

**Analisa Keandalan Sistem Jaringan Distribusi
20 KV PT. PLN (Persero) Rayon Delitua
Berbasis Matlab**

Rosade E. Hutasoit*

Zuraidah Tharo**

Pristisal Wibowo**

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa keandalan sistem jaringan distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Delitua tahun 2018, mengingat bahwa energi listrik perlu disalurkan secara kontinu kepada pelanggan tanpa adanya gangguan. Keandalan jaringan distribusi ini ditetapkan dengan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan penampilan suatu sistem distribusi. Indeks keandalan yang dihitung dalam penelitian ini yaitu SAIDI, SAIFI dan CAIDI dengan menggunakan Matlab dan akan dibandingkan dengan target Rayon Delitua. Dari hasil penelitian diperoleh nilai SAIDI 162,33 mnt/plg dan CAIDI 113,59 mnt/kali yang artinya berada dibawah target, namun nilai SAIFI sebesar 1,429 kali/plg sudah berada di atas target yang ditetapkan. Keandalan dapat ditingkatkan dengan berbagai upaya perbaikan atau pemeliharaan seperti perampalan pohon.

Kata kunci: keandalan, matlab, CAIDI, SAIDI, SAIFI

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : hutasoit.rosade@gmail.com

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

***Analyze The Reliability Of The 20 KV Distribution Network System of
PT. PLN (Persero) Unit Delitua Based on Matlab***

Rosade E. Hutasoit*

Zuraidah Tharo**

Pristisal Wibowo**

University of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

This study aims to analyze the reliability of the distribution network system of PT. PLN (Persero) Unit Delitua in 2018, remembering that electrical energy needs to be channeled continuously to customers without interference. The reliability of this distribution network is determined by a reliability index, which is the amount to compare the appearance of a distribution system. The reliability index calculated in this study is SAIDI, SAIFI and CAIDI by using Matlab and will be compared to the target of Unit Delitua. From the results of the study, the value of SAIDI was 162.33 minutes / customer and CAIDI 113.59 minutes / time which means it was below the target, but the SAIFI value was 1.429 times / the customer was above the target set. Reliability can be improved by various efforts to repair or maintain such as tree plunder .

Key words: reliability, matlab, CAIDI, SAIDI, SAIFI

* *Electrical Engineering Student: hutasoit.rosade@gmail.com*

** *Lecturers in Electrical Engineering Program*

siswa Tahun 2014. Banyuwangi: Universitas Jember.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR RUMUS.....	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 DASAR TEORI	
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.2 Sistem Distribusi Daya Listrik	8
2.2.1 Sistem Jaringan Distribusi Radial	9
2.2.2 Sistem Jaringan Distribusi <i>Loop</i>	11
2.2.3 Sistem Jaringan Distribusi <i>Spindle</i>	13
2.3 Gangguan Sistem Distribusi Daya Listrik.....	15
2.3.1 Jenis Gangguan	16
2.3.2 Penyebab Gangguan	17
2.4 Proteksi Jaringan Distribusi.....	19
2.5 Keandalan Sistem Distribusi Daya Listrik.....	21
2.6 Indeks Keandalan Sistem Distribusi Daya Listrik	23
2.7 Komponen Perhitungan Keandalan	24
2.7.1 Laju Kegagalan	24
2.7.2 Durasi Kegagalan.....	25
2.7.3 SAIDI (<i>System Average Interruption Duration Index</i>).....	25

2.7.4	SAIFI (<i>System Average Interruption Frequency Index</i>).....	25
2.7.5	CAIDI (<i>Customer Average Interruption Duration Index</i>)	26
2.8	Perhitungan Menggunakan Matlab	27
BAB 3 METODE PENELITIAN		
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.2	Diagram Alir Penelitian	30
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	32
BAB 4 HASIL PENELITIAN		
4.1	Penyulang NR2	34
4.2	Penyulang NR5	41
4.3	Penyulang TN4.....	46
4.4	Penyulang TN5.....	51
4.5	Penyulang TK5.....	56
4.6	Penyulang TN6.....	61
4.7	Penyebab Gangguan Jaringan Distribusi Rayon Delitua 2018	68
4.8	Upaya Perbaikan Keandalan Penyulang Rayon Delitua.....	69
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Standar Laju Kegagalan Berdasarkan SPLN Tahun 1985	23
Tabel 4. 1	Panjang SUTM Penyulang Rayon Delitua.....	33
Tabel 4. 2	Gangguan Penyulang NR2	35
Tabel 4. 3	Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang NR2.....	37
Tabel 4. 4	Indeks Keandalan Penyulang NR2.....	40
Tabel 4. 5	Gangguan Penyulang NR5	43
Tabel 4. 6	Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang NR5.....	44
Tabel 4. 7	Indeks Keandalan Penyulang NR5.....	46
Tabel 4. 8	Gangguan Penyulang TN4	48
Tabel 4. 9	Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang TN4.....	49
Tabel 4. 10	Indeks Keandalan Penyulang TN4	51
Tabel 4. 11	Gangguan Penyulang TN5	53
Tabel 4. 12	Laju Kegagalan Dan Durasi Kegagalan Penyulang TN5	54
Tabel 4. 13	Indeks Keandalan Penyulang TN5	56
Tabel 4. 14	Gangguan Penyulang TK5	58
Tabel 4. 15	Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang TK5.....	59
Tabel 4. 16	Indeks Keandalan Penyulang TK5	61
Tabel 4. 17	Gangguan Penyulang TN6	63
Tabel 4. 18	Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang TN6.....	64
Tabel 4. 19	Indeks Keandalan Penyulang TN6	66
Tabel 4. 20	Indeks Keandalan Tiap Penyulang dalam Satu Tahun	66
Tabel 4. 21	Total Indeks Keandalan Jaringan Distribusi Rayon Delitua 2018	67
Tabel 4. 22	Total Jumlah dan Lama Gangguan Rayon Delitua Tahun 2018	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2. 2 Jaringan Distribusi Radial.....	10
Gambar 2. 3 Jaringan Distribusi Loop.....	12
Gambar 2. 4 Jaringan Distribusi <i>Spindle</i>	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Jaringan Penyulang NR2	34
Gambar 4. 2 Jaringan Penyulang NR5	42
Gambar 4. 3 Jaringan Penyulang TN4.....	47
Gambar 4. 4 Jaringan Penyulang TN5.....	52
Gambar 4. 5 Jaringan Penyulang TK5.....	57
Gambar 4. 6 Jaringan Penyulang TN6.....	62
Gambar 4. 7 Penyebab Gangguan Jaringan Distribusi Delitua 2018	69
Gambar 4. 8 Total Jumlah dan Lama Gangguan Rayon Delitua Tahun 2018.....	71

DAFTAR RUMUS

Rumus 2. 1 Laju Kegagalan	25
Rumus 2. 2 Durasi Kegagalan.....	25
Rumus 2. 3 Persamaan Indeks SAIDI.....	25
Rumus 2. 4 Persamaan Indeks SAIDI.....	26
Rumus 2. 5 Persamaan Indeks SAIFI.....	26
Rumus 2. 6 Persamaan Indeks SAIFI.....	26
Rumus 2. 7 Persamaan Indeks CAIDI	26
Rumus 4. 1 Laju Kegagalan NR2.....	36
Rumus 4. 2 Laju Kegagalan NR2.....	36
Rumus 4. 3 Durasi Kegagalan NR2	36
Rumus 4. 4 Durasi Kegagalan NR2	36
Rumus 4. 5 Indeks SAIDI NR2.....	38
Rumus 4. 6 Indeks SAIDI NR2.....	38
Rumus 4. 7 Indeks SAIFI NR2	38
Rumus 4. 8 Indeks SAIFI NR2	38
Rumus 4. 9 Indeks CAIDI NR2	38
Rumus 4. 10 Indeks CAIDI NR2	39

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, dimana hampir semua sektor kehidupan manusia membutuhkannya. Energi listrik digunakan mulai dari untuk penerangan hingga untuk menggerakkan sektor perekonomian.

Dalam pemakaian energi listrik oleh masyarakat, diperlukan adanya sistem distribusi tenaga listrik. Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik dari sumber daya besar hingga ke konsumen. Peran utama dari sistem distribusi adalah menyalurkan tenaga listrik secara andal dan terus menerus dari sistem transmisi menuju ke pusat-pusat beban.

Sistem keandalan pada jaringan distribusi sangat besar perannya untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik pada konsumen. Keandalan sistem merupakan kemampuan dari suatu sistem untuk melakukan pekerjaan berdasarkan fungsinya selama kurun waktu tertentu. Keandalan suatu sistem jaringan distribusi dapat dinilai dari banyaknya gangguan yang terjadi dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk memperbaiki gangguan tersebut. Oleh karena kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat membuat sistem penyaluran energi listrik diharuskan untuk mempunyai tingkat keandalan yang lebih baik agar dapat memenuhi permintaan energi listrik ke konsumen.

Keandalan jaringan distribusi dapat ditetapkan dengan suatu indeks keandalan yaitu besaran untuk membandingkan penampilan suatu sistem gardu distribusi.

Indeks keandalan pada dasarnya adalah suatu angka atau parameter yang menunjukkan tingkat pelayanan serta tingkat keandalan dari suplai tenaga listrik sampai 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*) dan CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*).

SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) didefinisikan sebagai jumlah rata-rata gangguan sistem yang terjadi per pelanggan yang dilayani oleh sistem per satuan waktu. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari lamanya gangguan sistem yang terjadi per pelanggan yang dilayani oleh sistem per satuan waktu. Sementara CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) merupakan perbandingan antara SAIDI dan SAIFI. Jadi, jika indeks SAIFI menunjukkan jumlah atau frekuensi gangguan, maka indeks SAIDI menunjukkan durasi gangguan.

PT. PLN (Persero) Rayon Delitua sendiri bergerak di bidang penjualan energi listrik (transaksi energi), pelayanan, dan distribusi listrik yang berdiri dan mengakar di bawah wewenang PT. PLN (Persero) Area Lubuk Pakam Wilayah Sumatera Utara. Energi listrik disuplai dari Gardu Induk Titi Kuning dan Namorambe. Terdapat enam penyulang yang difungsikan untuk menyuplai energi listrik ke seluruh wilayah kerja PLN Delitua yaitu NR2, NR5, TN4, TN5, TK5 dan TN6 yang nantinya akan dibahas dan dihitung indeks keandalannya. Dilihat dari kondisi kelistrikannya, Rayon Delitua didominasi dengan pelanggan rumah tangga dan akan terus meningkat. Gangguan di

Rayon Delitua sendiri penyebabnya didominasi oleh gangguan saat hujan, petir dan pohon tumbang. Dengan data gangguan yang diperoleh nantinya akan dihitung indeks keandalan jaringan distribusi di Rayon Delitua.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dilakukan analisa pada keandalan sistem jaringan distribusi 20 KV Rayon Delitua, dengan rumusan:

- a. Berapa besar indeks keandalan jaringan distribusi Rayon Delitua berdasarkan perhitungan SAIDI, SAIFI dan CAIDI ?
- b. Bagaimana menghitung indeks keandalan jaringan distribusi Rayon Delitua menggunakan Matlab ?
- c. Bagaimana hasil perbandingan perhitungan indeks keandalan jaringan distribusi menggunakan Matlab dengan standar yang ditetapkan PLN Rayon Delitua ?
- d. Bagaimana upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada:

- a. Penelitian dilakukan di wilayah kerja Rayon Delitua untuk mengetahui tingkat keandalan yang dimiliki jaringan distribusi 20 KV masing-masing penyulang (*feeder*) dan keandalan kerja rayon.

- b. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data gangguan di Rayon Delitua.
- c. Tidak membahas secara mendalam tentang jaringan distribusi dan turunan rumus perhitungannya.
- d. Tidak membahas secara mendalam penyebab gangguan.
- e. Tidak membahas secara mendalam koordinasi sistem proteksi jaringan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, dapat ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui indeks keandalan jaringan distribusi berdasarkan perhitungan SAIDI, SAIFI dan CAIDI.
- b. Untuk mengetahui perhitungan indeks keandalan jaringan distribusi Rayon Delitua menggunakan Matlab.
- c. Untuk membandingkan hasil perhitungan indeks keandalan menggunakan perhitungan Matlab, indeks keandalan yang ditetapkan PLN Rayon Delitua.
- d. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Penelitian ini bermanfaat untuk menambah dan memperluas wawasan penulis tentang keandalan sistem jaringan distribusi tenaga listrik.
- b. Penelitian ini akan menambah kepustakaan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam pengembangan jaringan distribusi tenaga listrik di Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
- c. Sebagai bahan dalam peningkatan keandalan jaringan distribusi tenaga listrik Rayon Delitua di masa mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, dimana sistematika dari masing-masing bab adalah sebagai berikut :

BAB 1: PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan metode penelitian, serta sistematika dari penelitian itu sendiri.

BAB 2: LANDASAN TEORI

Merupakan sumber-sumber mendasar yang bersifat teoritis sebagai bahan referensi.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Meliputi diagram blok, diagram alur sistem atau deskripsi matematis dari objek yang diteliti. Bab ini juga menjelaskan indikator yang digunakan dalam unjuk kerja sistem serta bagaimana cara validasi dari pengujian sistem tersebut.

BAB 4: HASIL PENELITIAN

Mengulas tentang hasil dan analisa penelitian.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan kesimpulan berikut saran dari penulis.

DAFTAR PUSTAKA

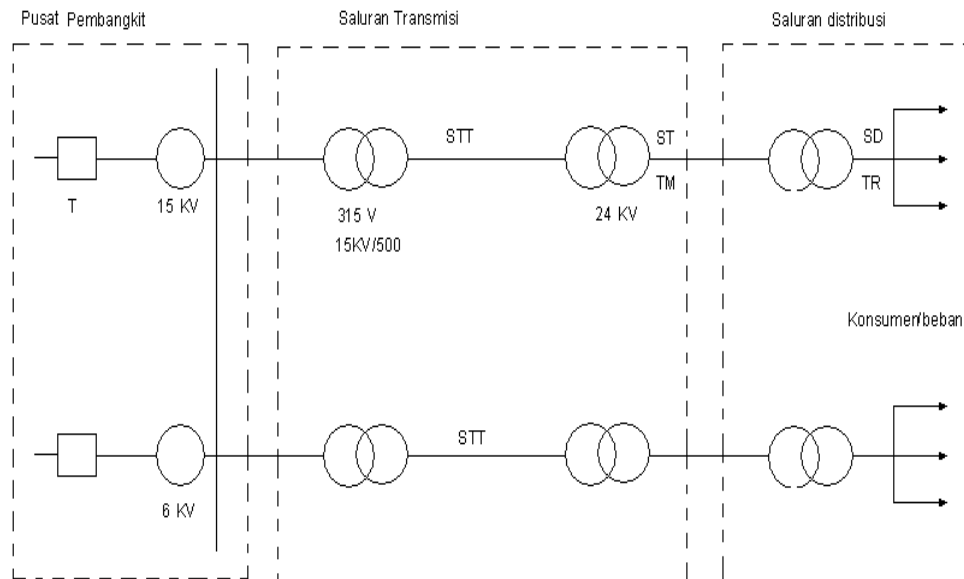
Memuat sumber referensi dari penulisan skripsi.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Dalam sistem tenaga listrik, dikenal 3 (tiga) bagian utama yang menunjukkan bagian-bagian yang berperan dalam menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkit hingga ke konsumen. Bagian tersebut digambarkan pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik

Sumber: Ir. Badruddin, Modul II Sistem Distribusi [hal. 1]

- a. Pusat – pusat pembangkit tenaga listrik, merupakan tempat dimana terdapat mesin –mesin yang membangkitkan tenaga listrik, dilengkapi dengan gardu induk penaik tegangan dimana tegangan rendah yang dihasilkan generator dinaikkan menjadi tegangan tertentu dengan transformator penaik tegangan.

- b. Saluran – saluran transmisi/saluran udara tegangan tinggi (SUTT) berfungsi menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk pusat pembangkit ke gardu induk yang lain dengan jarak yang jauh.
- c. Sistem distribusi berfungsi menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat suplai (gardu induk) ke pusat – pusat/kelompok beban (gardu trafo/distribusi) dan konsumen dengan mutu memadai.

2.2 Sistem Distribusi Daya Listrik

Sistem distribusi daya listrik adalah penyaluran energi listrik dari pembangkit tenaga listrik (*power station*) hingga sampai kepada konsumen (pemakai) pada tingkat tegangan yang diperlukan. Sistem tenaga listrik ini terdiri dari unit pembangkit, unit transmisi dan unit distribusi.

Sistem pendistribusian langsung merupakan sistem penyaluran tenaga listrik yang dilakukan secara langsung dari Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, dan tidak melalui jaringan transmisi terlebih dahulu. Sistem pendistribusian langsung ini digunakan jika Pusat Pembangkit Tenaga Listrik berada tidak jauh dari pusat-pusat beban, biasanya terletak daerah pelayanan beban atau di pinggiran kota.

