Induk

bagian pertama dari sistem pendistribusian tenaga listrik adalah Gardu Induk yang berfungsi menurunkan tegangan dari jaringan transmisi dan menyalurkan tenaga listrik melalui jaringan distribusi primer.

Gardu Hubung (GH)

Gardu hubung berfungsi menerima daya listrik dari gardu induk yang telah diturunkan menjadi tegangan menengah dan menyalurkan atau membagi daya listrik tanpa merubah tegangannya melalui jaringan distribusi primer (JTM) menuju gardu atau transformator distribusi. Merupakan satu gardu yang terdiri dari peralatan-peralatan hubung serta alat-alat kontrol lainnya, namun tidak terdapat trafo daya. Alat penghubung yang terdapat pada gardu hubung adalah sakelar beban yang selalu dalam kondisi terbuka (normally open), sakelar ini bekerja atau menutup hanya jika penyulang utama mengalami gangguan.

Gardu Distribusi (GD)

Gardu distribusi adalah suatu tempat atau bangunan instalasi listrik yang didalamnya terdapat alat-alat: pemutus, penghubung, pengaman, dan trafo distribusi untuk mendistribusikan tegangan listrik sesuai

dengan kebutuhan tegangan konsumen. Peralatan-peralatan ini adalah dalam menunjang mencapai pendistribusian tenaga listrik secara baik yang mencakup kontinuitas pelayanan yang terjamin, mutu yang tinggi, dan menjamin keselamatan bagi manusia

Jaringan Distribusi Primer

Jaringan distribusi primer merupakan awal penyaluran tenaga listrik dari Gardu Induk (GI) ke konsumen untuk sistem pendistribusian langsung.

Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder atau jaringan distribusi tegangan rendah merupakan jaringan tenaga listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik langsung dari gardu distribusi ke pelanggan (sambungan rumah atau SR)

Gardu Distribusi atau Trafo Distribusi

Gardu distribusi (trafo distribusi) berfungsi merubah tegangan listrik dari jaringan distribusi primer menjadi tegangan terpakai yang digunakan untuk konsumen

Macam Macam Gangguan

Penyebab terjadi gangguan dapat dikelompokkan menjadi:

1. gangguan internal (dari dalam)

yaitu gangguan yang disebabkan oleh sistem itu sendiri. Misalnya gangguan hubung singkat, kerusakan pada alat, switching kegagalan isolasi, kerusakan pada pembangkit dan lain – lain.

2. Gangguan extern (dari luar)

yaitu gangguan yang disebabkan oleh alam atau diluar sistem. Misalnya terputusnya saluran/kabel karena angin, badai, petir, pepohonan, layang – layang dan sebagainya.

3. Gangguan karena faktor manusia

yaitu gangguan yang disebabkan oleh kecerobohan atau kelalaian operator, ketidak telitian, tidak mengindahkan peraturan pengamanan diri, dan lain-lain.

Akibat Gangguan

Akibat gangguan yang terjadi pada sistem antara lain :

Beban lebih

Pada saat terjadi gangguan maka sistem

akan mengalami keadaan kelebihan beban karena arus gangguan yang masuk ke sistem dan mengakibatkan sistem menjadi tidak normal, jika dibiarkan berlangsung dapat membahayakan peralatan sistem.

Hubung singkat

Pada saat hubung singkat akan menyebabkan gangguan yang bersifat temporer maupun yang bersifat permanen. Gangguan permanen dapat terjadi pada hubung singkat 3 phasa, 2 phasa ke tanah, hubung singkat antar phasa maupun hubung singkat 1 phasa ke tanah. Sedangkan pada gangguan temporer terjadi karena flashover antar penghantar dan tanah, antara penghantar dan tiang, antara penghantar dan kawat tanah dan lain – lain

Tegangan lebih

Tegangan lebih dengan frekuensi daya, yaitu peristiwa kehilangan atau penurunan beban karena switching, gangguan AVR, overspeed karena kehilangan beban. Selain itu tegangan lebih juga terjadi akibat tegangan lebih transient surja petir dan surja hubung / switching.

Hilangnya sumber tenaga

Hilangnya pembangkit biasanya diakibatkan oleh gangguan di unit pembangkit, gangguan hubung singkat jaringan sehingga rele dan CB bekerja dan jaringan terputus dari pembangkit.

Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan sistem distribusi adalah kemampuan sistem distribusi dalam menyalurkan tenaga listrik dengan baik dan stabil kepada pelanggan terutama pelanggan daya besar yang membutuhkan kontinuitas penyaluran tenaga listrik secara mutlak. Apabila tenaga listrik tersebut putus atau tidak tersalurkan akan mengakibatkan proses produksi dari pelanggan besar tersebut terganggu. Struktur jaringan tegangan menengah memegang peranan penting dalam menentukan keandalan penyaluran tenaga listrik karena jaringan yang baik memungkinkan dapat melakukan manuver tegangan dengan mengalokasikan tempat

gangguan dan beban dapat dipindahkan melalui jaringan lainnya.

SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

SAIDI (System Average Interruption Duration Index) merupakan nilai rata – rata dari lamanya kegagalan untuk setiap pelanggan selama satu tahun. Indeks ini ditentukan dengan pembagian jumlah dan lamanya kegagalan secara terus menerus untuk semua pelanggan selama periode waktu yang telah ditentukan dengan jumlah pelanggan yang dilayani selama tahun itu. Persamaan SAIFI dapat dilihat dari persamaan dibawah ini :

SAIDI

$$= \frac{\sum(\text{Lama padam} \times \text{Pelanggan Padam})}{\text{jumlah pelanggan dalam satu periode}}$$

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) adalah jumlah rata – rata kegagalan yang terjadi per pelanggan yang dilayani per satuan waktu (umumnya tahun). Indeks ini ditentukan dengan membagi jumlah semua kegagalan dalam satu tahun dengan jumlah pelanggan yang dilayani oleh sistem tersebut. Persamaan SAIDI dapat dilihat dari persamaan berikut :

SAIFI =

$$\frac{\sum(\text{pelanggan mengalami pemadaman})}{\text{jumlah pelanggan dalam satu periode}}$$

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) adalah indeks durasi gangguan konsumen rata – rata tiap tahun, menginformasikan tentang waktu rata – rata untuk penormalan kembali gangguan tiap – tiap pelanggan dalam satuan

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

-SAIFI : 2,4 kali/tahun

-SAIDI : 21 jam/tahun

Kemudian dikalikan dengan faktor penyesuain untuk daerah Sulawesi (SPLN 68-2 1968 x 1,3)

-SAIFI : 2,4 x 1,3 = 3,12 kali/tahun

-SAIDI : 21 x 1,3 = 27,3 jam/tahun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahun	SAIFI	SAIDI	CAIDI
2014	4,20	18,940	5
2015	4,932	115,634	23,45
2016	6,660	273,187	41,02
2017	0,944	4,028	4,27
2018	5,876	231,222	39,35

Table 1 Ktr Area Kotamobagu

Pada Ktr Area kotamobagu jika di lihat dari 5 tahun terakhir menunjukkan bahwa terjadi kenaikan pada SAIFI maupun SAIDI yang tertinggi terjadi pada tahun 2016 dan pada tahun 2017 baik frekuensi maupun durasi tidak melebihi standar yang ditentukan

Tahun	SAIFI	SAIDI	CAIDI
2014	2,368	20,944	8,85
2015	0,140	0,205	1,46
2016	3,534	77,914	22
2017	0,940	10,636	11,31
2018	5,681	73,738	12,98

Tabel 2 Rayon Imandi

Jika di lihat dari tabel rayon imandi dalam 5 tahun terakhir pada tahun 2016 dan 2018 tidak mencapai standar sedangkan 2014,2015,dan 2017 memenuhi standar SPLN

Tahun	SAIFI	SAIDI	CAIDI
2014	4,710	39,875	8,46
2015	5,897	64,617	10,96
2016	6,411	210,010	32,76
2017	0,881	4,943	5,60

2018	7,297	246,327	33,76
------	-------	---------	-------

Tabel 3 Area inobonto

Pada area inobonto mengalami kenaikan setiap tahunnya dapat dilihat dari tabel di atas hanya tahun 2017 yang memenuhi standar

Tahun	SAIFI	SAIDI	CAIDI
2014	4,130	38	9,17
2015	5,118	57,187	11,97
2016	4,087	241,642	59,114
2017	2,833	75,384	26,60
2018	6,566	480,808	73,22

Tabel 4 Area Modayag

Pada area Modayag dalam 5 tahun terakhir SAIDI tidak memenuhi standar yang ditentukan sedangkan SAIFI hanya pada tahun 2017 yang memenuhi standar yang ditentukan

Tahun	SAIFI	SAIDI	CAIDI
2014	6,576	26,641	4,05
2015	5,543	77,662	14,01
2016	7,894	232,883	29,50
2017	1,841	12,299	6,68
2018	5,795	340,968	58,83

Tabel 5 Area Bintauna

Pada area bintauna tidak memenuhi standar jika dilihat dari data 5 tahun terakhir hanya pada tahun 2017 yang mencapai standar

Tahun	SAIFI	SAIDI	CAIDI
2014	3,081	9,292	3,02
2015	0,035	0,064	1,83
2016	1,742	6,640	3,81

2017	0,332	0,285	0,86
2018	8,797	358,258	40,73

Tabel 6 Area Molibagu

Pada area molibagu jika dilihat dalam 5 tahun terakhir memenuhi standar yang di tentukan hanya pada tahun 2018 yang tidak memenuhi standar yang di tentukan

