ANALISIS PENGGUNAAN *CUBICLE 20KV DOUBLE INCOMING* DENGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* DALAM SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI BANDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN

ABRIANSYAH HASYIM
105 82 1302 13

MUHAMMAD RIZAL
105 82 1237 13

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019

ANALISIS PENGGUNAAN *CUBICLE 20KV DOUBLE INCOMING* DENGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* DALAM SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI BANDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

ABRIANSYAH HASYIM
105 82 1302 13

MUHAMMAD RIZAL
105 82 1237 13

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2019

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
GEDUNG MENARA IQRA LT. 3
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com
Website: http://teknik.unismuh.makassar.ac.id

بسم الله الرحمن الرحيم

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGGUNAAN *CUBICEL* 20 KV *DOUBLE INCOMING* DENGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) DALAM SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI BANDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN**

Nama : 1. Abriansyah Hasyim
2. Muhammad Rizal

Stambuk : 1. 10582 1302 13
2. 10582 1237 13

Makassar, 12 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I	Pembimbing II
Rizal Ahdiyat Duyo, S.T.,M.T	**Suryani, S.T.,M.T**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Elektro

Adriani, S.T., M.T.
NBM : 1044 202

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK
GEDUNG MENARA IQRA LT. 3
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com
Website: http://teknik.unismuh.makassar.ac.id

بسم الله الرحمن الرحيم

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Abriansyah Hasyim** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1302 13 dan **Muhammad Rizal** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1237 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/20201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019.

Makassar, 07 Jumadil Akhir 1440 H
12 Februari 2019 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum
   a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
      Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM. : .....
   b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
      Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T : .....
2. Penguji
   a. Ketua : Ir. Abd Hafid, M.T : .....
   b. Sekertaris : Rahmania, S.T.,M.T : .....
3. Anggota : 1. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc : .....
   2. Andi Faharuddin, S.T.,M.T : .....
   3. Adriani, S.T.,M.T : .....

Mengetahui :

Pembimbing I	Pembimbing II
Rizal Ahdiyat Duyo, S.T.,M.T	**Suryani, S.T.,M.T**

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.
NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah pensyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : "ANALISIS PENGGUNAAN *CUBICLE 20KV DOUBLE INCOMING* DENGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* DALAM SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI BANDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN".

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi tehnis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Adriani, S.T., M.T sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas

Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak. Rizal A Duyo, ST, MT, Selaku Pembimbing I dan Ibu Suryani, S.T., M.T selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta setiap pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengukiti proses belajarmengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih saying, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku sertarekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2013 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhan ini dapat bermamfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, Februari 2019

Penulis

ANALISIS PENGGUNAAN *CUBICLE 20KV DOUBLE INCOMING* DENGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* DALAM SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI BANDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN

Abriansyah Hasyim[1], Muhammad Rizal[2]
[1]Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar
Email :abriansyah.hasyim1@gmail.com
[2] Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar
Email :rizalelektro22@gmail.com

Abstrak

Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin sebagai salah satu prasarana transportasi yang terdapat di Sulawesi Selatan memegang peranan penting dalam pengembangan spasial di sekitar bandara. Sejak Bandara Sultan Hasanuddin Makassar yang sebagian wilayahnya masuk kekuasaan Kabupaten Maros dan separuh Kota Makassar, Sulawesi Selatan, ini diperluas dan ditingkatkan statusnya menjadi bandara internasional. Ketersediaan daya listrik dalam jumlah dan mutu yang memadai merupakan salah satu faktor yang menunjang untuk perencanaan pembangunan diberbagai sektor, serta meningkatkan produktifitas bagi masyarakat. Pemasok tenaga listrik dalam hal ini PT PLN (Persero), dituntut untuk mampu memberikan suatu pelayanan tenaga listrik yang optimal sesuai yang dibutuhkan para konsumen, Dengan tingkat kegiatan yang padat penerbangan di wilayah bandar udara internasionalsultan hasanuddin maka mutlak diperlukan suatu keandalan didalam kebutuhan akan listrik terutama pada sisi pelanggan. Salah satu cara meningkatkan keandalan tersebut adalah dengan menggunakan Cubicle Double Incoming. Perencanaan untuk mengubah setting pada masing – masing penyulang diperlukan guna mencapai keandalan yang lebih baik, dengan penggunaan ATS yang sesuai pada penyulang maka pelanggan hanya akan mengalami padam dalam waktu yang sangat singkat untuk satu kali gangguan. Perhitungan *Load Factor* diperlukan untuk perencanaan pada masing-masing penyulang, sehingga saat terjadi gangguan tidak ada masalah apabila sewaktu-waktu pindah di penyulang kedua. *Load Faktor* Penyulang Airport adalah 0.944.