Sistem pendistribusian tak langsung merupakan sistem penyaluran tenaga listrik yang dilakukan jika Pusat Pembangkit Tenaga Listrik jauh dari pusat-pusat beban, sehingga untuk penyaluran tenaga listrik memerlukan jaringan transmisi sebagai jaringan perantara sebelum dihubungkan dengan jaringan distribusi yang langsung menyalurkan tenaga listrik ke pelanggan.

Berdasarkan letak jaringan terhadap posisi gardu distribusi, jaringan distribusi dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

a. Jaringan Distribusi Primer (Jaringan Distribusi Tegangan Menengah).

Jaringan distribusi primer (JDTPM) merupakan suatu jaringan yang letaknya sebelum gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan menengah (misalnya 6 KV atau 20 KV). Hantaran dapat berupa kabel dalam tanah atau saluran/kawat udara yang menghubungkan gardu induk (sekunder trafo) dengan gardu distribusi atau gardu hubung (sisi primer trafo distribusi).

b. Jaringan Distribusi Sekunder (Jaringan Distribusi Tegangan Rendah).

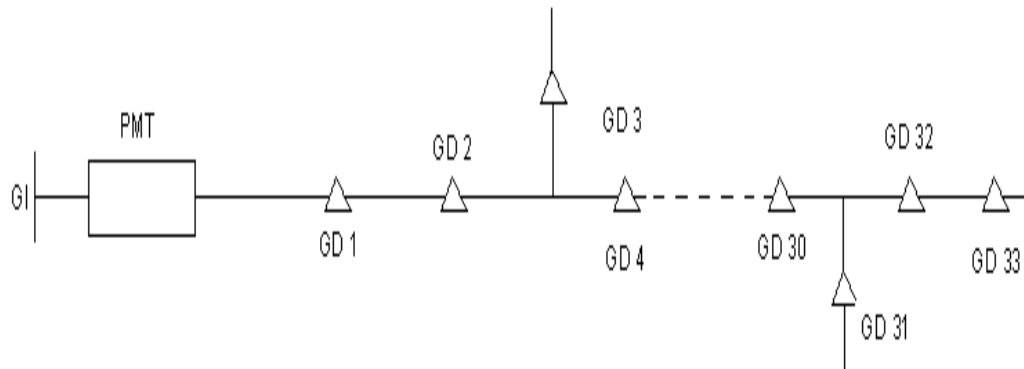
Jaringan distribusi sekunder (JDTR) merupakan suatu jaringan yang letaknya setelah gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan rendah (misalnya 220 V/380 V). Hantaran berupa kabel tanah atau kawat udara yang menghubungkan dari gardu distribusi (sisi sekunder trafo distribusi) ke tempat konsumen atau pemakai (misalnya industri atau rumah – rumah).

Berdasarkan konfigurasi jaringan, maka sistem jaringan distribusi dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu sistem jaringan distribusi radial, *loop* dan *spindle*.

2.2.1 Sistem Jaringan Distribusi Radial

Bentuk jaringan ini merupakan bentuk yang paling sederhana, banyak digunakan dan murah. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari

suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu dan dicabang – cabangkan ke titik – titik beban yang dilayani, seperti terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Jaringan Distribusi Radial

Sumber: Ir. Badruddin, Modul II Sistem Distribusi [hal. 3]

Catu daya berasal dari satu titik sumber dan karena adanya pencabangan – pencabangan tersebut, maka arus beban yang mengalir disepanjang saluran menjadi tidak sama sehingga luas penampang konduktor pada jaringan bentuk radial ini ukurannya tidak sama sehingga luas penampang konduktor pada jaringan bentuk radial ini ukurannya tidak sama karena arus yang paling besar mengalir pada jaringan yang paling dekat dengan gardu induk. Sehingga saluran yang paling dekat dengan gardu induk ini ukuran penampangnya relatif besar dan saluran cabang – cabangnya makin ke ujung dengan arus beban yang lebih kecil mempunyai ukuran konduktornya lebih kecil pula. Spesifikasi dari jaringan bentuk radial ini adalah :

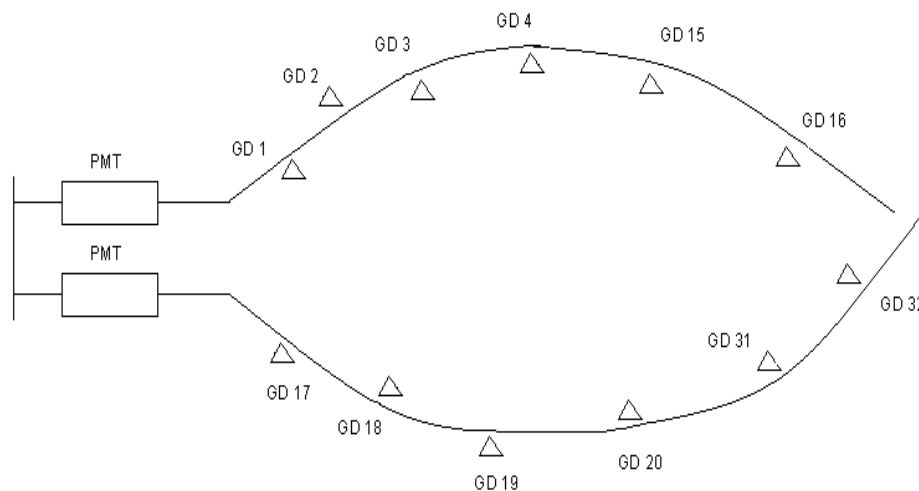
- a. Bentuknya sederhana.
- b. Biaya investasinya murah.
- c. Kualitas pelayanan dayanya relatif jelek, karena rugi tegangan dan rugi daya yang terjadi pada saluran relatif besar.

- d. Kontinuitas pelayanan daya kurang terjamin sebab antara titik sumber dan titik beban hanya ada satu alternatif saluran sehingga bila saluran tersebut mengalami pemadaman total, yaitu daerah saluran sesudah atau dibelakang titik gangguan selama gangguan belum teratasi.

Untuk melokalisir gangguan pada bentuk radial ini biasanya dilengkapi dengan peralatan pemaman, fungsinya untuk membatasi daerah yang mengalami pemadaman total, yaitu daerah saluran sesudah atau dibelakang titik gangguan selama gangguan belum teratasi. Di Sumatera Utara sendiri, sistem jaringan distribusi secara umum menggunakan sistem radial ini termasuk Rayon Delitua.

2.2.2 Sistem Jaringan Distribusi *Loop*

Jaringan ini merupakan bentuk tertutup, disebut juga bentuk jaringan *ring*. Susunan rangkaian saluran membentuk *ring*, seperti terlihat pada gambar 2.3 yang memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik, karena drop tegangan dan rugi daya saluran menjadi lebih kecil.



Gambar 2. 3 Jaringan Distribusi Loop

Sumber: Ir. Badruddin, Modul II Sistem Distribusi [hal. 4]

Jaringan distribusi *loop* ini sendiri memiliki 2 macam bentuk seperti yang dijelaskan berikut :

- a. Bentuk *open loop*, bila dilengkapi dengan *normally open switch* yang terletak pada salah satu bagian gardu distribusi, dalam keadaan normal rangkaian selalu terbuka.
- b. Bentuk *close loop*, bila dilengkapi dengan *normally close switch* yang terletak pada salah satu bagian diantara gardu distribusi, dalam keadaan normal rangkaian selalu tertutup.

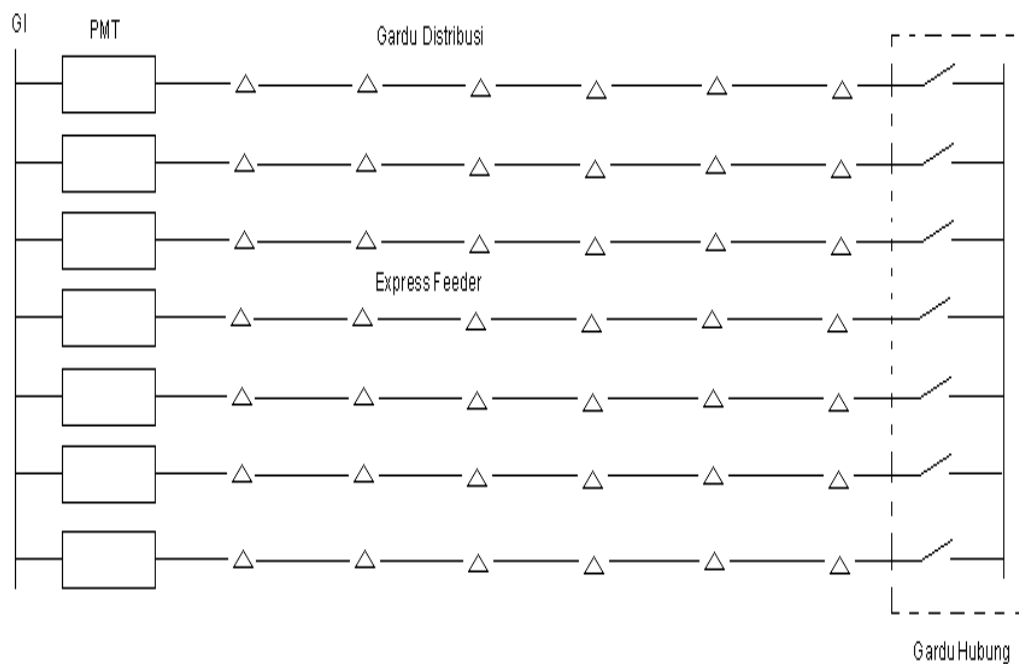
Struktur jaringan ini merupakan gabungan dari dua buah struktur jaringan radial, dimana pada ujung dari dua buah jaringan dipasang sebuah Pemutus Tenaga dan Pemisah. Pada saat terjadi gangguan, setelah gangguan dapat diisolir, maka pemutus atau pemisah ditutup sehingga aliran daya listrik ke bagian yang tidak

terkena gangguan tidak berhenti. Pada umumnya penghantar dari struktur ini mempunyai struktur yang sama, ukuran konduktor tersebut dipilih sehingga dapat menyalurkan seluruh daya listrik beban struktur *loop*, yang merupakan jumlah daya listrik beban dari kedua struktur radial.

Jaringan distribusi *loop* mempunyai kualitas dan kontinuitas pelayanan daya yang lebih baik, tetapi biaya investasi lebih mahal dan cocok digunakan pada daerah yang padat dan memerlukan keandalan tinggi.

2.2.3 Sistem Jaringan Distribusi *Spindle*

Bentuk jaringan distribusi jenis *spindle* ditunjukkan pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2. 4 Jaringan Distribusi *Spindle*

Sumber: Ir. Badruddin, Modul II Sistem Distribusi [hal. 4]

Jaringan distribusi *spindle* merupakan saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM) yang penerapannya sangat cocok di kota – kota besar. Adapun operasi sistem jaringan distribusi jenis *spindle* tersebut sebagai berikut :

- a. Dalam keadaan normal semua saluran digardu hubung (GH) terbuka sehingga semua SKTM beroperasi radial.
- b. Dalam keadaan normal saluran ekspres tidak dibebani dan dihubungkan dengan rel di gardu hubung dan digunakan sebagai pemasok cadangan dari gardu hubung.
- c. Bila salah satu seksi dari SKTM mengalami gangguan, maka saklar beban di kedua ujung seksi yang terganggu dibuka. Kemudian seksi – seksi sisi gardu induk (GI) mendapat suplai dari GI, dan seksi – seksi gardu hubung mendapat suplai dari gardu hubung melalui saluran ekspres.

Sistem jaringan distribusi *spindle* sangat cocok untuk memenuhi kebutuhan – kebutuhan antara lain :

- a. Peningkatan keandalan atau kontinuitas pelayanan sistem.
- b. Menurunkan atau menekan rugi – rugi akibat gangguan.
- c. Sangat baik untuk mensuplai daerah beban yang memiliki kerapatan beban yang cukup tinggi.
- d. Perluasan jaringan mudah dilakukan.

2.3 Gangguan Sistem Distribusi Daya Listrik

Gangguan pada sistem distribusi adalah terganggunya sistem tenaga listrik yang menyebabkan bekerjanya rele pengaman penyulang bekerja untuk membuka *circuit breaker* di gardu induk yang menyebabkan terputusnya suplai tenaga listrik. Hal ini untuk mengamankan peralatan yang dilalui arus gangguan tersebut dari kerusakan. Sehingga fungsi dari peralatan pengaman adalah untuk mencegah kerusakan peralatan dan tidak meniadakan gangguan.

Gangguan pada jaringan distribusi lebih banyak terjadi pada saluran distribusi yang dibentangkan di udara bebas (SUTM) yang umumnya tidak memakai isolasi dibanding dengan saluran distribusi yang ditanam dalam tanah (SKTM) dengan menggunakan isolasi pembungkus.

Sebagian besar gangguan pada saluran udara tegangan menengah disebabkan oleh petir, sentuhan pohon, apalagi saluran udara tegangan menengah banyak berada di dalam kota yang memiliki bangunan-bangunan tinggi dan pohon-pohon yang lebih tinggi dari tiang saluran udara tegangan menengah. Hal ini menyebabkan saluran udara tegangan menengah yang ada di dalam kota banyak terlindung terhadap sambaran petir tetapi banyak diganggu oleh sentuhan pohon. Namun, untuk daerah di luar kota selain gangguan sentuhan pohon juga sering terjadi gangguan karena petir. Gangguan karena petir maupun karena sentuhan pohon ini sifatnya sementara, karena itu penggunaan penutup balik otomatis (*recloser*) akan mengurangi /waktu pemutusan penyediaan daya (*supply interrupting time*).

2.3.1 Jenis Gangguan

Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi saluran 20 KV dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu (*Daman Suswanto, 2010 : 247*):

1. Gangguan dari dalam sistem antara lain :
 - a. Tegangan lebih atau arus lebih
 - b. Pemasangan yang kurang tepat
 - c. Usia peralatan atau komponen
2. Gangguan dari luar sistem antara lain:
 - a. Dahan/ranting pohon yang mengenai SUTM
 - b. Sambaran petir
 - c. Hujan atau cuaca
 - d. Kerusakan pada peralatan
 - e. Gangguan binatang

Klasifikasi gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi adalah :

1. Dari jenis gangguannya :
 - a. Gangguan dua fasa atau tiga fasa melalui hubungan tanah
 - b. Gangguan fasa ke fasa
 - c. Gangguan dua fasa ke tanah
 - d. Gangguan satu fasa ke tanah atau gangguan tanah
2. Dari lamanya gangguan :
 - a. Gangguan permanen

Gangguan bersifat tetap, sehingga untuk membebaskannya perlu

tindakan perbaikan atau penghilangan penyebab gangguan. Hal ini ditandai dengan jatuhnya (*trip*) kembali pemutus daya setelah operator memasukkan sistem kembali setelah terjadi gangguan. Untuk mengatasi gangguan- gangguan sebuah peralatan harus dilengkapi dengan sistem pengaman *relay*, dimana sistem pengaman ini diharapkan dapat mendeteksi adanya gangguan sesuai dengan fungsi dan daerah pengamannya.

b. Gangguan sementara

Gangguan yang bersifat sementara karena dapat hilang dengan sendirinya dengan cara memutuskan bagian yang terganggu sesaat, kemudian menutup balik kembali, baik secara otomatis (*autorecloser*) maupun secara manual oleh operator. Bila gangguan tidak dapat dihilangkan dengan sendirinya atau dengan bekerjanya alat pengaman (*recloser*) dapat menjadi gangguan tetap dan dapat menyebabkan pemutusan tetap. Bila gangguan sementara terjadi terjadi berulang-ulang.

2.3.2 Penyebab Gangguan

Gangguan biasanya diakibatkan oleh kegagalan isolasi di antara penghantar fasa atau antara penghantar fasa dengan tanah. Secara nyata kegagalan isolasi dapat menghasilkan beberapa efek pada sistem yaitu menghasilkan arus yang cukup besar, atau mengakibatkan adanya impedansi diantara konduktor fasa atau antara penghantar fasa dan tanah.

Penyebab terjadinya gangguan pada jaringan distribusi disebabkan karena

(Hutauruk, 1987 : 3):

- a. Kesalahan mekanis
- b. Kesalahan termis
- c. Karena tegangan lebih
- d. Karena material yang cacat atau rusak
- e. Gangguan hubung singkat
- f. Konduktor putus

Faktor-faktor penyebab terjadinya gangguan pada jaringan distribusi adalah karena (Hutauruk, 1987 : 4) :

- a. Surja petir atau surja hubung
- b. Burung atau daun-daun
- c. Polusi debu
- d. Pohon-pohon yang tumbuh di dekat jaringan
- e. Keretakan pada isolator
- f. Andongan yang terlalu kendor

Secara umum gangguan dibedakan pada dua kondisi tegangan saat terjadinya gangguan, yaitu gangguan terjadi pada tegangan normal dan gangguan terjadi pada tegangan lebih.