KESIMPULAN

Jika dilihat dari data 5 tahun terakhir dari Berdasarkan hasil evaluasi keandalan SAIDI dan SAIFI pada PT PLN (Persero) Area Kotamobagu dalam periode 2014 sampai 2018 disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil perhitungan pada tahun 2014,SAIFI dan SAIDI pada PLN Area Kotamobagu di kategorikan tidak handal dikarenakan Rayon inobonto,Rayon Modayag tidak sesuai standar SPLN 69-2 dan Ktr Area Kotamobagu,Rayon molibagu frekuensi pemadaman melebihi standar
2. Berdasarkan hasil perhitungan pada tahun 2015,index SAIFI dan SAIDI terhadap PLN Area Kotamobagu dikategorikan tidak handal dikarenakan masih ada beberapa rayon yang belum memenuhi standar SAIFI maupun SAIDI yang ditentukan.
3. Berdasarkan hasil perhitungan pada tahun 2016,tingkat keandalan dari PLN Area Kotamobagu tidak handal dikarenakan dari 6 Rayon

kerja hanya 1 Rayon kerja yang memenuhi standar PLN 68-2 yaitu Rayon Molibagu.

4. Berdasarkan hasil perhitungan pada tahun 2017 PLN Area Kotamobagu dikategorikan handal dikarenakan hampir seluruh rayon kerja tidak melebihi standar SPLN 68-2 hanya Rayon Modayag yang Durasi padamnya melebihi standar
5. Berdasarkan hasil perhitungan pada tahun 2018 menunjukkan penurunan kualitas dikarenakan 6 Rayon kerja pada PLN Area Kotamobagu tidak ada yang memenuhi standar SPLN 68-2

DAFTAR PUSTAKA

- Arifani, N. I., & Winarno, H. (2013). Analisis Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV pada Penyulang Pandean Lamper 1, 5, 8, 9, 10 di GI Pandean Lamper. *Gema Teknologi*, 17(3).
- Dasman, Huria Handayani. 2017. "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung Tahun 2015". *Jurnal Teknik Elektro Itp*, Vol. 6, No. 2, Juli 2017.
- Hernadi, Dede. 2001. Studi Keandalan Jaringan Sistem Distribusi Primer 20 kV Feeder Kapuas 1 Pada PT.PLN (Persero)Wilayah V Cabang Pontianak, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak
- Kurniawan, H. T. (2014). Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Indeks SAIDI dan SAIFI pada PT. PLN (Persero) Area Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Pirade, Y. S. (2009). Studi Keandalan Kelistrikan Kota Palu 2007 berdasarkan System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dan System Average Interruption Frequency Index (SAIFI). *MEDIA LITBANG SULTENG*, 2(1).
- SPLN 68-2. 1986. Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik. Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara.
- SPLN No. 59. 1985. Keandalan pada Sistem Distribusi 20 Kv dan 6 kV. Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara
- Sukerayasa, I. Wayan. "Evaluasi Keandalan Penyulang Konfigurasi Radial dan Spindel." *Teknologi Elektro* (2007).
- Saputra, Maulana Ilham. "Analisis keandalan sistem distribusi berdasarkan indeks keandalan Saidi dan Saifi pada PT. PLN (Persero) UP3 Menteng." *SKRIPSI-2021* (2021).
- WAHYUDI, I. (2020). *ANALISIS KEANDALAN PENYULANG 20 KV BERDASARKAN SAIDI DAN SAIFI (STUDI KASUS DI PT. PLN (PERSERO) UID JAKARTA RAYA UP3 MENTENG TAHUN 2019)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA).
- ANDY TEGUH, MUCHAMMAD; RIJANTO, Tri. PENENTUAN KERUGIAN EKONOMIS BERDASARKAN NILAI SAIDI, SAIFI, DAN CAIDI MENGGUNAKAN METODE SECTION TECHNIQUE DI PT. PLN DISTRIBUSI AREA GRESIK. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 2019, 8.2.

Priyanto, Y. T. K., Otong, M., & Safarudin, Y. M. (2020, December). ANALISIS INDEKS SAIDI, SAIFI, CAIDI DAN NON-DELIVERY ENERGY SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PADA PT. PLN (PERSERO) AREA BALIKPAPAN PENYULANG J2. In *Prosiding Seminar Nasional NCIET* (Vol. 1, No. 1, pp. 415-422).

TENTANG PENULIS



Abraham Julius Mumu lahir 22 Juli 1996, pada tahun 2014 memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi manado di jurusan Teknik Elektro dan mengambil konsentrasi minat Teknik tenaga Listrik. Dalam menempuh pendidikan penulis juga pernah melakukan kerja praktek yang bertempat di PT Pertamina Geothermal Energy. dan Selesai melaksanakan pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dengan judul penelitian *analisis Keandalan sistem distribusi di kotamobagu menggunakan indeks SAIFI dan SAIDI*