Kata Kunci : ATS, PLN UP3 Makassar Utara, SAIDI & SAIFI.

ANALISIS PENGGUNAAN *CUBICLE 20KV DOUBLE INCOMING* DENGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* DALAM SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI BANDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN

Abriansyah Hasyim[1], Muhammad Rizal[2]
[1]Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar
Email :abriansyah.hasyim1@gmail.com
[2] Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar
Email :rizalelektro22@gmail.com

Abstract

Sultan Hasanuddin *International Airport as one of the transportation infrastructure in South Sulawesi plays an important role in spatial development around the airport. Since Sultan Hasanuddin Makassar Airport, which has part of its territory under the authority of Maros Regency and half of Makassar City, South Sulawesi, this status has been expanded and status has been increased to become an international airport. The availability of electric power in sufficient quantity and quality is one of the factors that support development planning in various sectors, as well as increasing productivity for the community. The electricity supplier in this case PT PLN (Persero), is required to be able to provide an optimal electric power service according to what is needed by consumers. With a high level of aviation activities in the Sultan Hasanuddin international airport area, a reliability is absolutely needed in electricity needs especially on the customer side. One way to improve this reliability is by using Cubicle Double Incoming. Planning to change the settings on each feeder is needed to achieve better reliability, with the use of ATS that is suitable for feeders, the customer will only experience outages in a very short time for one time interruption. Calculation of Load Factor is needed for planning on each feeder, so that when a disturbance occurs there is no problem if at any time it moves in the second feeder. The Airport Load Factor Load is 0.944.*

Keywords: ATS, PLN Makassar Utara, SAIDI & SAIFI.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL ..... **i**

HALAMAN JUDUL ..... **ii**

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**

KATA PENGANTAR ..... **v**

ABSTRAK ..... **vii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR GAMBAR ..... **xii**