- a. Gangguan terjadi pada kondisi tegangan normal

Gangguan pada kondisi tegangan normal terjadi dikarenakan pemerosotan dari isolasi dan kejadian-kejadian tak terduga dari benda asing. Pemerosotan isolasi dapat terjadi karena polusi dan penuaan. Saat ini batas ketahanan

isolasi tertinggi (*high insulation level*) sekitar 3-5 kali nilai tegangan nominalnya. Tapi dengan adanya pengotoran (*pollution*) pada isolator yang biasanya disebabkan oleh penumpukan jelaga (*soot*) atau debu (*dust*) pada daerah industri dan penumpukan garam (*salt*) karena angin yang mengandung uap garam menyebabkan kekuatan isolasi akan menurun. Hal inilah yang menyebabkan penurunan resistansi dari isolator dan menyebabkan kebocoran arus. Kebocoran arus yang kecil ini mempercepat kerusakan isolator. Selain itu pemuatan dan penyusutan yang berulang-ulang dapat juga menyebabkan kemerosotan resistansi dari isolator.

b. Gangguan terjadi pada kondisi tegangan lebih

Gangguan pada kondisi tegangan lebih salah satunya disebabkan sambaran petir yang tidak cukup diamankan oleh alat-alat pengaman petir. Petir menghasilkan surja tegangan yang sangat tinggi pada sistem tenaga listrik, besarnya tegangan dapat mencapai jutaan volt dan ini tidak dapat ditahan oleh isolasi. Surja ini berjalan secepat kilat pada jaringan listrik, faktor yang membatasinya adalah impedansi dan resistansi dari saluran. Untuk mengatasi surja petir ini sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada isolasi dan peralatan sistem tenaga lainnya, diperlukan suatu peralatan proteksi khusus untuk dapat mengatasi surja petir ini.

2.4 Proteksi Jaringan Distribusi

Alat pengaman atau pelindung adalah suatu alat yang berfungsi melindungi atau mengamankan suatu sistem penyaluran tenaga listrik dengan cara membatasi

tegangan lebih (*over voltage*) atau arus lebih (*over current*) yang mengalir pada sistem tersebut, dan mengalirkannya ke tanah (*ground*). Dengan demikian alat pengaman harus dapat menahan tegangan sistem agar kontinuitas pelayanan ke pusat beban (*load center*) tidak terganggu hingga waktu yang tidak terbatas. Dan harus dapat melakukan atau mengalirkan arus lebih dengan tidak merusak alat pengaman dan peralatan jaringan yang lain. Contoh alat pengaman jaringan distribusi yaitu:

- a. Alat pengaman celah terdiri atas alat pengaman celah batang (*rod gap*), tanduk api (*arcing horn*), celah sekring (*fuse rod gap*), celah kontrol (*control gap*), dan celah tanduk (*horn gap*).
- b. Alat pengaman tabung pelindung (*protector tube*)
- c. Alat pengaman *Lightning Arrester*
- d. Alat pengaman arus lebih *Fuse Cut Out*

Fungsi alat pengaman jaringan distribusi yaitu:

- a. Melindungi sistem terhadap kondisi beban lebih (*over load*) dan hubung singkat (*short circuit*).
- b. Melindungi sistem terhadap gangguan fisik dari luar terutama untuk saluran udara (*overhead line*). Misalnya karena sambaran petir, sambaran induksi awan bermuatan listrik dan sebagainya.
- c. Mengisolir bagian sistem yang terkena gangguan.
- d. Melindungi publik/personal terhadap adanya jaringan tegangan tinggi, terutama pada tempat-tempat yang padat penduduknya atau tempat-tempat dimana jaringan listrik melintasi jalan lalu lintas umum.

Kegunaan sistem pengamanan tenaga listrik, antara lain untuk :

- a. Mencegah kerusakan peralatan-peralatan pada sistem tenaga listrik akibat terjadinya gangguan atau kondisi operasi sistem yang tidak normal.
- b. Mengurangi kerusakan peralatan-peralatan pada sistem tenaga listrik akibat terjadinya gangguan atau kondisi operasi sistem yang tidak normal.
- c. Mempersempit daerah yang terganggu sehingga gangguan tidak melebar pada sistem yang lebih luas.
- d. Memberikan pelayanan tenaga listrik dengan keandalan dan mutu tinggi kepada konsumen.
- e. Mengamankan manusia dari bahaya yang ditimbulkan oleh tenaga listrik.
- f. Menjaga kestabilan sistem tenaga.

2.5 Keandalan Sistem Distribusi Daya Listrik

Suatu sistem tenaga listrik yang baik harus memenuhi beberapa syarat, seperti *reliability*, *quality* dan *stability*. *Reliability* adalah kemampuan suatu sistem untuk menyalurkan daya atau energi secara terus menerus. *Quality* adalah kemampuan sistem tenaga listrik untuk menghasilkan besaran-besaran standar yang ditetapkan untuk tegangan dan frekuensi. *Stability* adalah kemampuan dari sistem untuk kembali bekerja secara normal setelah mengalami suatu gangguan.

Dalam sistem tenaga listrik yang baik maka ketiga syarat tersebut harus dipenuhi yaitu sistem harus mampu memberi pasokan listrik secara terus menerus dengan standar besaran untuk tegangan dan frekuensi sesuai dengan aturan yang

berlaku dan harus segera kembali normal bila sistem terkena gangguan.

Untuk menyalurkan tenaga listrik secara kontinyu dan andal, diperlukan pemilihan sistem distribusi yang tepat. Kriteria pemilihan ini berdasarkan pada beberapa faktor, antara lain:

- a. Faktor ekonomis
- b. Faktor tempat
- c. Kelayakan

Pemilihan sistem jaringan harus memenuhi kriteria persyaratan yaitu :

- a. Keandalan yang tinggi
- b. Kontinuitas pelayanan
- c. Biaya investasi yang rendah
- d. Fluktuasi frekuensi dan tegangan rendah

Keandalan dalam sistem distribusi adalah suatu ukuran ketersediaan/tingkat pelayanan penyediaan tenaga listrik dari sistem ke pemakai/pelanggan. Ukuran keandalan dapat dinyatakan sebagai seberapa sering sistem mengalami pemadaman, berapa lama pemadaman terjadi dan seberapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi dari pemadaman yang terjadi (*restoration*).

Keandalan sistem jaringan distribusi erat kaitannya dengan masalah pemutusan beban (pemadaman) akibat adanya gangguan pada sistem. Dalam hal ini, keandalan sistem distribusi adalah berbanding terbalik dengan tingkat pemutusan beban (pemadaman) pada sistem. Semakin tinggi tingkat pemutusan beban yang terjadi, maka keandalan akan semakin berkurang. Begitu pula sebaliknya. Sistem

yang mempunyai keandalan tinggi akan mampu memberikan tenaga listrik setiap saat dibutuhkan, sedangkan sistem mempunyai keandalan rendah bila tingkat ketersediaan tenaganya rendah yaitu sering padam.

2.6 Indeks Keandalan Sistem Distribusi Daya Listrik

Berdasarkan SPLN No. 59 Tahun 1985, Indeks Keandalan merupakan suatu besaran untuk membandingkan penampilan sistem distribusi. SPLN No. 59 Tahun 1985, kemudian diperjelas kembali dengan SPLN No 68-2 Tahun 1986. Dua indeks keandalan yang paling sering digunakan dalam sistem distribusi adalah indeks frekuensi pemadaman rata-rata (SAIFI) dan indeks lama pemadaman rata-rata (SAIDI). Berdasarkan SPLN No. 59 Tahun 1985, angka keluar standar laju kegagalan jaringan distribusi ditampilkan tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Standar Laju Kegagalan Berdasarkan SPLN Tahun 1985

Komponen	Angka Keluar
Saluran udara	0.2/km/tahun
Kabel saluran bawah tanah	0.07/km/tahun
Pemutus tenaga	0.004/unit/tahun
Sakelar beban	0.003/unit/tahun
Sakelar pisah	0.003/unit/tahun
Penutup balik	0.005/unit/tahun
Penyambung kabel	0.001/unit/tahun
Trafo distribusi	0.005/unit/tahun
Pelindung jaringan	0.005/unit/tahun
Rel tegangan rendah (untuk sistem <i>spot network</i>)	0.001/unit/tahun

Sumber: *SPLN No. 59 Tahun 1985*

Untuk menghitung frekuensi pemadaman diperlukan tabel perkiraan angka keluar komponen sistem distribusi.

Berdasarkan SPLN No. 59 Tahun 1985 dan SPLN No 68-2 Tahun 1986 diperoleh nilai frekuensi pemadaman rata-rata yakni = 3,21 kali/tahun. Sementara itu, untuk waktu lama pemadamannya (SAIDI) = 21,094 jam/tahun. Sehingga diperoleh untuk standar nilai CAIDI yaitu 21,094 jam/tahun dibagi 3,21 kali/tahun sebesar 6,57 jam/kali.

Untuk standar di PLN Area Pakam Rayon Delitua berdasarkan Kontrak Manajemen UP3 Lubuk Pakam Tahun 2018, standar SAIFI sebesar 1,31 kali/plg, dan standar SAIDI sebesar 185,64 menit/plg atau 3,094 jam/plg dalam satu tahun. Sehingga standar CAIDI sebesar 185,64 menit/plg dibagi 1,31 kali/plg yaitu 141,71 menit/plg atau 2,36 jam/plg.

2.7 Komponen Perhitungan Keandalan

2.7.1 Laju Kegagalan

Laju kegagalan adalah nilai rata-rata dari jumlah kegagalan pada selang waktu pengamatan waktu tertentu (T). Pada suatu pengamatan, nilai laju kegagalan dinyatakan sebagai berikut:

$$\lambda_i = \frac{f}{T} \quad (2.1)$$

Dimana, λ_i = Laju kegagalan pada saluran i

f = Banyaknya kegagalan dalam selang waktu pengamatan

T = Selang waktu pengamatan

2.7.2 Durasi Kegagalan

Durasi kegagalan adalah nilai rata-rata dari jumlah durasi kegagalan pada selang waktu pengamatan waktu tertentu. Pada suatu pengamatan, nilai durasi kegagalan dinyatakan sebagai berikut :

$$U_i = \frac{t}{T} \quad (2.2)$$

Dimana, U_i = Durasi kegagalan pada saluran i
 t = Lama kegagalan
 T = Selang waktu pengamatan

2.7.3 SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

Indeks ini didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari lamanya gangguan sistem untuk setiap konsumen per satuan waktu pengamatan. Indeks ini ditentukan dengan persamaan :

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Perkalian durasi kegagalan dan pelanggan padam}}{\text{Jumlah pelanggan total}} \quad (2.3)$$

$$\text{SAIDI} = \frac{U_i \cdot N_i}{Nt} \quad (2.4)$$

Dimana, U_i = Durasi gangguan pada saluran i
 N_i = Jumlah pelanggan pada saluran i
 Nt = Jumlah pelanggan yang dilayani keseluruhan

2.7.4 SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

Nilai indeks ini didefinisikan sebagai jumlah rata-rata gangguan sistem yang terjadi per pelanggan yang dilayani oleh sistem per satuan waktu. Indeks ini

ditentukan dengan persamaan:

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Perkalian laju kegagalan dan pelanggan padam}}{\text{Jumlah pelanggan total}} \quad (2.5)$$

$$\text{SAIFI} = \frac{\lambda_i \cdot N_i}{N_t} \quad (2.6)$$

Dimana, λ = Laju kegagalan pada saluran i
 N_i = Jumlah pelanggan pada saluran i
 N_t = Jumlah pelanggan yang dilayani keseluruhan

2.7.5 CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*)

Nilai indeks ini ditinjau dari sisi pelanggan. Nilai indeks durasi gangguan konsumen rata-rata, menginformasikan tentang waktu rata-rata untuk penormalan kembali gangguan tiap-tiap pelanggan dalam satuan waktu pengamatan. Indeks ini sama juga dengan perbandingan antara SAIDI dan SAIFI.

$$\text{CAIDI} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} \quad (2.7)$$

Dalam hal nilai SAIDI dan SAIFI yaitu 0, maka nilai CAIDI juga 0 dikarenakan indeks CAIDI menginformasikan waktu rata-rata untuk penormalan kembali gangguan tiap-tiap pelanggan dalam satuan waktu pengamatan. Sehingga apabila tidak ada gangguan (SAIDI=SAIFI=0) maka waktu penormalan gangguan juga 0 (CAIDI=0).

2.8 Perhitungan Menggunakan Matlab

MATLAB adalah singkatan dari *Matrix Laboratory*, yang biasanya digunakan dalam :

- a. Pengembangan Algoritma matematika dan komputasi
- b. Pemodelan, simulasi, dan pembuatan *prototype* dari penerimaan data
- c. Analisa, eksplorasi, dan visualisasi data
- d. *Scientific* dan *engineering*
- e. Pengembangan aplikasi berbasis grafik dan pembuatan *Graphical User Interface (GUI)*

Software Matlab memiliki pengaplikasian yang berbeda– beda khususnya dalam pengaplikasian yang membutuhkan perhitungan secara matematis.

Matlab melakukan seluruh perhitungan matematis dalam bentuk matriks.

Semua operasi matematika dalam MATLAB adalah operasi matriks.

MATLAB dapat menunjukkan hasil perhitungan dalam bentuk grafik dan dapat dirancang sesuai keinginan kita menggunakan GUI yang kita buat sendiri. Fitur-fitur matlab sudah banyak dikembangkan, dan lebih kita kenal dengan nama *toolbox*. *Toolbox* ini merupakan kumpulan dari fungsi-fungsi matlab (*M-files*) yang telah dikembangkan ke suatu lingkungan kerja matlab untuk memecahkan masalah dalam kelas partikular. Area-area yang sudah bisa dipecahkan dengan *toolbox* saat ini meliputi pengolahan sinyal, sistem kontrol, *neural networks*, *fuzzy logic*, *wavelets*, dan lain-lain. Sebagai sebuah sistem, matlab tersusun dari 5 bagian utama:

- a. *Development Environment*, merupakan sekumpulan perangkat dan fasilitas yang membantu kita untuk menggunakan fungsi-fungsi dan file-file matlab. Beberapa perangkat ini merupakan sebuah *Graphical User Interfaces (GUI)*. Termasuk didalamnya adalah matlab *desktop* dan *Command Window*, *Command History*, sebuah editor dan *debugger*, dan *browsers* untuk melihat *help*, *workspace*, *files*, dan *search path*.
- b. *Matlab Mathematical Function Library*, merupakan sekumpulan algoritma komputasi mulai dari fungsi-fungsi dasar seperti *sum*, *sin*, *cos*, dan *complex arithmetic*, sampai dengan fungsi-fungsi yang lebih kompleks seperti *Matrix Inverse*, *Matrix Eigenvalues*, *Bessel Functions*, dan *Fast Fourier Transforms*.
- c. *Matlab Language*, merupakan suatu level tinggi bahasa *matrix* atau *array* dengan *control flow statements*, *functions*, *data structures*, *input/output*, dan fitur-fitur *object-oriented programming*. Ini memungkinkan bagi kita untuk melakukan kedua hal baik pemrograman dalam lingkup sederhana untuk mendapatkan hasil yang cepat, dan pemrograman dalam lingkup yang lebih besar untuk memperoleh hasil-hasil dan aplikasi yang kompleks.
- d. *Graphics*, matlab memiliki fasilitas untuk menampilkan vektor dan matrik sebagai suatu grafik. Didalamnya melibatkan *high-level functions* (fungsi-fungsi level tinggi) untuk visualisasi data dua dimensi dan tiga dimensi, *image processing*, *animation*, dan *presentation graphics*. Ini juga melibatkan fungsi level rendah yang memungkinkan bagi kita untuk

membiasakan diri untuk memunculkan grafik mulai dari bentuk yang sederhana sampai dengan tingkatan *graphical user interfaces* pada aplikasi matlab.

- e. *Matlab Application Program Interface (API)*, merupakan suatu *library* yang memungkinkan program yang telah kita tulis dalam bahasa *C* dan *Fortran* mampu berinteraksi dengan matlab. Ini melibatkan fasilitas untuk pemanggilan *routines* dari matlab (*dynamic linking*), pemanggilan matlab sebagai sebuah *computational engine*, dan untuk membaca dan menuliskan *Mat-files* (Miller, F.J.R., 1989).

Dalam hal ini, Matlab akan digunakan sebagai *software* media untuk perhitungan indeks keandalan jaringan distribusi Rayon Delitua. Matlab akan melakukan perhitungan mulai dari laju kegagalan, durasi kegagalan, hingga SAIDI, SAIFI dan CAIDI.

BAB 3

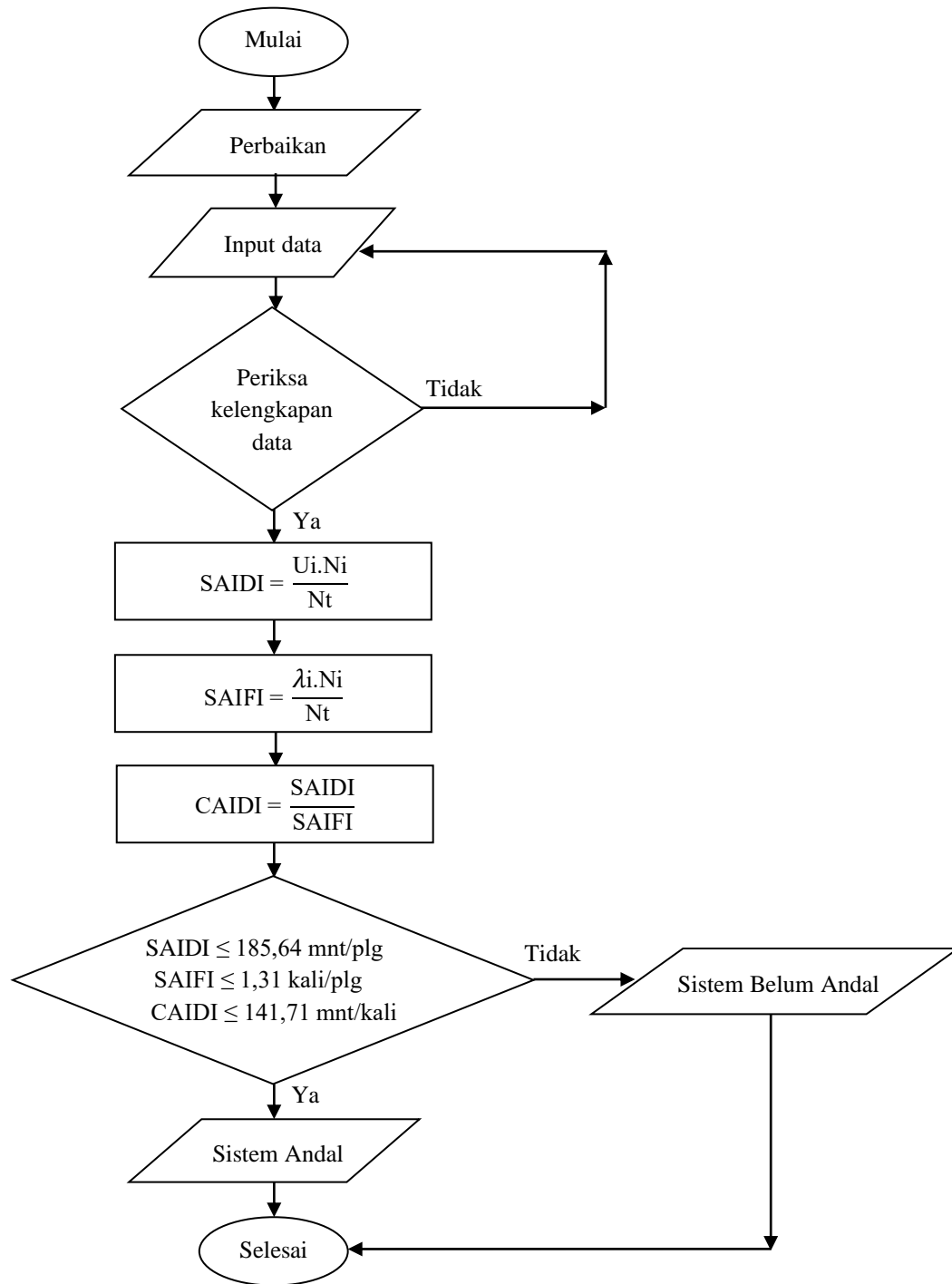
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Rayon Delitua, yang beralamat di Jl. Ardagusema No. 80 Kecamatan Delitua. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi 20 KV selama satu tahun, yaitu tahun 2018.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Penulis, 2019

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian, pengumpulan data dilakukan dengan cara:

a. Laporan Call Center 123

Laporan dari pelanggan yang mengalami pemadaman/gangguan diakumulasikan setiap bulannya untuk tiap penyulang disertai dengan waktu mulai laporan hingga waktu selesainya perbaikan gangguan

b. Wawancara

Dalam mengumpulkan dan mendukung data penelitian, penulis juga melakukan tanya-jawab dengan pihak yang membidangi masalah distribusi.

BAB 4

HASIL PENELITIAN

Rayon Delitua mempunyai enam penyulang yang disuplai dari Gardu Induk Titi Kuning dan Gardu Induk Namorambe. Keenam penyulang tersebut yang akan membagi atau menyalurkan energi listrik dari Gardu Induk hingga sampai ke pelanggan. Total panjang jaringan SUTM Rayon Delitua yaitu 336.45 kms dengan total jumlah pelanggan per Desember 2018 sebanyak 68.126 pelanggan. Indeks keandalan yang akan dihitung yaitu setiap bulannya.

Untuk perhitungan SAIDI dan SAIFI dalam penelitian ini, dihitung untuk tiap bulannya pada masing-masing penyulang, dan akan diakumulasikan nantinya dalam satu tahun (2018). Untuk keseluruhan penyulang tiap bulannya juga akan dihitung indeks keandalannya, dan juga akan diakumulasikan dalam satu tahun yaitu selama tahun 2018.

Tabel 4. 1 Panjang SUTM Penyulang Rayon Delitua

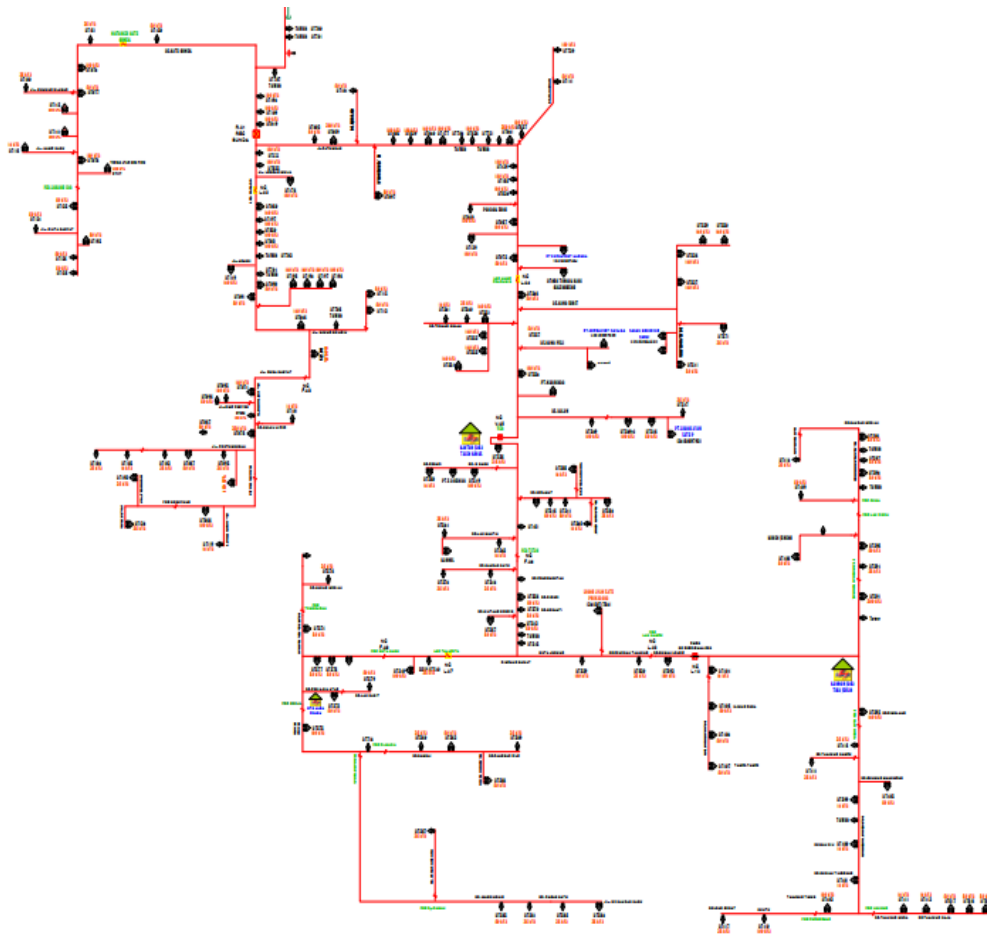
Gardu Induk	Nama Penyulang (Feeder)	Panjang SUTM (kms)
NAMORAMBE	NR2	225.4
	NR5	34.6
TITI KUNING	TN4	2.75
	TN5	29.3
	TK5	31.2
	TN6	13.2
JUMLAH		336.45

Sumber: Master Penyulang Update 2018

4.1 Penyulang NR2

Penyulang ini disuplai dari Gardu Induk Namorambe. Penyulang NR2 memiliki jaringan yang terpanjang dibandingkan penyulang yang lain. Penyulang ini memiliki jumlah gangguan yang lebih banyak dibandingkan penyulang yang lain dikarenakan daerah yang disuplai penyulang ini merupakan lokasi dengan keadaan geografis yang cukup menantang.

Lokasi yang disuplai oleh penyulang NR2 meliputi daerah Batu Gemuk, Patumbak, Sibiru-biru, Talun Kenas, Tiga Juhar dan Penen.



Gambar 4. 1 Jaringan Penyulang NR2

Sumber: Single Line Diagram Penyulang 20 KV Rayon Delitua, 2018

Gangguan yang terjadi pada penyulang NR2 selama setahun ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Gangguan Penyulang NR2

Bulan	Ni (plg)	Nt (plg)	f (kali)	t (jam)
Januari	12461	64873	2	4.37
Pebruari	12502	65164	3	5.95
Maret	12590	65548	4	7.82
April	12603	65780	4	8.35
Mei	12653	66018	3	5.21
Juni	12681	66200	7	12.63
Juli	12705	66505	8	13.98
Agustus	12731	66789	10	17.05
September	12746	67098	7	13.18
Oktober	12755	67435	4	8.63
November	12801	67809	2	5.86
Desember	12836	68126	1	1.59
Total	152064	797345	55	104.62

Sumber: Rekap Laporan Yantek, 2018

Keterangan: Ni = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan

Nt = Jumlah pelanggan keseluruhan

f = Jumlah gangguan

t = Lama gangguan

Sesuai dengan persamaan laju kegagalan (2.1) dan durasi kegagalan (2.2) maka menggunakan persamaan tersebut dapat dihitung laju kegagalan dan durasi kegagalan untuk penyulang NR2. Perhitungan akan dilakukan per bulan, maka waktu pengamatannya (T) yaitu 30 hari.

Sebagai contoh, untuk bulan Januari 2018 jumlah kegagalan penyulang NR2 yaitu 2 kali. Maka laju kegagalan penyulang NR2 bulan Januari 2018 yaitu,

$$\lambda = \frac{f}{T} \text{ (kali/bln)} \quad (4.1)$$

$$\lambda = \frac{2}{30} = 0.0667 \text{ kali/bln} \quad (4.2)$$

Sedangkan lama kegagalan penyulang NR2 bulan Januari 2018 yaitu 4,37 jam. Maka durasi kegagalan penyulang NR2 bulan Januari 2018 yaitu,

$$U = \frac{t}{T} \text{ (jam/bln)} \quad (4.3)$$

$$U = \frac{4.37}{30} = 0.1457 \text{ jam/bln} \quad (4.4)$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, laju dan durasi kegagalan untuk bulan Pebruari 2018 hingga Desember 2018 untuk tiap penyulang dapat dihitung. Namun, untuk mempermudah perhitungan tersebut, maka dimanfaatkan perhitungan menggunakan Matlab sehingga lebih mudah dan sederhana.

Berikut cuplikan pemrograman pada Matlab untuk menghitung laju kegagalan dan durasi kegagalan penyulang NR2.

```
>> %----Menghitung laju kegagalan dan durasi kegagalan NR2---
>>
>> f = [2 3 4 4 3 7 8 10 7 4 2 1]; % inisialisasi jumlah gangguan
>> t = [4.37 5.95 7.82 8.35 5.21 12.63 13.98 17.05 13.18 8.63 5.86 1.59]; % inisialisasi lama
    gangguan
>> T = 30; % selang waktu pengamatan 30 hari
>> Ni = [12461 12502 12590 12603 12653 12681 12705 12731 12746 12755 12801 12836]; %
    inisialisasi jumlah pelanggan penyulang
>> Nt = [64873 65164 65548 65780 66018 66200 66505 66789 67098 67435 67809 68126]; %
    inisialisasi total pelanggan sistem
>>
```

>> $Laju = f/T$

$Laju = 0.0667 \ 0.1000 \ 0.1333 \ 0.1333 \ 0.1000 \ 0.2333 \ 0.2667 \ 0.3333 \ 0.2333$
 $0.1333 \ 0.0667 \ 0.0333$

>> $Durasi = t/T$

$Durasi = 0.1457 \ 0.1983 \ 0.2607 \ 0.2783 \ 0.1737 \ 0.4210 \ 0.4660 \ 0.5683 \ 0.4393$
 $0.2877 \ 0.1953 \ 0.0530$

Hasil perhitungan laju dan durasi kegagalan tersebut ditampilkan pada tabel

4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang NR2

Bulan	λ (kali/bln)	U (jam/bln)
Januari	0.0667	0.1457
Pebruari	0.1000	0.1983
Maret	0.1333	0.2607
April	0.1333	0.2783
Mei	0.1000	0.1737
Juni	0.2333	0.4210
Juli	0.2667	0.4660
Agustus	0.3333	0.5683
September	0.2333	0.4393
Oktober	0.1333	0.2877
Nopember	0.0667	0.1953
Desember	0.0333	0.0530

Sumber: Penulis, 2019

Keterangan: λ = Laju kegagalan

U = Durasi kegagalan

Dari hasil perhitungan laju kegagalan dan rata-rata durasi kegagalan yang

diperoleh baik menggunakan persamaan dengan perhitungan menggunakan Matlab hasilnya adalah sama.

Setelah laju kegagalan dan durasi kegagalan diperoleh, maka indeks keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI dapat dihitung. Sama seperti perhitungan laju dan durasi kegagalan, untuk menghitung indeks keandalan tiap penyulang juga dapat dilakukan dengan persamaan yang telah tersedia.

Laju kegagalan untuk penyulang NR2 bulan Januari 2018 yaitu 0,0667 kali/bln dan durasi kegagalan 0,1457 jam/bln. Dengan menggunakan persamaan SAIDI (2.4), persamaan SAIFI (2.6) dan persamaan CAIDI (2.7) maka indeks keandalan penyulang NR2 selama bulan Januari 2018 yaitu,

a. Indeks keandalan SAIDI

$$\text{SAIDI} = \frac{U_i \cdot N_i}{N_t} \quad (4.5)$$

$$\text{SAIDI} = \frac{0.1457 \times 12461}{64873} = 0.0279 \text{ jam/bln} \quad (4.6)$$

b. Indeks keandalan SAIFI

$$\text{SAIFI} = \frac{\lambda_i \cdot N_i}{N_t} \quad (4.7)$$

$$\text{SAIFI} = \frac{0.0667 \times 12461}{64873} = 0.0128 \text{ kali/bln} \quad (4.8)$$

c. Indeks keandalan CAIDI (perbandingan SAIDI dan SAIFI)

$$\text{CAIDI} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} \quad (4.9)$$

$$CAIDI = \frac{0.0279}{0.0128} = 2.185 \text{ jam/kali} \quad (4.10)$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, indeks keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI untuk bulan Pebruari 2018 hingga Desember 2018 untuk tiap penyulang dapat dihitung. Namun, untuk mempermudah perhitungan tersebut, maka dimanfaatkan perhitungan menggunakan Matlab sehingga lebih mudah dan sederhana.

Berikut lanjutan cuplikan program pada Matlab untuk menghitung indeks keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI penyulang NR2.

```
>> SAIDI = (Durasi.*Ni)./Nt
      SAIDI = 0.0280 0.0381 0.0501 0.0533 0.0333 0.0806 0.0890 0.1083 0.0835
0.0544 0.0369 0.0100
>> Total1 = sum(SAIDI)
      Total1 = 0.6654
>> SAIFI = (laju.*Ni)./Nt
      SAIFI = 0.0128 0.0192 0.0256 0.0255 0.0192 0.0447 0.0509 0.0635 0.0443
0.0252 0.0126 0.0063
>> Total2 = sum(SAIFI)
      Total2 = 0.3499
>> CAIDI = SAIDI./SAIFI
      CAIDI = 2.1850 1.9833 1.9550 2.0875 1.7367 1.8043 1.7475 1.7050 1.8829
2.1575 2.9300 1.5900
>> Total3 = sum(CAIDI)
      Total3 = 23.7646
```

Hasil perhitungan indeks keandalan untuk penyulang NR2 menggunakan Matlab tersebut ditampilkan pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Indeks Keandalan Penyulang NR2

Bulan	SAIDI (jam/plg)	SAIFI (kali/plg)	CAIDI (jam/kali)
Januari	0.0280	0.0128	2.1850
Pebruari	0.0381	0.0192	1.9833
Maret	0.0501	0.0256	1.9550
April	0.0533	0.0255	2.0875
Mei	0.0333	0.0192	1.7367
Juni	0.0806	0.0447	1.8043
Juli	0.0890	0.0509	1.7475
Agustus	0.1083	0.0635	1.7050
September	0.0835	0.0443	1.8829
Oktober	0.0544	0.0252	2.1575
Nopember	0.0369	0.0126	2.9300
Desember	0.0100	0.0063	1.5900
Total	0.6654	0.3499	23.7646

Sumber: Penulis, 2019

Tabel menunjukkan bahwa, indeks keandalan penyulang NR2 untuk satu tahun menggunakan Matlab dalam baris total diperoleh bahwa SAIDI = 0,6654 jam/plg atau 39.9 menit/plg. Sementara itu, nilai SAIFI diperoleh 0,3499 kali/plg. Dan nilai CAIDI = 23,7646 jam/kali.