DAFTAR TABEL ..... **xiii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**

BAB I PENDAHULUAN **1**

A. Latar Belakang Masalah 1

B. Rumusan Masalah 2

C. Tujuan 3

D. Batasan Masalah 3

E. Manfaat 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**

A. Dasar Sistem Tenaga Listrik 5

B. Jaringan Distribusi Primer 6

C. Jaringan Distribusi Sekunder 7

D. Jenis Gangguan Pada Jaringan Distribusi 8

E. Kubikel Tegangan Menengah 20 KV 10

1. Jenis dan Fungsi Kubikel 11

2. Bagian-bagian Kubikel..... 12

3. Pemuts Tenaga (PMT) 13

4. Konstruksi 14

5. Pemisah dan Pemisah Tanah..... 21

6. Busbar (Rel) 20Kv 23

7. Tranformator Arus dan Tranformator Tegangan 23

F. *Automatic Transfer Swicth (ATS)* 25

BAB III METODOLIGI PENELITIAN..... 26

A. Waktu Dan Tempat 26

1. Waktu 26

2. Tempat 26

B. Metode Penelitian..... 26

C. Flowchart Algoritma 29

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... 30

A. Data Pelanggan PLN ULP Maros di Bandara Intenasional Sultan Hasanuddin 30

B. Data Jumlah Gangguan Penyulang PT PLN (Persero) UP3 Makassar Utara di GI Mandai 31

C. Perhitungan *Load Factor* pada Penyulang Pelanggan Potensial PLN UP3 Makassar Utara..... 33

D. Penggunaan *Cubicle 20 Kv Double Incoming* untuk penyulang 20 KV GH Bandara Baru 36

E. Perencanaan setting ATS Kondisi Normal dan Gangguan pada penyulang 20 KV GH Bandara Baru 38

F. Perhitungan *Indeks* Keandalan Konfigurasi Sitem pada Penyulang 20 kV GI Mandai 43

G. Perbandingan Keandalan Penggunaan *Cubicle Double Incoming* dengan *Cubicle Single Incoming* 45

BAB V KESIMPULANDANSARAN 48

A. Kesimpulan 48

B. Saran..... 49

DAFTAR PUSTAKA 50

LAMPIRAN..... 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Diagram Penyebab Gangguan Penyulang 32

Gambar 4.2 Diagram Penyebab Gangguan Penyulang 32

Gambar 4.3 Konstruksi *Single Line Cubicle 20 KV Double Incoming* 36

Gambar 4.4 Skema Listrik ATS untuk Penyulang 1 dan Penyulang 2 *Cubicle 20 KV Double Incoming* 37

Gambar 4.5 Blok Diagram Setting ATS Saat Penyulang Normal Mengalami Gangguan 40

Gambar 4.6 Blok Diagram Setting ATS saat salah satu penyulang Terganggu kembali Normal 41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pelanggan Berdasarkan Tarif 31

Tabel 4.2 Pelanggan di penyulang Airport 31

Tabel 4.3 Penyebab Gangguan Penyulang 31

Tabel 4.4 Hasil Perhitunga *Load Factor* pada Seluruh Penyulang GI Mandai 34

Tabel 4.5 Data pelanggan PLN ULP Maros dengan daya kontrakdi atas 1 bulan Juni 2018 di Penyulang Airport 35

Tabel 4.6 Data Rekapitulasi Gangguan Penyulang Trip GI Mandai tahun 2016 – 2018 PLN UP3 Makassar Utara..... 43

Tabel 4.7 Perhitungan *Ratio* Gangguan pada GI Mandai tahun 2016 – 2018 PLN UP3 Makassar Utara.....44

Tabel 4.8 Perbandingan Standar Murni, Perhitungan Indeks Keandalan Dan Data tahun 2016 – 2018.....45

Tabel 4.9 Perbandingan Perhitungan SAIDI dan SAIFI *Cubicle Single Incoming* dengan Penerapan *Cubicle Double Incoming.....47*

Tabel 5 Penyebab Gangguan Tahun 2016 57

Tabel 6 Rincian Gangguan Penylang tahun 2016..... 57

Tabel 7 Penyebab Gangguan Tahun 2017 63

Tabel 8 Rincian Gangguan Penylang tahun 2017..... 63

Tabel 9 Penyebab Gangguan Tahun 2018 70

Tabel 10 Rincian Gangguan Penylang tahun 2018 70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *Single Line Diagram* Eksisting Bandara Internasional Hasanuddin 51

Lampiran 2. *Single Line Diagram* Bandara Internasional Hasanuddin.....52

Lampiran 3. *Single Line Diagram* Bandara Internasional Hasanuddin.....53

Lampiran 4. *Single Line Diagram Intalasi Kelistrikam Bandara Sultan Hasanuddin*.....54

Lampiran 5. *Single Line Diagram Semua Penyulang GI.Mandai*.....55

Lampiran 6. *Foto Cubicle Double Incoming , Name Plate Kubikel dan Automatic Transfer Switch*.....56