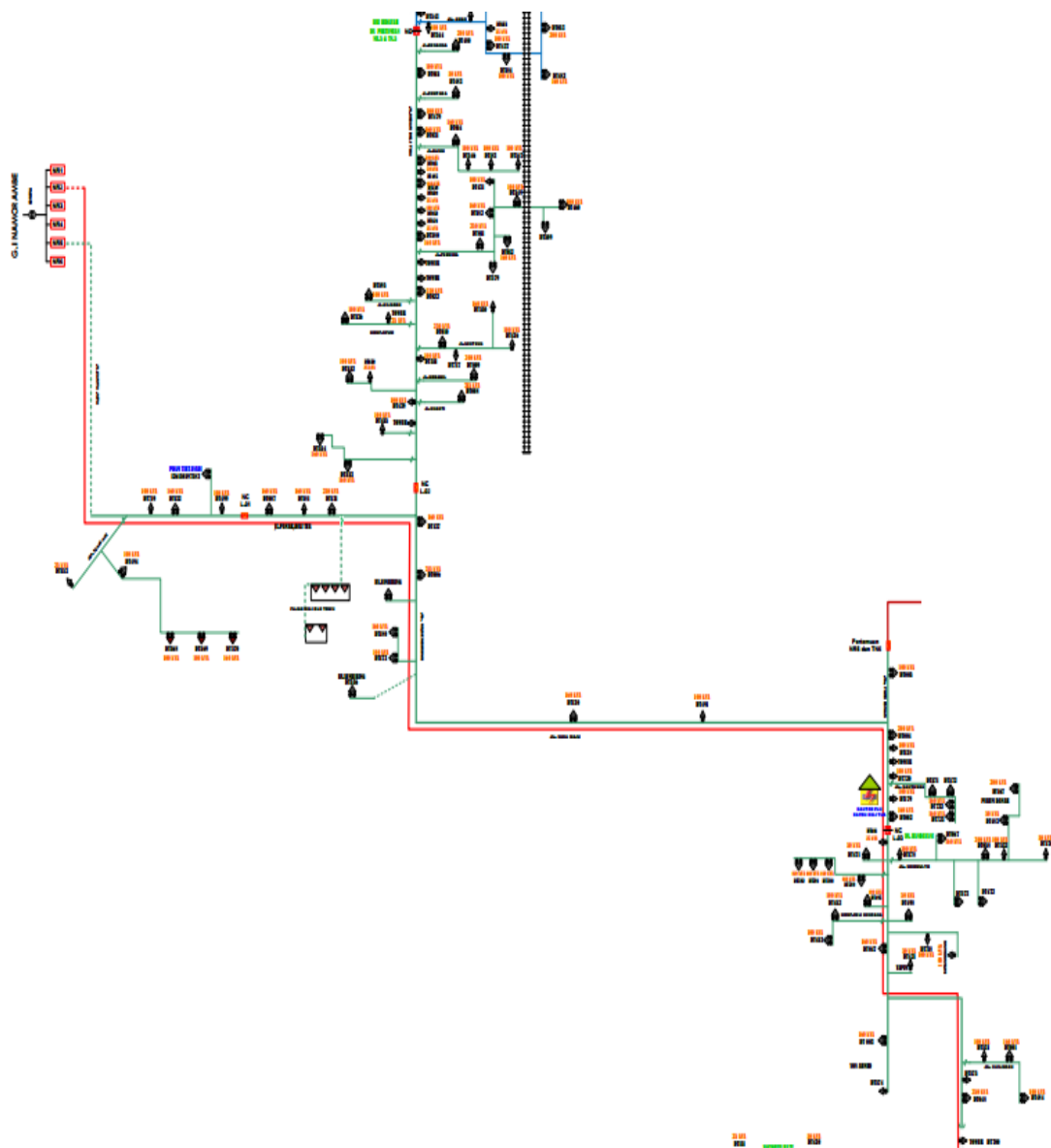
Karena hasil perhitungan secara manual dan hasil perhitungan menggunakan Matlab adalah sama, maka yang digunakan untuk perhitungan indeks keandalan penyulang yang lain adalah menggunakan Matlab.

4.2 Penyulang NR5

Penyulang ini disuplai dari Gardu Induk Namorambe. Penyulang NR5 merupakan penyulang yang memiliki jumlah pelanggan yang paling banyak dibandingkan dengan penyulang yang lainnya. Penyulang ini juga sering terjadi gangguan. Biasanya didominasi dengan gangguan trip/defisit yang berkaitan dengan banyaknya jumlah pelanggannya yang dibebani.

Penyulang NR5 meliputi daerah Pamah Delitua, Purwo Koramil, Sejarah, Ardagusema dan Pasar 1 Sidomulyo.

Jaringan penyulang NR5 ditunjukkan dengan jalur berwarna hijau pada gambar tersebut. Berikut gambar jaringan penyulang NR5



Gambar 4. 2 Jaringan Penyulang NR5

Sumber: Single Line Diagram Penyulang 20 KV Rayon Delitua, 2018

Gangguan yang terjadi pada penyulang NR5 selama setahun ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Gangguan Penyulang NR5

Bulan	Ni (plg)	Nt (plg)	f (kali)	t (jam)
Januari	19733	64873	1	3.05
Pebruari	19808	65164	2	5.2
/Maret	19879	65548	2	4.85
April	19936	65780	1	2.72
Mei	19986	66018	4	7.12
Juni	20082	66200	6	11.89
Juli	20148	66505	5	8.92
Agustus	20278	66789	5	9.08
September	20377	67098	8	14.75
Oktober	20582	67435	7	12.75
November	20737	67809	2	4.65
Desember	20860	68126	1	2.05
Total	242406	797345	44	87.03

Sumber: Rekap Laporan Yantek, 2018

Keterangan: Ni = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan

Nt = Jumlah pelanggan keseluruhan

f = Jumlah gangguan

t = Lama gangguan

Berikut cuplikan pemrograman pada Matlab untuk menghitung laju kegagalan dan rata-rata durasi kegagalan penyulang NR5.

```
>> %---Menghitung laju kegagalan dan durasi kegagalan NR5---
```

```
>>
```

```
>> f = [1 2 2 1 4 6 5 5 8 7 2 1]; % inisialisasi jumlah gangguan
```

```
>> t = [3.05 5.2 4.85 2.72 7.12 11.89 8.92 9.08 14.75 12.75 4.65 2.05]; % inisialisasi lama gangguan
```

```
>> T = 30; % selang waktu pengamatan 30 hari
```

```
>> Ni = [19733 19808 19879 19936 19986 20082 20148 20278 20377 20582 20737 20860]; %  
inisialisasi jumlah pelanggan penyulang
```

>> $Nt = [64873 \ 65164 \ 65548 \ 65780 \ 66018 \ 66200 \ 66505 \ 66789 \ 67098 \ 67435 \ 67809 \ 68126];$ %

inisialisasi total pelanggan sistem

>>

>> $Laju = f/T$

$Laju = 0.0333 \ 0.0667 \ 0.0667 \ 0.0333 \ 0.1333 \ 0.2000 \ 0.1667 \ 0.1667 \ 0.2667$
 $0.2333 \ 0.0667 \ 0.0333$

>> $Durasi = t/T$

$Durasi = 0.1017 \ 0.1733 \ 0.1617 \ 0.0907 \ 0.2373 \ 0.3963 \ 0.2973 \ 0.3027 \ 0.4917$
 $0.4250 \ 0.1550 \ 0.0683$

Hasil perhitungannya ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang NR5

Bulan	λ (kali/bln)	U (jam/bln)
Januari	0.0333	0.10167
Pebruari	0.0667	0.1733
Maret	0.0667	0.1617
April	0.0333	0.0907
Mei	0.1333	0.2373
Juni	0.2000	0.3963
Juli	0.1667	0.2973
Agustus	0.1667	0.3027
September	0.2667	0.4917
Oktober	0.2333	0.4250
Nopember	0.0667	0.1550
Desember	0.0333	0.0683

Sumber: Penulis, 2019

Keterangan: λ = Laju kegagalan

U = Durasi kegagalan

Setelah laju kegagalan dan durasi kegagalan diperoleh, maka indeks keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI dapat dihitung dengan menggunakan Matlab.

Hasil perhitungan indeks keandalan untuk penyulang NR5 ditampilkan pada tabel 4.7 menggunakan cuplikan pemrograman berikut.

```
>> SAIDI = (Durasi.*Ni)./Nt
```

```
SAIDI = 0.0309 0.0527 0.0490 0.0275 0.0718 0.1202 0.0901 0.0919 0.1493
0.1297 0.0474 0.0209
```

```
>> Total1 = sum(SAIDI)
```

```
Total1 = 0.8815
```

```
>> SAIFI = (laju.*Ni)./Nt
```

```
SAIFI = 0.0101 0.0203 0.0202 0.0101 0.0404 0.0607 0.0505 0.0506 0.0810
0.0712 0.0204 0.0102
```

```
>> Total2 = sum(SAIFI)
```

```
Total2 = 0.4456
```

```
>> CAIDI = SAIDI./SAIFI
```

```
CAIDI = 3.0500 2.6000 2.4250 2.7200 1.7800 1.9817 1.7840 1.8160 1.8438
1.8214 2.3250 2.0500
```

```
>> Total3 = sum(CAIDI)
```

```
Total3 = 26.1968
```

Tabel 4. 7 Indeks Keandalan Penyulang NR5

Bulan	SAIDI (jam/plg)	SAIFI (kali/plg)	CAIDI (jam/kali)
Januari	0.0309	0.0101	3.0500
Pebruari	0.0527	0.0203	2.6000
Maret	0.0490	0.0202	2.4250
April	0.0275	0.0101	2.7200
Mei	0.0718	0.0404	1.7800
Juni	0.1202	0.0607	1.9817
Juli	0.0901	0.0505	1.7840
Agustus	0.0919	0.0506	1.8160
September	0.1493	0.0810	1.8438
Oktober	0.1297	0.0712	1.8214
Nopember	0.0474	0.0204	2.3250
Desember	0.0209	0.0102	2.0500
Total	0.8815	0.4456	26.1968

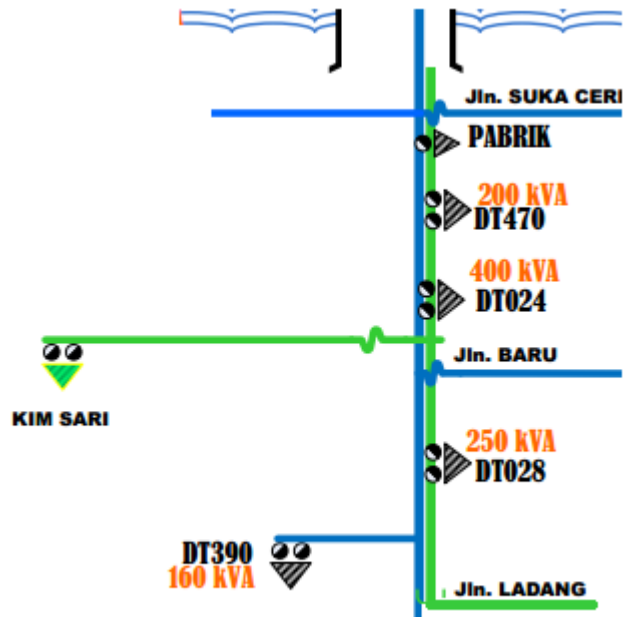
Sumber: Penulis, 2019

Dari tabel 4.7 di atas terlihat bahwa, indeks keandalan penyulang NR5 untuk satu tahun dalam baris total diperoleh bahwa SAIDI = 0,8817 jam/plg atau 52,92 menit/plg. Sementara itu, nilai SAIFI diperoleh 0.4457 kali/plg dan nilai CAIDI = 26,1968 jam/kali.

4.3 Penyulang TN4

Penyulang ini disuplai dari Gardu Induk Titi Kuning. Penyulang ini merupakan penyulang dengan jaringan yang paling pendek dan jumlah pelanggan yang paling sedikit. Penyulang ini didominasi dengan pelanggan industri yang membutuhkan suplai energi listrik yang lebih banyak dibandingkan pelanggan rumah tangga. Gangguan di penyulang ini juga jarang terjadi yang dipengaruhi oleh sektor industri tersebut.

Penyulang TN4 meliputi daerah industri KIM Sari dan Jl. Ladang. Berikut gambar 4.3 jaringan penyulang TN4. Jaringan penyulang TN4 ditunjukkan oleh warna hijau pada gambar tersebut.



Gambar 4. 3 Jaringan Penyulang TN4

Sumber: Single Line Diagram Penyulang 20 KV Rayon Delitua, 2018

Gangguan yang terjadi pada penyulang TN4 selama setahun ditunjukkan pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 8 Gangguan Penyulang TN4

Bulan	Ni (plg)	Nt (plg)	f (kali)	t (jam)
Januari	120	64873	0	0
Pebruari	127	65164	1	0.05
Maret	132	65548	0	0
April	140	65780	0	0
Mei	140	66018	0	0
Juni	149	66200	0	0
Juli	152	66505	2	3.01
Agustus	152	66789	0	0
September	152	67098	1	2.93
Oktober	154	67435	0	0
November	154	67809	0	0
Desember	154	68126	0	0
Total	1726	797345	4	5.99

Sumber: Rekap Laporan Yantek, 2018

Keterangan: Ni = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan

Nt = Jumlah pelanggan keseluruhan

f = Jumlah gangguan

t = Lama gangguan

Dengan menggunakan Matlab, maka laju kegagalan dan durasi kegagalan untuk penyulang TN4 dapat dihitung.

Berikut cuplikan pemrograman pada Matlab untuk menghitung laju kegagalan dan rata-rata durasi kegagalan penyulang TN4.

```
>> %---Menghitung laju kegagalan dan durasi kegagalan TN4---
```

```
>>
```

```
>> f = [0 1 0 0 0 0 2 0 1 0 0 0]; % inialisasi jumlah gangguan
```

```
>> t = [0 0.05 0 0 0 0 3.01 0 2.93 0 0 0]; % inialisasi lama gangguan
```

```
>> T = 30; % selang waktu pengamatan 30 hari
```

>> $N_i = [120 \ 127 \ 132 \ 140 \ 140 \ 149 \ 152 \ 152 \ 152 \ 154 \ 154 \ 154];$ % inisialisasi jumlah pelanggan penyulang

>> $N_t = [64873 \ 65164 \ 65548 \ 65780 \ 66018 \ 66200 \ 66505 \ 66789 \ 67098 \ 67435 \ 67809 \ 68126];$ % inisialisasi total pelanggan sistem

>>

>> $Laju = f/T$

$Laju = 0 \ 0.0333 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.0667 \ 0 \ 0.0333 \ 0 \ 0 \ 0$

>> $Durasi = t/T$

$Durasi = 0 \ 0.0017 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.1003 \ 0 \ 0.0977 \ 0 \ 0 \ 0$

Hasil perhitungan laju kegagalan dan durasi kegagalan penyulang TN4 disajikan pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4. 9 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang TN4

Bulan	λ (kali/bln)	U (jam/bln)
Januari	0.0000	0.0000
Pebruari	0.0333	0.0017
Maret	0.0000	0.0000
April	0.0000	0.0000
Mei	0.0000	0.0000
Juni	0.0000	0.0000
Juli	0.0667	0.1003
Agustus	0.0000	0.0000
September	0.0333	0.0977
Oktober	0.0000	0.0000
Nopember	0.0000	0.0000
Desember	0.0000	0.0000

Sumber: Penulis, 2019

Keterangan: λ = Laju kegagalan

U = Durasi kegagalan

Setelah laju kegagalan dan durasi kegagalan diperoleh, maka indeks keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI dapat dihitung dengan menggunakan Matlab.

Berikut cuplikan pemrogramannya

```
>> SAIDI = (Durasi.*Ni)./Nt
```

```
SAIDI = 1.0e-003 *    0 0.0032    0    0    0    0 0.2293    0 0.2212
           0    0    0
```

```
>> Total1 = sum(SAIDI)
```

```
Total1 = 4.5381e-004
```

```
>> SAIFI = (laju.*Ni)./Nt
```

```
SAIFI = 1.0e-003 *    0 0.0650    0    0    0    0 0.1524    0 0.0755
           0    0    0
```

```
>> Total2 = sum(SAIFI)
```

```
Total2 = 2.9285e-004
```

```
>> CAIDI = SAIDI./SAIFI
```

```
CAIDI = NaN 0.0500    NaN    NaN    NaN    NaN 1.5050    NaN 2.9300
NaN    NaN    NaN
```

```
>> Total3 = sum(CAIDI)
```

```
Total3 = NaN
```

Hasil perhitungan indeks keandalan untuk penyulang TN4 pada tabel 4.10. Dalam hal nilai SAIDI dan SAIFI yaitu 0 maka nilai CAIDI juga dianggap 0 karena tidak ada gangguan selama selang waktu pengamatan.

Tabel 4. 10 Indeks Keandalan Penyulang TN4

Bulan	SAIDI (jam/plg) 1×10^{-3}	SAIFI (kali/plg) 1×10^{-3}	CAIDI (jam/kali)
Januari	0.0000	0.0000	0.0000
Pebruari	0.0032	0.0650	0.0500
Maret	0.0000	0.0000	0.0000
April	0.0000	0.0000	0.0000
Mei	0.0000	0.0000	0.0000
Juni	0.0000	0.0000	0.0000
Juli	0.2293	0.1524	1.5050
Agustus	0.0000	0.0000	0.0000
September	0.2212	0.0755	2.9300
Oktober	0.0000	0.0000	0.0000
Nopember	0.0000	0.0000	0.0000
Desember	0.0000	0.0000	0.0000
Total	0.4538	0.2985	4.4850

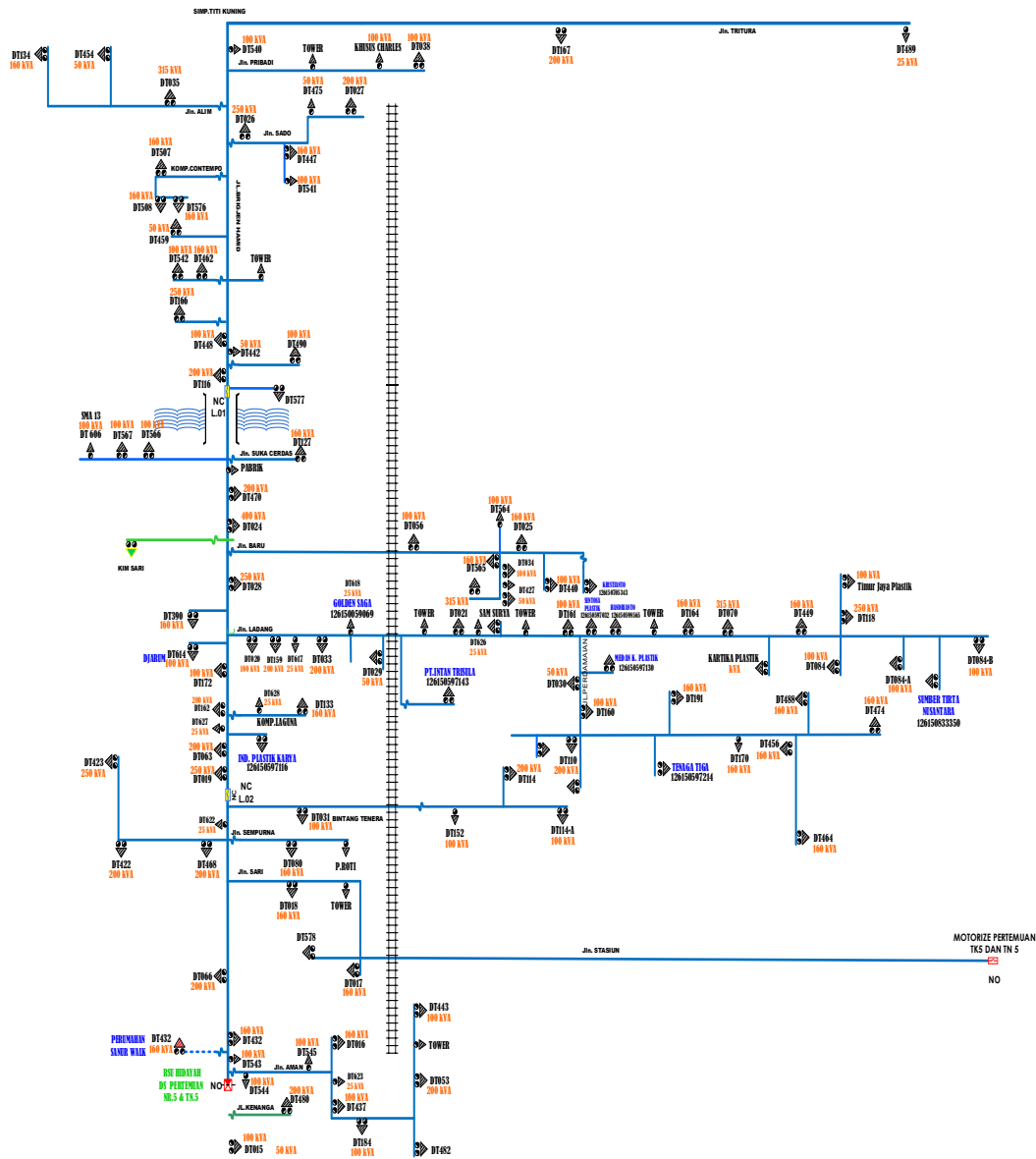
Sumber: Penulis, 2019

Dari tabel terlihat bahwa, indeks keandalan penyulang TN4 untuk satu tahun dalam baris total diperoleh bahwa SAIDI = 0.4538×10^{-3} jam/plg atau 0.027 menit/plg. Sementara itu, nilai SAIFI diperoleh 0.2985×10^{-3} kali/plg dan nilai CAIDI = 4,4850 jam/kali. Bila melihat dari nilai indeks keandalan tersebut, sudah dapat dipastikan penyulang TN4 tergolong andal.

4.4 Penyulang TN5

Penyulang TN5 ini disuplai dari Gardu Induk Titi Kuning. Penyulang ini melayani pelanggan yang didominasi dengan pelanggan tarif Rumah Tangga. Daerah yang dilayani penyulang meliputi daerah B. Zein Hamid, Berlian Sari, Sempurna, Aman, dan Stasiun.

Berikut gambar jaringan penyulang TN5



Gambar 4. 4 Jaringan Penyulang TN5
 Sumber: Single Line Diagram Penyulang 20 KV Rayon Delitua, 2018

Gangguan yang terjadi pada penyulang TN5 selama setahun ditunjukkan pada tabel 4.11 berikut.

Tabel 4. 11 Gangguan Penyulang TN5

Bulan	Ni (plg)	Nt (plg)	f (kali)	t (jam)
Januari	10284	64873	0	0
Pebruari	10374	65164	2	4.55
Maret	10424	65548	2	5.43
April	10491	65780	1	2.42
Mei	10581	66018	2	4.86
Juni	10629	66200	4	7.37
Juli	10745	66505	3	6.97
Agustus	10790	66789	5	10.93
September	10785	67098	7	13.14
Oktober	10785	67435	5	9.53
November	10831	67809	2	5.85
Desember	10883	68126	1	1.03
Total	127602	797345	34	72.08

Sumber: Rekap Laporan Yantek, 2018

Keterangan: Ni = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan

Nt = Jumlah pelanggan keseluruhan

f = Jumlah gangguan

t = Lama gangguan

Dengan menggunakan Matlab, maka laju kegagalan dan durasi kegagalan untuk penyulang TN5 dapat dihitung menggunakan cuplikan pemrograman berikut dan hasil perhitungannya pada tabel 4.12.

```
>> %---Menghitung laju kegagalan dan durasi kegagalan TN5---
```

```
>>
```

```
>> f = [0 2 2 1 2 4 3 5 7 5 2 1]; % inialisasi jumlah gangguan
```

```
>> t = [0 4.55 5.43 2.42 4.86 7.37 6.97 10.93 13.14 9.53 5.85 1.03]; % inialisasi lama gangguan
```

```
>> T = 30; % selang waktu pengamatan 30 hari
```

```

>> Ni = [10284 10374 10424 10491 10581 10629 10745 10790 10785 10785 10831 10883]; %
inialisasi jumlah pelanggan penyulang

>> Nt = [64873 65164 65548 65780 66018 66200 66505 66789 67098 67435 67809 68126]; %
inialisasi total pelanggan sistem

>>

>> Laju = f/T

Laju = 0 0.0667 0.0667 0.0333 0.0667 0.1333 0.1000 0.1667 0.2333
0.1667 0.0667 0.0333

>> Durasi = t/T

Durasi = 0 0.1517 0.1810 0.0807 0.1620 0.2457 0.2323 0.3643 0.4380
0.3177 0.1950 0.0343

```

Tabel 4. 12 Laju Kegagalan Dan Durasi Kegagalan Penyulang TN5

Bulan	λ (kali/bln)	U (jam/bln)
Januari	0.0000	0.0000
Pebruari	0.0667	0.1517
Maret	0.0667	0.1810
April	0.0333	0.0807
Mei	0.0667	0.1620
Juni	0.1333	0.2457
Juli	0.1000	0.2323
Agustus	0.1667	0.3643
September	0.2333	0.4380
Oktober	0.1667	0.3177
Nopember	0.0667	0.1950
Desember	0.0333	0.0343

Sumber: Penulis, 2019

Keterangan: λ = Laju kegagalan

U = Durasi kegagalan

Setelah laju kegagalan dan durasi kegagalan diperoleh, maka indeks keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI dapat dihitung menggunakan Matlab dengan cuplikan pemrograman berikut.

```
>> SAIDI = (Durasi.*Ni)./Nt
```

```
SAIDI = 0 0.0241 0.0288 0.0129 0.0260 0.0394 0.0375 0.0589 0.0704
0.0508 0.0311 0.0055
```

```
>> Total1 = sum(SAIDI)
```

```
Total1 = 0.3854
```

```
>> SAIFI = (laju.*Ni)./Nt
```

```
SAIFI = 0 0.0106 0.0106 0.0053 0.0107 0.0214 0.0162 0.0269 0.0375
0.0267 0.0106 0.0053
```

```
>> Total2 = sum(SAIFI)
```

```
Total2 = 0.1818
```

```
>> CAIDI = SAIDI./SAIFI
```

```
CAIDI = NaN 2.2750 2.7150 2.4200 2.4300 1.8425 2.3233 2.1860 1.8771
1.9060 2.9250 1.0300
```

```
>> Total3 = sum(CAIDI)
```

```
Total3 = NaN
```

Berikut hasil perhitungan indeks keandalan untuk penyulang TN5. Dalam hal nilai SAIDI dan SAIFI yaitu 0, maka nilai CAIDI juga 0 karena tidak ada gangguan/kegagalan yang terjadi.

Tabel 4. 13 Indeks Keandalan Penyulang TN5

Bulan	SAIDI (jam/plg)	SAIFI (kali/plg)	CAIDI (jam/kali)
Januari	0.0000	0.0000	0.0000
Pebruari	0.0241	0.0106	2.2750
Maret	0.0288	0.0106	2.7150
April	0.0129	0.0053	2.4200
Mei	0.0260	0.0107	2.4300
Juni	0.0394	0.0214	1.8425
Juli	0.0375	0.0162	2.3233
Agustus	0.0589	0.0269	2.1860
September	0.0704	0.0375	1.8771
Oktober	0.0508	0.0267	1.9060
Nopember	0.0311	0.0106	2.9250
Desember	0.0055	0.0053	1.0300
Total	0.3854	0.1818	23.9300

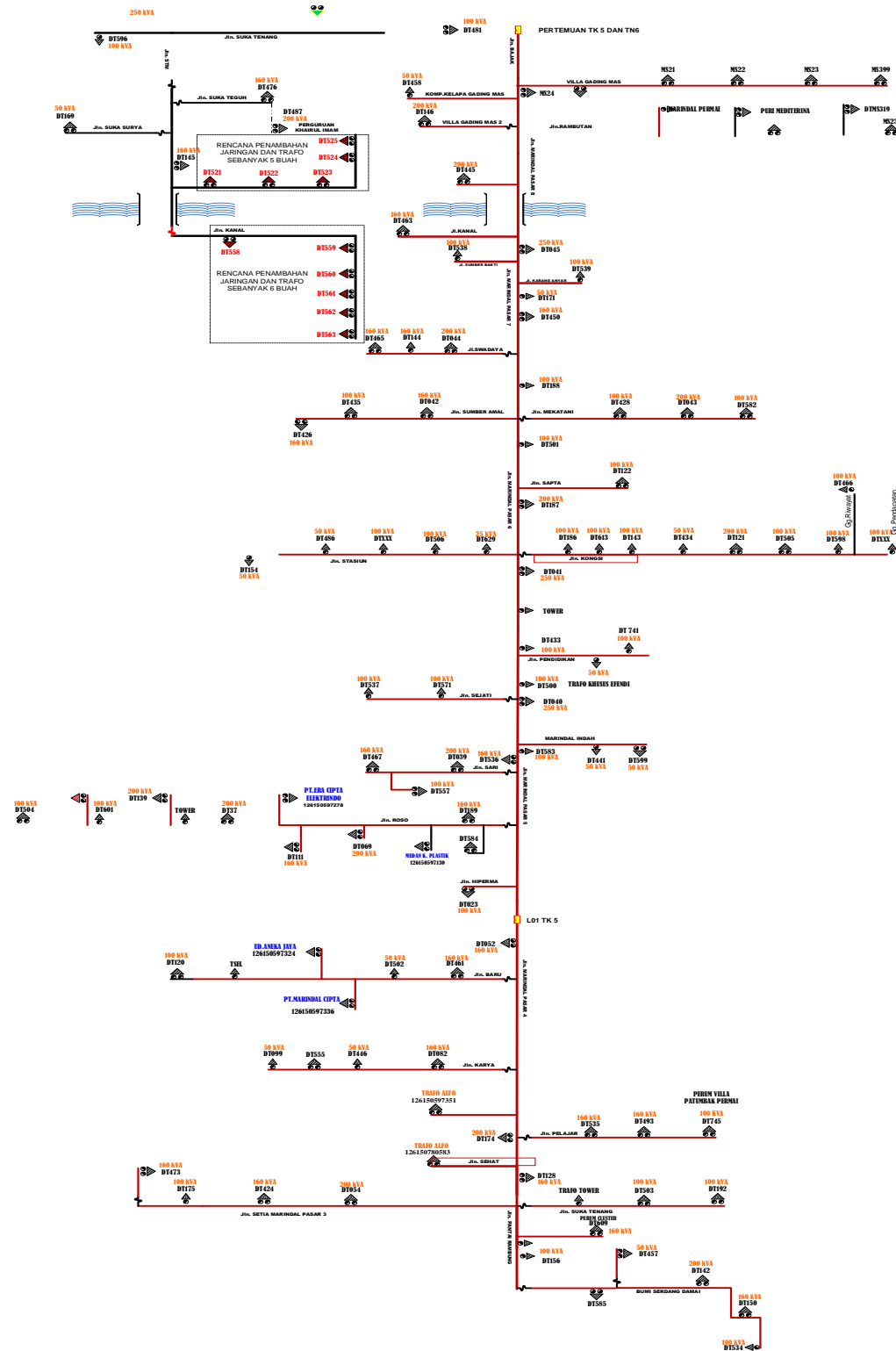
Sumber: Penulis, 2019

Dari tabel terlihat bahwa, indeks keandalan penyulang TN5 untuk satu tahun dalam baris total diperoleh bahwa SAIDI = 0,3854 jam/plg atau 23,10 menit/plg Sementara itu, nilai SAIFI diperoleh 0,1818 kali/plg dan nilai CAIDI = 23,930 jam/kali.

4.5 Penyulang TK5

Penyulang ini disuplai dari Gardu Induk Titi Kuning. Penyulang ini masih tergolong baru dan awalnya menyatu dengan penyulang TN6. Namun beban pada penyulang 6 sudah melebihi, maka penyulang TN6 dipecah sehingga terbentuk penyulang TK5. Penyulang ini meliputi daerah Marendal, Roso, Mekatani, Sumber Amal, Kongsu, Suka Tenang, hingga Komplek Bumi Serdang Damai.

Berikut gambar jaringan penyulang TK5



Gambar 4. 5 Jaringan Penyulang TK5

Sumber: Single Line Diagram Penyulang 20 KV Rayon Delitua, 2018

Gangguan yang terjadi pada penyulang TK5 selama setahun ditunjukkan pada tabel 4.14 berikut.