Lampiran 7. *Daftar Gangguan Penyulang Tahn 2016-2018*.....57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Keperluan pengembangan sistem kelistrikan jangka panjang didorong oleh kebutuhan PT PLN (Persero) untuk mempunyai rencana investasi yang efisien, dalam arti PT PLN (Persero) tidak melaksanakan sebuah proyek kelistrikan tanpa didasarkan pada perencanaan yang baik. Ketersediaan daya listrik dalam jumlah dan mutu yang memadai merupakan salah satu faktor yang menunjang untuk perencanaan pembangunan diberbagai sektor, serta meningkatkan produktifitas bagi masyarakat. Pemasok tenaga listrik dalam hal ini PT PLN (Persero), dituntut untuk mampu memberikan suatu pelayanan tenaga listrik yang optimal sesuai yang dibutuhkan para konsumen, Jaringan distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berhubungan langsung dengan konsumen. Bagian ini sangat menunjang penyaluran tenaga listrik ke konsumen, untuk itu diperlukan perencanaan dan pengoperasian jaringan distribusi tenaga listrik yang memadai.

Berdasarkan hal tersebut PT PLN (Persero), khusunya UP3 Makassar Utara, melakukan pengembangan disisi Jaringan 20 KV dengan melalukan penggunaan *cubicle 20 KV double incoming* dengan *Automatic Transfer Switch (ATS)* , guna meningkatkan mutu, kualitas dan keandalan penyaluran tenaga listrik ke Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin.

Secara umum, baik buruknya sistem penyaluran distribusi tenaga listrik yang utama adalah ditinjau dari mutu listrik, keandalan penyaluran tenaga listrik,

keamanan dan keselamatan bagi konsumen. Keandalan daya listrik yang baik yaitu kapasitas daya yang memenuhi dan tegangan yang selalu konstan dan nominal. Tegangan yang tidak stabil dapat berakibat merusak alat-alat elektronik, dan peralatan yang peka terhadap perubahan tegangan. Demikian juga tegangan yang terlalu rendah akan mengakibatkan alat-alat listrik tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Salah satu caranya syarat penyambungan alat-alat listrik harus sesuai, yaitu tegangan sumber harus sama dengan tegangan yang dibutuhkan oleh peralatan listrik tersebut. Keandalan penyaluran juga menjadi bagian yang penting untuk dikaji dalam upaya meningkatkan pelayanan ke konsumen. Oleh karena itu penulis berencana untuk mengambil judul penelitian **"ANALISIS PENGGUNAAN *CUBICLE 20 KV DOUBLE INCOMING* DENGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* DALAM SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI BANDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN".**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan pokok permasalahan yaitu :

1. Bagaimana cara kerja *cubicle 20 kV double incoming* dengan *Automatic Transfer Switch (ATS)* apabila diterapkan pada penyulang sistem distribusi di GH Power House Bandara ?
2. Bagaimana Perbandingan SAIDI dan SAIFI penyulang *Penggunaan Cubicle Double Incoming* dengan *Cubicle Single Incoming* di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin ?

C. Tujuan

Adapun tujuan adalah :

1. Mengetahui sejauh mana kinerja dan efektifitas penggunaan *cubicle* 20kV *double incoming* apabila diterapkan pada penyulang sistem distribusi di GI Mandai.
2. Memberikan analisis penggunaan *cubicle double incoming* dengan perencanaan *setting* ATS *(Automatic Transfer Switch)* pada penyulang jaringan distribusi pelanggan tegangan menegah diatas 1 MVA PLN UP3 Makassar Utara yang disuplai oleh GI Mandai ditinjau dari aspek fungsi dan keandalan.
3. Mengetahui besar perbandingan standar umum dengan indeks indeks keandalan konfigurasi sistem penyulang yang ada pada GI Mandai dalam 3 tahun terakhir
4. Mengetahui perbandingan SAIDI dan SAIFI penyulang pada GI Mandai 3 tahun terakhir dengan perencanaan penggunaan *cubicle double incoming*

D. Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pembahasan ini, maka masalah

yang ditangani akan dibatasi pada beberapa rincian sebagai berikut :

1. Perencanaan *setting Automatic Transfer Switch)* pada relay terpasang.
2. Rangkaian kabel wering *Cubicle 20KV Double Incoiming*
3. Bagian *Cubicle 20 Kv Double Incoming*

E. Manfaat

Adapun Manfaat adalah :

1. Bagi Perusahaan

Menambah khasanah keilmuan di bidang transmisi dan distribusi jaringan listrik khususnya studi kasus di wilayah PLN UP3 Makassar Utara.