Tabel 4. 14 Gangguan Penyulang TK5

Bulan	Ni (plg)	Nt (plg)	f (kali)	t (jam)
Januari	16048	64873	1	2.55
Pebruari	16126	65164	3	5.17
Maret	16281	65548	4	6.23
April	16328	65780	6	8.62
Mei	16376	66018	3	4.37
Juni	16377	66200	5	7.78
Juli	16447	66505	1	3.36
Agustus	16512	66789	6	10.05
September	16705	67098	4	7.86
Oktober	16818	67435	7	13.82
November	16898	67809	5	7.82
Desember	16978	68126	2	2.25
Total	197894	797345	47	79.88

Sumber: Rekap Laporan Yantek, 2018

Keterangan: Ni = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan

Nt = Jumlah pelanggan keseluruhan

f = Jumlah gangguan

t = Lama gangguan

Dengan menggunakan cuplikan pemrograman Matlab berikut, maka laju kegagalan dan durasi kegagalan untuk penyulang TK5 dapat dihitung.

```
>> %---Menghitung laju kegagalan dan durasi kegagalan TN5---
```

```
>>
```

```
>> f = [1 3 4 6 3 5 1 6 4 7 5 2]; % inialisasi jumlah gangguan
```

```
>> t = [2.55 5.17 6.23 8.62 4.37 7.78 3.36 10.05 7.86 13.82 7.82 2.25]; % inialisasi lama gangguan
```

```
>> T = 30; % selang waktu pengamatan 30 hari
```

>> $N_i = [16048 \ 16126 \ 16281 \ 16328 \ 16376 \ 16377 \ 16447 \ 16512 \ 16705 \ 16818 \ 16898 \ 16978];$ %

inisialisasi jumlah pelanggan penyulang

>> $N_t = [64873 \ 65164 \ 65548 \ 65780 \ 66018 \ 66200 \ 66505 \ 66789 \ 67098 \ 67435 \ 67809 \ 68126];$ %

inisialisasi total pelanggan sistem

>>

>> $Laju = f/T$

$Laju = 0.0333 \ 0.1000 \ 0.1333 \ 0.2000 \ 0.1000 \ 0.1667 \ 0.0333 \ 0.2000 \ 0.1333$
 $0.2333 \ 0.1667 \ 0.0667$

>> $Durasi = t/T$

$Durasi = 0.0850 \ 0.1723 \ 0.2077 \ 0.2873 \ 0.1457 \ 0.2593 \ 0.1120 \ 0.3350 \ 0.2620$
 $0.4607 \ 0.2607 \ 0.0750$

Tabel 4. 15 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang TK5

Bulan	λ (kali/bln)	U (jam/bln)
Januari	0.0333	0.0850
Pebruari	0.1000	0.1723
Maret	0.1333	0.2077
April	0.2000	0.2873
Mei	0.1000	0.1457
Juni	0.1667	0.2593
Juli	0.0333	0.1120
Agustus	0.2000	0.3350
September	0.1333	0.2620
Oktober	0.2333	0.4607
Nopember	0.1667	0.2607
Desember	0.0667	0.0750

Sumber: Penulis, 2019

Keterangan: λ = Laju kegagalan

U = Durasi kegagalan

Setelah laju kegagalan dan durasi kegagalan diperoleh, maka indeks keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI dapat dihitung dengan menggunakan Matlab.

```
>> SAIDI = (Durasi.*Ni)./Nt
```

```
SAIDI = 0.0210 0.0426 0.0516 0.0713 0.0361 0.0642 0.0277 0.0828 0.0652
0.1149 0.0650 0.0187
```

```
>> Total1 = sum(SAIDI)
```

```
Total1 = 0.6612
```

```
>> SAIFI = (laju.*Ni)./Nt
```

```
SAIFI = 0.0082 0.0247 0.0331 0.0496 0.0248 0.0412 0.0082 0.0494 0.0332
0.0582 0.0415 0.0166
```

```
>> Total2 = sum(SAIFI)
```

```
Total2 = 0.3890
```

```
>> CAIDI = SAIDI./SAIFI
```

```
CAIDI = 2.5500 1.7233 1.5575 1.4367 1.4567 1.5560 3.3600 1.6750 1.9650
1.9743 1.5640 1.1250
```

```
>> Total3 = sum(CAIDI)
```

```
Total3 = 21.9435
```

Berikut hasil perhitungan indeks keandalan untuk penyulang TK5 ditampilkan pada tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Indeks Keandalan Penyulang TK5

Bulan	SAIDI (jam/plg)	SAIFI (kali/plg)	CAIDI (jam/kali)
Januari	0.0210	0.0082	2.5500
Pebruari	0.0426	0.0247	1.7233
Maret	0.0516	0.0331	1.5575
April	0.0713	0.0496	1.4367
Mei	0.0361	0.0248	1.4567
Juni	0.0642	0.0412	1.5560
Juli	0.0277	0.0082	3.3600
Agustus	0.0828	0.0494	1.6750
September	0.0652	0.0332	1.9650
Oktober	0.1149	0.0582	1.9743
Nopember	0.0650	0.0415	1.5640
Desember	0.0187	0.0166	1.1250
Total	0.6612	0.3890	21.9435

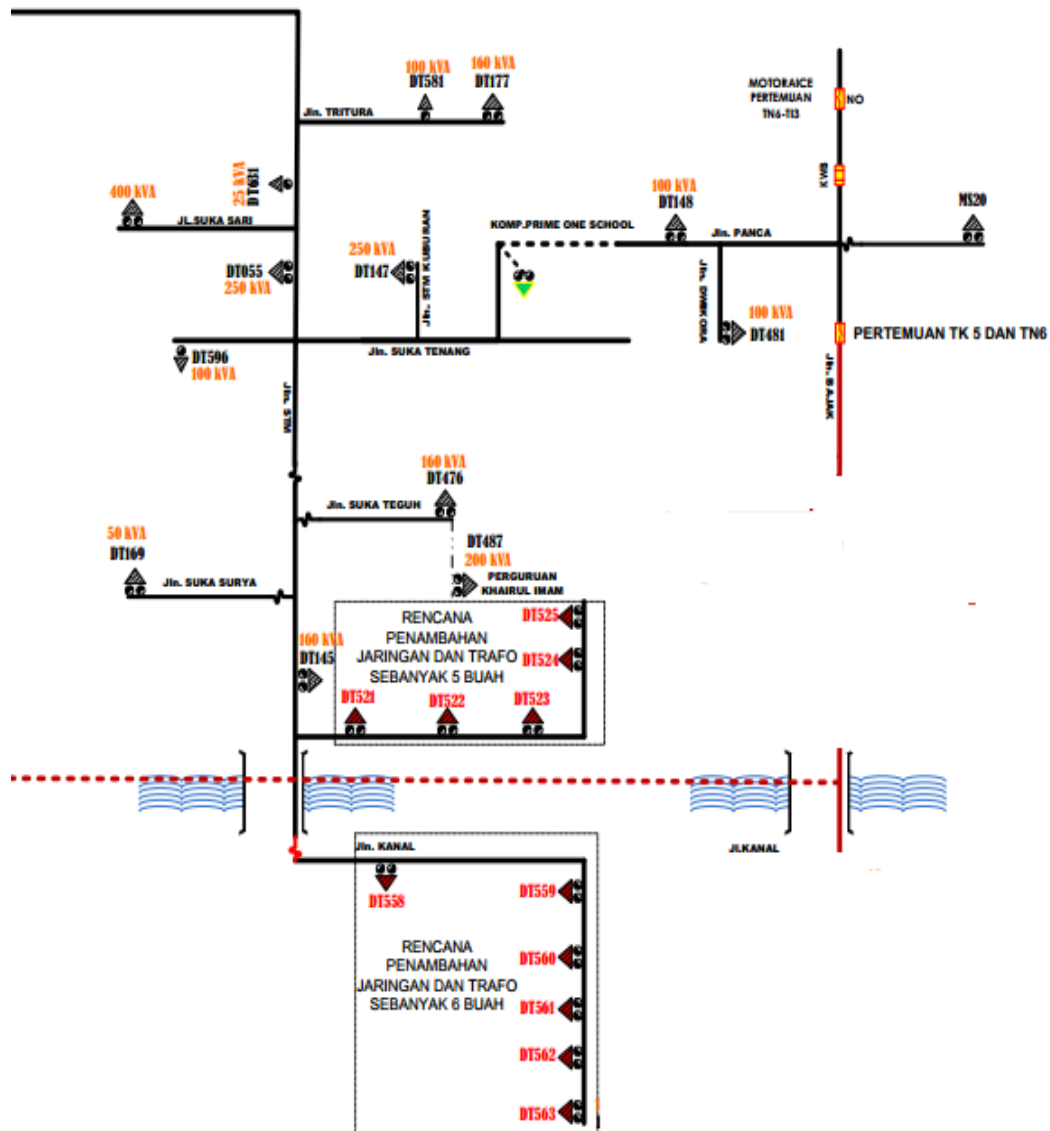
Sumber: Penulis, 2019

Dari tabel terlihat bahwa, indeks keandalan penyulang TK5 untuk satu tahun dalam baris total diperoleh bahwa SAIDI = 0,6612 jam/plg atau 39,60 menit/plg Sementara itu, nilai SAIFI diperoleh 0,389 kali/plg dan nilai CAIDI = 21,943 jam/kali.

4.6 Penyulang TN6

Penyulang TN6 ini disuplai dari Gardu Induk Titi Kuning. Penyulang TN6 meliputi daerah Tritura dan STM. Penyulang ini memiliki jaringan terpendek kedua setelah TN4. Beban paling besar pada penyulang ini yaitu Prime One School. Awalnya penyulang ini juga membebani hingga daerah Marendal, namun setelah penyulang TK5 ada, beban penyulang ini berkurang.

Berikut gambar jaringan penyulang TN6



Gambar 4. 6 Jaringan Penyulang TN6

Sumber: Single Line Diagram Penyulang 20 KV Rayon Delitua, 2018

Gangguan yang terjadi pada penyulang TN6 selama setahun ditunjukkan pada tabel 4.17 berikut.

Tabel 4. 17 Gangguan Penyulang TN6

Bulan	Ni (plg)	Nt (plg)	f (kali)	t (jam)
Januari	6227	64873	1	1.75
Pebruari	6227	65164	0	0
Maret	6242	65548	3	5.83
April	6282	65780	1	0.1
Mei	6282	66018	2	2.58
Juni	6282	66200	1	0.87
Juli	6308	66505	2	3.75
Agustus	6326	66789	4	8.11
September	6333	67098	2	5.86
Oktober	6341	67435	2	4.05
November	6388	67809	1	2.05
Desember	6415	68126	1	0.33
Total	75653	797345	20	35.28

Sumber: Rekap laporan Yantek, 2018

Keterangan: Ni = Jumlah pelanggan yang mengalami gangguan

Nt = Jumlah pelanggan keseluruhan

f = Jumlah gangguan

t = Lama gangguan

Dengan menggunakan Matlab, maka laju kegagalan dan durasi kegagalan untuk penyulang TN6 dapat dihitung. Hasil perhitungannya pada Tabel 4.18.

```
>> %---Menghitung laju kegagalan dan durasi kegagalan TN5---
```

```
>>
```

```
>> f = [1 0 3 1 2 1 2 4 2 2 1 1]; % inisialisasi jumlah gangguan
```

```
>> t = [1.75 0 5.83 0.1 2.58 0.87 3.75 8.11 5.86 4.05 2.05 0.33]; % inisialisasi lama gangguan
```

```
>> T = 30; % selang waktu pengamatan 30 hari
```

```
>> Ni = [6227 6227 6242 6282 6282 6282 6308 6326 6333 6341 6388 6415]; % inisialisasi  
jumlah pelanggan penyulang
```

>> $Nt = [64873 \ 65164 \ 65548 \ 65780 \ 66018 \ 66200 \ 66505 \ 66789 \ 67098 \ 67435 \ 67809 \ 68126];$ %
inisialisasi total pelanggan sistem

>>

>> $Laju = f/T$

$Laju =$ 0.0333 0 0.1000 0.0333 0.0667 0.0333 0.0667 0.1333 0.0667
0.0667 0.0333 0.0333

>> $Durasi = t/T$

$Durasi =$ 0.0583 0 0.1943 0.0033 0.0860 0.0290 0.1250 0.2703 0.1953
0.1350 0.0683 0.0110

Tabel 4. 18 Laju Kegagalan dan Durasi Kegagalan Penyulang TN6

Bulan	λ (kali/bln)	U (jam/bln)
Januari	0.0333	0.0583
Pebruari	0.0000	0.0000
Maret	0.1000	0.1943
April	0.0333	0.0033
Mei	0.0667	0.0860
Juni	0.0333	0.0290
Juli	0.0667	0.1250
Agustus	0.1333	0.2703
September	0.0667	0.1953
Oktober	0.0667	0.1350
Nopember	0.0333	0.0683
Desember	0.0333	0.0110

Sumber: Penulis, 2019

Keterangan: λ = Laju kegagalan

U = Durasi kegagalan

Setelah laju kegagalan dan durasi kegagalan diperoleh, maka indeks keandalan SAIDI, SAIFI dan CAIDI dapat dihitung dengan menggunakan Matlab.

```
>> SAIDI = (Durasi.*Ni)./Nt
```

```
SAIDI = 0.0056    0 0.0185 0.0003 0.0082 0.0028 0.0119 0.0256 0.0184
0.0127 0.0064 0.0010
```

```
>> Total1 = sum(SAIDI)
```

```
Total1 = 0.1114
```

```
>> SAIFI = (laju.*Ni)./Nt
```

```
SAIFI = 0.0032    0 0.0095 0.0032 0.0063 0.0032 0.0063 0.0126 0.0063
0.0063 0.0031 0.0031
```

```
>> Total2 = sum(SAIFI)
```

```
Total2 = 0.0632
```

```
>> CAIDI = SAIDI./SAIFI
```

```
CAIDI = 1.7500 NaN 1.9433 0.1000 1.2900 0.8700 1.8750 2.0275 2.9300
2.0250 2.0500 0.3300
```

```
>> Total3 = sum(CAIDI)
```

```
Total3 = NaN
```

Berikut hasil perhitungan indeks keandalan untuk penyulang TN6 ditampilkan pada tabel 4.19. Dalam hal nilai SAIDI dan SAIFI sama dengan 0, maka nilai CAIDI juga 0.

Tabel 4. 19 Indeks Keandalan Penyulang TN6

Bulan	SAIDI (jam/plg)	SAIFI (kali/plg)	CAIDI (jam/kali)
Januari	0.0056	0.0032	1.7500
Pebruari	0.0000	0.0000	0.0000
Maret	0.0185	0.0095	1.9433
April	0.0003	0.0032	0.1000
Mei	0.0082	0.0063	1.2900
Juni	0.0028	0.0032	0.8700
Juli	0.0119	0.0063	1.8750
Agustus	0.0256	0.0126	2.0275
September	0.0184	0.0063	2.9300
Oktober	0.0127	0.0063	2.0250
Nopember	0.0064	0.0031	2.0500
Desember	0.0010	0.0031	0.3300
Total	0.1114	0.0632	17.1908

Sumber: Penulis, 2019

Dari tabel terlihat bahwa, indeks keandalan penyulang TN6 untuk satu tahun dalam baris total diperoleh bahwa SAIDI = 0,1114 jam/plg atau 6,66 menit/plg. Sementara itu, nilai SAIFI diperoleh 0,0632 kali/plg dan nilai CAIDI = 17,1908 jam/kali. Maka dapat diketahui penyulang mana yang paling andal melalui data akumulasi indeks keandalan tiap penyulang dalam satu tahun pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4. 20 Indeks Keandalan Tiap Penyulang dalam Satu Tahun

Penyulang	SAIDI (jam/plg)	SAIFI (kali/plg)	CAIDI (jam/kali)
NR2	0.6654	0.3499	23.7646
NR5	0.8817	0.4457	26.1968
TN4	0.4538×10^{-3}	0.2985×10^{-3}	4.4850
TN5	0.3854	0.1818	23.9300
TK5	0.6612	0.3890	21.9435
TN6	0.1114	0.0632	17.1908

Sumber: Penulis, 2019

Tabel 4.20 menunjukkan dalam kurun satu tahun yaitu tahun 2018 bahwa penyulang NR5 menjadi penyulang dengan nilai indeks keandalan terbesar, yaitu SAIDI 0,882 jam/plg atau 52,92 menit/plg dan nilai SAIFI 0,446 kali/plg. Meskipun penyulang NR2 memiliki jumlah gangguan terbanyak, namun indeks keandalannya masih berada di bawah indeks keandalan penyulang NR5. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah pelanggan yang dilayani NR5 jauh lebih banyak dibandingkan dengan NR2.

Indeks keandalan yang paling kecil atau yang paling andal yaitu penyulang TN4. Hal ini sudah dapat diketahui mengingat jumlah gangguannya yang sangat sedikit, dan juga pelanggan yang dilayani berada pada tarif industri dan bisnis.

Sementara itu, untuk nilai total indeks keandalan jaringan distribusi 20 KV Rayon Delitua dapat diketahui dengan data pada tabel 4.21 berikut.