2. .Bagi Perguruan Tinggi

Sebagai informasi tambahan bagi perguruan tinggi yakni Universitas Muhammadiyah Makassar khususnya Fakultas Teknik serta Jurusan Teknik Elektro terkait penggunaan *Cubicle 20 KV Double Incoming dengan Automatic Transfer Switch (ATS).*

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Sebagai bahan referensi bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan dan mengkaji terkait penggunaan *Cubicle 20 KV Double Incoming* dengan *Automatic Transfer Switch (ATS).*

4. Bagi Peneliti

Sebagai bahan pelajaran dan untuk menambah khasanah keilmuan di bidang distribusi jaringan listrik penggunaan *cubicle 20 KV double incoming* dengan *Automatic Transfer Switch (ATS).*

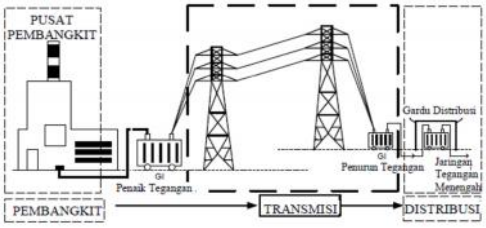
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Sistem Tenaga Listrik

Dalam memenuhi keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik tersebut dihubungkan satu sama lain yang mempunyai interelasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan Gardu Induk (pusat beban) yang satu sama lain dihubungkan dengan jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi.

Tenaga listrik dibangkitkan oleh pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTP dan PLTD kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangangnya oleh *step up* transformator yang ada di pusat listrik. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui saluran transmisi maka sampai pada Gardu Induk (GI) untuk diturunkan tegangannya melalui *step down* transformator menjadi tegangan menengah atau disebut tegangan distribusi primer. Berikut skema pusat listrik yang terhubung melalui jaringan transmisi dapat dilihat pada Gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Skema Pusat Listrik yang Dihubungkan Melalui Saluran Transmisi ke Gardu Induk

Sumber: Remote Terminal Unit (RTU) SCADA pada Jaringan Tegangan Menengah 30 kV)

B. Jaringan Distribusi Primer

Jaringan Distribusi Primer disebut juga Jaringan Tegangan Menengah (JTM). Penggunaan sistem tegangan menengah sebagai jaringan utama adalah upaya utama menghindarkan rugi-rugi penyaluran *(losses)* dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi oleh PLN Persero selaku pemegang kuasa usaha utama sebagaimana diatur dalam UU ketenagalistrikan No 30 tahun 2009. Dengan ditetapkannya standar tegangan menengah sebagai tegangan operasi yang digunakan di Indonesia adalah 20 kV, konstruksi JTM wajib memenuhi kriteria keamanan ketenagalistrikan, termasuk didalamnya adalah jarak aman minimal antara fase dengan lingkungan dan antara fase dengan tanah, bila jaringan tersebut menggunakan saluran udara atau ketahanan isolasi jika menggunakan kabel udara pilin tegangan menengah atau kabel bawah tanah tegangan menengah serta kemudahan dalam hal pengoperasian atau pemeliharaan jaringan dalam keadaan bertegangan pada jaringan utama. Hal ini dimaksudkan sebagai usaha menjaga keandalan kontinyuitas pelayanan konsumen.

Ukuran dimensi konstruksi selain untuk pemenuhan syarat pendistribusian daya, juga wajib memperhatikan syarat ketahanan isolasi penghantar untuk keamanan pada tegangan 20 kV. Lingkup Jaringan Tegangan Menengah pada sistem distribusi di Indonesia dimulai dari terminal keluar *(out-going)* pemutus tenaga dari transformator penurun tegangan Gardu Induk atau transformator penaik

tegangan pada pembangkit untuk sistem distribusi skala kecil, hingga peralatan pemisah/proteksi sisi masuk *(in-coming)* transformator distribusi 20 kV - 231/400V.

C. Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan Distribusi Sekunder disebut juga Jaringan Distribusi Tegangan Rendah (JTR). Distribusi jaringan tegangan rendah dapat dibedakan berdasarkan material dan cara pemasangannya, berikut penjelasannya :

1. Saluran udara tegangan rendah (SUTR) berupa jaringan yang dipasang di udara, menggunakan penghantar / kawat yang direntangkan di tiang dan diikat pada isolator.
2. Saluran kabel udara tegangan rendah (SKUTR) berupa jaringan yang dipasang di udara menggunakan kabel berisolasi dipilin, direntang dan digantung pada tiang.
3. Saluran kabel tegangan rendah (SKTR) berupa jaringan yang dipasang di dalam tanah.

Untuk saluran udara saat ini lebih sering menggunakan SKUTR karena tingkat keamanannya lebih baik dibanding SUTR. Namun SKTR memiliki tingkat keandalan yang paling tinggi di bandingkan dengan saluran udara. Jaringan tegangan rendah digunakan untuk menyalurkan daya listrik ke pelanggan dengan tegangan 380/220 V, tergantung pada jenis kebutuhan pelanggan. Dalam merancang SKTR sebuah komplek perumahan hal utama yang mesti diperhatikan adalah besar daya yang akan digunakan di setiap rumah. Langkah selanjutnya

adalah mulai merancang jalur kabel SKTR serta kabel penghantar yang akan digunakan. Berikut ini tahapan selanjutnya untuk merancang SKTR sistem distribusi *loop.*

1. Merancang saluran JTR
   a) Pembagian area beban
   b) Merancang lintasan kabel
2. Menentukan jenis penghantar
   a) Menghitung arus beban maksimum yang akan mengalir.
   b) Tentukan penghantar dengan memperhatikan arus beban maksimum (pada tabel KHzA) sesuai dengan PUIL 2011.
   c) Penghantar yang digunakan untuk instalasi listrik pada umumnya digunakan bahan tembaga kemurniannya minimal 99,9 %. Tahanan jenis yang disyaratkan tidak melebihi 0,017241 ohm mm^2 / m pada suhu 200 C (sumber : Badan standarisasi Nasional).

D. Jenis Gangguan Pada Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga lsitrik yang paling dekat dengan pelanggan/ konsumen. Ditinjau dari volume fisiknya jaringan dis-tribusi pada umumnya lebih panjang dibandingkan dengan jaringan transmisi dan jumlah gangguannya (sekian kali per 100 km pertahun) juga paling tinggi dibandingkan jumlah gangguan pada saluransaluran transmisi. Jaringan distribusi seperti diketahui terdiri dari jaringan distribusi tegangan menengah (JTM) dan jaringan distribusi tegangan rendah (JTR). Jaringan distribusi tegangan menengah

mempunyai tegangan antara 3 kV sampai 20 kV. Pada saat ini PLN hanya mengembangkan jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV. Jaringan distribusi tegangan menengah sebagian besar berupa saluran udara tegangan menengah dan kabel tanah. Pada saat ini gangguan pada saluran udara tegangan menengah ada yang mencapai angka 100 kali per 100 km per tahun. Sebagian besar gangguan pada saluran udara tegangan menengah tidak disebabkan oleh petir melainkan oleh 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. Hanya untuk daerah di luar kota selain gangguan sentuhan pohon juga sering terjadi gangguan karena petir. Gangguan karena petir maupun karena sentuhan pohon ini sifatnya temporer (sementara), oleh karena itu penggunaan penutup balik otomatis (*recloser*) akan mengurangi waktu pemutusan penyediaan daya (*supply interupting time*).Perlindungan sistem distribusi meliputi :

1. Gangguan hubung singkat

   a. Gangguan hubung singkat dapat terjadi antar fase (3 fase atau 2 fase) atau 1 fase ketanah dan sifatnya bisa *temporer* atau *permanen*.

   b. Gangguan permanen : Hubung singkat pada kabel, belitan trafo, generator, (tembusnya isolasi).