Tabel 4. 21 Total Indeks Keandalan Jaringan Distribusi Rayon Delitua 2018

Bulan	SAIDI (jam/plg)	SAIFI (kali/plg)	CAIDI (jam/kali)
Januari	0.0855	0.0344	9.5350
Pebruari	0.1575	0.0749	8.6317
Maret	0.1980	0.0991	10.5958
April	0.1653	0.0938	8.7642
Mei	0.1754	0.1014	8.6933
Juni	0.3072	0.1712	8.0545
Juli	0.2564	0.1323	12.5948
Agustus	0.3675	0.2031	9.4095
September	0.3871	0.2024	13.4288
Oktober	0.3626	0.1876	9.8842
November	0.1868	0.0883	11.7940
Desember	0.0561	0.0416	6.1250
Total	2.7055	1.4299	117.5108

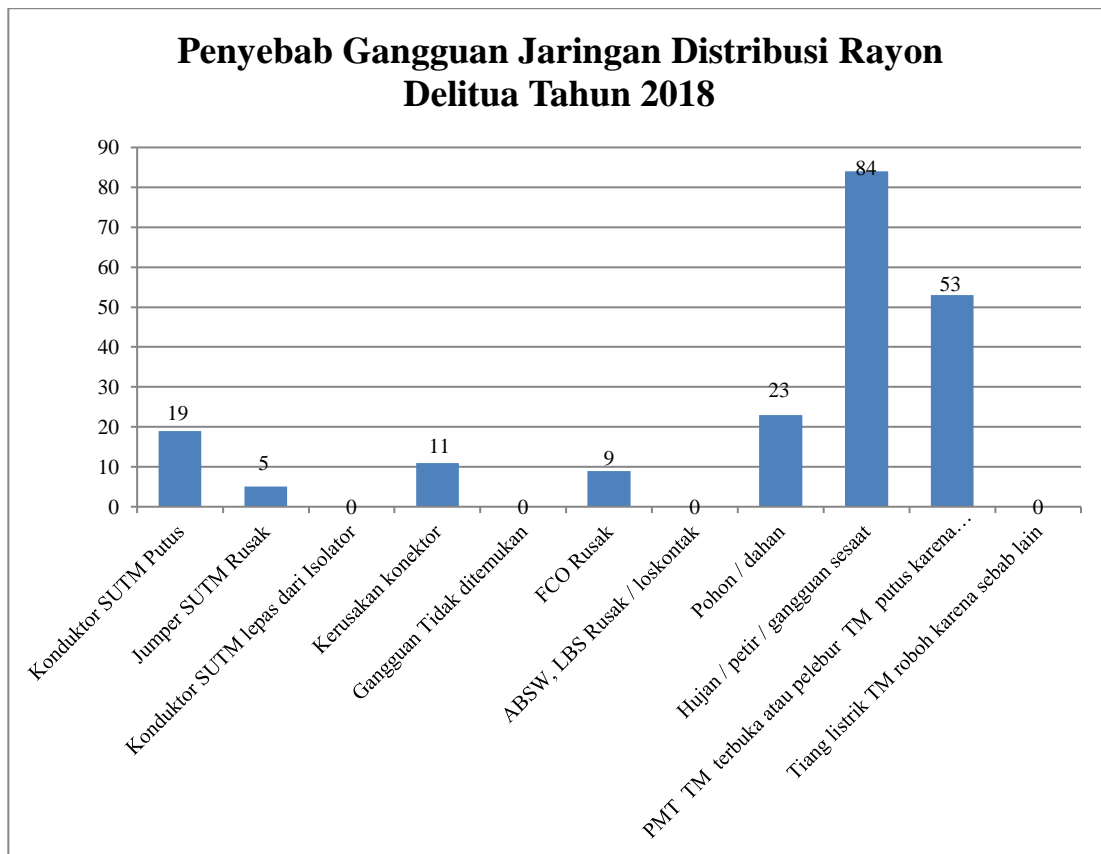
Sumber: Penulis, 2019

Dari total indeks keandalan yang telah dihitung, diperoleh total SAIDI Rayon Delitua selama tahun 2018 yaitu 2,7055 jam/plg atau 162,331 menit/plg. Dan nilai SAIFI yaitu 1,429 kali/plg. Sementara itu, nilai CAIDI yaitu 117.5108 jam/kali. Bila dibandingkan dengan target yang diberikan PLN Area Pakam Rayon Delitua yaitu SAIDI 185,64 menit/plg atau 3,094 jam/plg, nilai SAIFI 1,31 kali/plg dan nilai CAIDI 141,71 menit/kali dalam kurun satu tahun, maka dapat disimpulkan dari sisi frekuensi gangguan yang terjadi Rayon Delitua tergolong belum andal. Namun untuk waktu penanganan (SAIDI) berada dalam rentang yang diijinkan.

Bila dibandingkan dengan SPLN No. 59 Tahun 1985 dengan frekuensi pemadaman rata-rata yakni = 3,21 kali/tahun dan lama pemadamannya = 21.094 jam/tahun maka Rayon Delitua tergolong andal.

4.7 Penyebab Gangguan Jaringan Distribusi Rayon Delitua 2018

Total gangguan jaringan distribusi Rayon Delitua sepanjang tahun 2018 yaitu sebanyak 204 kali. Setiap gangguan yang terjadi sudah pasti ada penyebabnya. Penyebab dari gangguan yang terjadi tersebut dapat diketahui berdasarkan gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 7 Penyebab Gangguan Jaringan Distribusi Delitua 2018

Sumber: Rekap Laporan Yantek, 2018

Dari grafik dapat diketahui bahwa penyebab gangguan yang paling banyak disebabkan oleh gangguan saat hujan atau petir dan gangguan sesaat.

4.8 Upaya Perbaikan Keandalan Penyulang Rayon Delitua

Dari hasil perhitungan indeks keandalan yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa secara keseluruhan jaringan distribusi Rayon Delitua belum andal. Upaya perbaikan atau peningkatan keandalan jaringan distribusi sendiri dapat dilakukan dengan mengurangi frekuensi terjadinya gangguan dan mengurangi durasi terjadinya gangguan tersebut. Melihat dari hasil indeks keandalan jaringan distribusi Rayon

Delitua bahwa untuk durasi terjadinya gangguan masih berada di bawah target yang ditetapkan PLN Area Pakam untuk Rayon Delitua. Namun, untuk frekuensi gangguannya sudah berada pada level hati-hati maka fokus peningkatan keandalannya sendiri yaitu pada frekuensi terjadinya gangguan.

Bulan Desember merupakan bulan yang dikhususkan untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi di Rayon Delitua. Hal ini juga dikarenakan siaga Tahun Baru yang difokuskan memberi pelayanan terbaik kepada pelanggan Rayon Delitua.

Upaya perbaikan yang telah dilakukan antara lain:

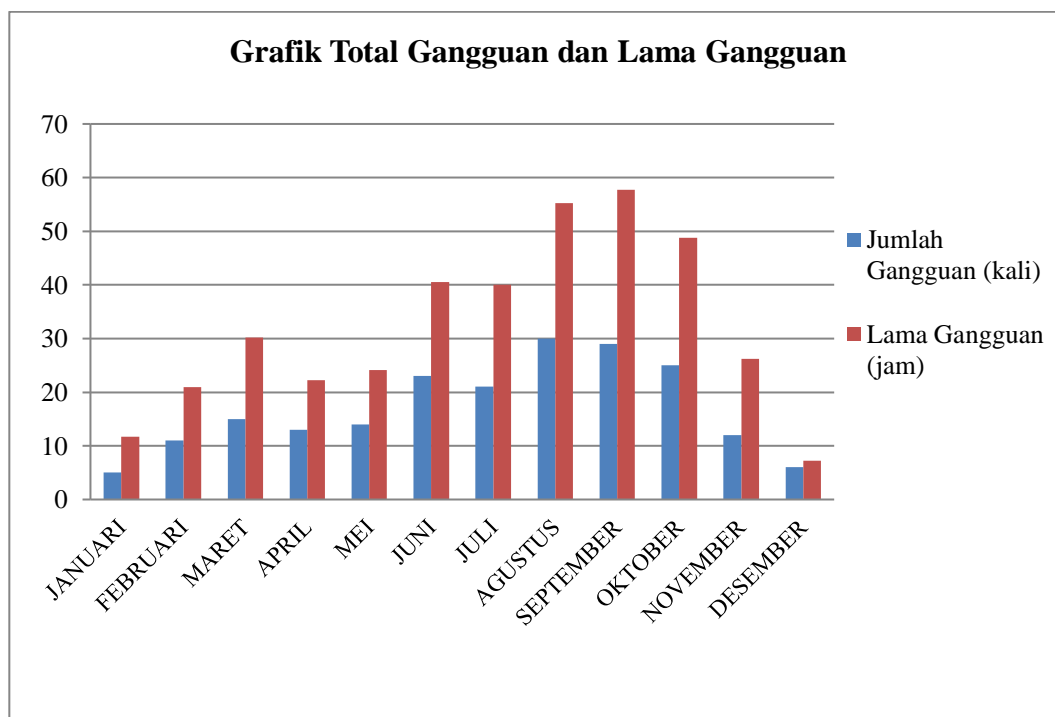
- a. Melakukan pemeliharaan terhadap komponen jaringan, trafo
- b. Memasang alat pengaman atau alat penangkal petir seperti *lightning arrester*
- c. Melakukan perampalan pohon
- d. Melakukan pemeliharaan secara bersamaan yaitu melibatkan petugas dari Kantor Jaga lainnya.

Setelah dilakukan beberapa upaya perbaikan keandalan jaringan distribusi tersebut, maka sebagai hasilnya dapat dilihat pada gangguan di bulan Desember yang menurun dari bulan-bulan sebelumnya, walau belum juga maksimal dari sisi indeks SAIFI-nya. Tabel 4.22 berikut menampilkan total jumlah gangguan dan lama gangguan Rayon Delitua tahun 2018.

Tabel 4. 22 Total Jumlah dan Lama Gangguan Rayon Delitua Tahun 2018

Bulan	Jumlah Gangguan (kali)	Lama Gangguan (jam)
Januari	5	11.72
Februari	11	20.92
Maret	15	30.16
April	13	22.21
Mei	14	24.14
Juni	23	40.54
Juli	21	39.99
Agustus	30	55.22
September	29	57.72
Oktober	25	48.78
November	12	26.23
Desember	6	7.25
Total	204	384.88

Sumber: Rekap Laporan Yantek, 2018

**Gambar 4. 8 Total Jumlah dan Lama Gangguan Rayon Delitua Tahun 2018**

Sumber: Penulis, 2019

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan diperoleh hasil penelitian terhadap keandalan jaringan distribusi Rayon Delitua, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Matlab, diperoleh nilai indeks keandalan jaringan distribusi Rayon Delitua selama tahun 2018 yaitu SAIDI 2,706 jam/plg atau 162,331 menit/plg, nilai SAIFI yaitu 1,429 kali/plg dan nilai CAIDI 117,5108 jam/kali.
- b. Dalam penelitian ini perhitungan terhadap indeks keandalan dilakukan dengan software Matlab.
- c. SAIDI Rayon Delitua selama tahun 2018 yaitu 2,706 jam/plg atau 162,331 menit/plg. Dan nilai SAIFI yaitu 1,429 kali/plg. Bila dibandingkan dengan target yang diberikan PLN Area Pakam Rayon Delitua yaitu SAIDI 185,64 menit/plg atau 3,094 jam/plg dan nilai SAIFI 1,31 kali/plg dalam kurun satu tahun, maka dapat disimpulkan dari sisi frekuensi gangguan yang terjadi Rayon Delitua tergolong belum andal. Namun untuk waktu penanganan (SAIDI) berada dalam rentang yang diijinkan.
- d. Bila dibandingkan dengan SPLN No. 59 Tahun 1985 dengan frekuensi pemadaman rata-rata yakni = 3,21 kali/tahun dan lama pemadamannya = 21.094 jam/tahun maka Rayon Delitua tergolong andal.

- e. Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi di Rayon Delitua seperti melakukan pemeliharaan terhadap komponen jaringan distribusi itu sendiri, memasang alat proteksi terutama dalam menangkal petir, melakukan perampalan pohon.

5.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode perhitungan yang lain untuk menghitung indeks keandalan jaringan distribusinya. Diharapkan juga untuk melakukan penelitian dengan membandingkan nilai indeks keandalan yang memenuhi standar yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badruddin. *Modul II Sistem Distribusi*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB.
- Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." Seminar Nasional Royal (SENAR). Vol. 1. No. 1. 2018.
- Fatoni, Achmad, Rony Seto Wibowo, & Adi Soeprijanto. (2016). *Jurnal Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 KV PT. PLN Rayon Lumajang Dengan Metode FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)*. Volume 5 No. 2 (2016). ISSNS:2337-3539 (2301-9271 Print). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Fitriani, W., Rahim, R., Oktaviana, B., & Siahaan, A. P. U. (2017). Vernam Encrypted Text in End of File Hiding Steganography Technique. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(7), 214-219.
- Hardinata, R. S. (2019). Audit Tata Kelola Teknologi Informasi menggunakan Cobit 5 (Studi Kasus: Universitas Pembangunan Panca Budi Medan). *Jurnal Teknik dan Informatika*, 6(1), 42-45.
- Herdianto, H. (2018). Perancangan Smart Home dengan Konsep Internet of Things (IoT) Berbasis Smartphone. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).
- Hendrawan, J., & Perwitasari, I. D. (2019). Aplikasi Pengenalan Pahlawan Nasional dan Pahlawan Revolusi Berbasis Android. *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 3(1), 34-40
- Husna, Jamilah, Zulfadli Pelawi, & Yusniati. (2018). *Jurnal Menentukan Indeks SAIDI dan SAIFI pada Saluran Udara Tegangan Menengah di PT. PLN Wilayah NAD Cabang Langsa*. Volume 14 No.1 (September 2018). ISSN: 2598-3814 (Online). ISSN: 1410-4520 (Cetak). Sumatera Utara: UISU
- Hutauruk, T.S. (1987). *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Lubis, A., & Batubara, S. (2019, December). Sistem Informasi Suluk Berbasis Cloud Computing Untuk Meningkatkan Efisiensi Kinerja Dewan Mursyidin Tarekat Naqsyabandiyah Al Kholidiyah Jalaliyah. In *Prosiding SiManTap: Seminar Nasional Matematika dan Terapan (Vol. 1, pp. 717-723)*.
- Khairul, K., Ilhami Arsyah, U., Wijaya, R. F., & Utomo, R. B. (2018, September). Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Promosi Penjualan Rumah. In *Seminar Nasional Royal (SENAR) (Vol. 1, No. 1, pp.429-434)*.

- Mulianda, Aditya, Syahrizal, Mansur Gapy. (2017). *Jurnal Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) Banda Aceh Menggunakan Metode Section Technique*. Volume 2 No. 4 2017: 15-20. Banda Aceh. Universitas Syiah Kuala.
- Muttaqin, Muhammad. "Analisa Pemanfaatan Sistem Informasi E-Office Pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan Dengan Menggunakan Metode Utaut." *Jurnal Teknik dan Informatika* 5.1 (2018): 40-43.
- Nainggolan, Yusuf Ridho surya Dharma, & Firdaus,. (2016). *Jurnal Analisi Keandalan Berbasis Sistem pada Jaringan Distribusi 20 KV UPJ. PT. PLN Persero Area Pekanbaru Rayon Panam*. Volume 3 No. 2 Oktober 2016. Riau: Universitas Riau.
- Putri, N. A. (2018). Sistem Pakar untuk Mengidentifikasi Kepribadian Siswa Menggunakan Metode Certainty Factor dalam Mendukung Pendekatan Guru. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 78-90.
- Putra, Randi Rian. "implementasi metode backpropagation Jaringan saraf tiruan dalam memprediksi pola Pengunjung terhadap transaksi." *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)* 3.1 (2019): 16-20.
- PT. PLN (Persero). (1985). *SPLN 59: Keandalan pada Sistem Distribusi 20 KV Dan 6KV*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- PT. PLN (Persero). (1986). *SPLN 68-2: Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- Ramadhani, S., Suherman, S., Melvasari, M., & Herdianto, H. (2018). Perancangan Teks Berjalan Online Sebagai Media Informasi Nelayan. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).
- Rekap laporan gangguan Pelayanan Teknik (Yantek) Tahun 2018
- Suherman, S., & Khairul, K. (2018). Seleksi Pegawai Kontrak Menjadi Pegawai Tetap Dengan Metode Profile Matching. *IT Journal Research and Development*, 2(2), 68-77.
- Sulistianingsih, I., Suherman, S., & Pane, E. (2019). Aplikasi Peringatan Dini Cuaca Menggunakan Running Text Berbasis Android. *IT Journal Research and Development*, 3(2), 76-83.

Single Line Diagram Penyulang 20 KV Rayon Delitua Tahun 2018

Suparno, Supriyanto. (2008). *Komputasi untuk Sains dan Teknik Menggunakan Matlab-*. Depok: Departemen Fisika-FMIPA Universitas Indonesia.

Suswanto, Daman. (2010). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*.

Utomo, R. B. (2019). Aplikasi Pembelajaran Manasik Haji dan Umroh berbasis Multimedia dengan Metode User Centered Design (UCD). *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 3(1), 68-79

Wahyuni, S., Lubis, A., Batubara, S., & Siregar, I. K. (2018, September). Implementasi algoritma crc 32 dalam mengidentifikasi Keaslian file. In Seminar Nasional Royal (SENAR) (Vol. 1, No. 1, pp. 1-6).

Wisesa, Canggih Purba, Samsul Bachri M., & Moch Ghozali. (2014). *Jurnal Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di PT. PLN (Persero) APJ Banyuwangi dengan Metode Reliability Network Equivalent Approach*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Tahun 2014. Banyuwangi: Universitas Jember.