   Gangguan *temporer* : *Flashover* karena sambaran petir, flashover dengan

pohon, tertiup angin.

2. Gangguan beban lebih

Gangguan beban lebih terjadi karena pembebanan sistem distribusi yang melebihi kapasitas sistem terpasang. Gangguan ini sebenarnya bukan gangguan murni, tetapi bila dibiarkan terus-menerus berlangsung dapat merusak peralatan.

3.Gangguan tegangan lebih

Gangguan tegangan lebih termasuk gangguan yang sering terjadi pada saluran distribusi. Berdasarkan penyebabnya maka gangguan tegangan lebih ini dapat dikelompokkan atas dua hal, yaitu :

a. Tegangan lebih *power frekwensi*.

Pada sistem distribusi hal ini biasanya disebabkan oleh kesalahan pada AVR atau pengatur tap pada trafo distribusi.

b. Tegangan lebih surja

Gangguan ini biasanya disebabkan oleh surja hubung atau surjapetir. Dari ketiga jenis gangguan tersebut, gangguan yang lebih sering terjadi dan berdampak sangat besar bagi sistem distribusi adalah gangguan hubung singkat. Sehingga istilah gangguan pada sistem distribusi lazim mengacu kepada gangguan hubung singkat dan peralatan proteksi yang dipasang cenderung mengatasi gangguan hubung singkat ini.

E. Kubikel Tegangan Menengah 20 KV

Kubikel Tegangan Menengah 20 KV adalah seperangkat peralatan listrik yang di pasang pada gardu distribusi yang berfungsi sebagai pembagi ,pemutus,

penghubung kontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik distribusi tegangan 20 KV.

1. Jenis dan Fungsi Kubikel

Berdasarkan fungsi /penempatannya, kubikel TM 20 kV di Gardu Induk antara lain :

- Kubikel *incoming* berfungsi sebagai penghubung dari sisi sekunder trafo daya ke busbar20 kV
- Kubikel *Outgoing* : Sebagai penghubung / penyalur dari busbar ke beban
- Kubikel Pemakaian sendiri (Trafo PS) : sebagai penghubung dari busbar ke beban pemakaian sendiri GI
- Kubikel *Kopel (bus kopling*) : sebagai penghubung antara rel1 dan rel2
- Kubikel PT/LA : sebagai sarana pengukuran dan proteksi pengaman terhadap surja
- Kubikel *Bus Riser / Bus Tie (Interface)* : sebagai penghubung antar sel

  Berdasarkan pabrik pembuatannya antara lain :

  - *Calor Emag*
  - *Modalek*
  - *Goldstar*
  - *Areva*
  - *Siemen*

  Berdasarkan konstruksi busbarnya antara lain :

  - Kubikel dengan posisi busbar di atas

- Kubikel dengan posisi busbar di bawah

2. Bagian-bagian Kubikel

Kubikel TM 20 kV terdiri dari 4 kompartemen, yaitu :

a. Kompartemen PMT Pada kompartemen ini terpasang *"Withdrawable Circuit Breaker"*. PMT dan mekanisme penggeraknya dapat dengan mudah dikeluarkan / dimasukan ke dalam kubikel untuk keperluan pemeliharaan.

b. Kompartemen Busbar Semua tertutup oleh bagian metal. Kompartemen busbar didesain agar bagianbagian yang bergerak pada bagian ini seminimum mungkin. Busbar dibuat dari tembaga atau alumunium dengan bentuk sesuai dengan desain dari masing-masing pabrik.

c. Kompartemen Sambungan Kabel

Pada kompertemen ini terdapat :

1. Terminasi kabel tegangan menengah
2. Tiga pembagi tegangan (*potensial divider*, dilengkapi pada setiap phasa terminasi kabel,yang di sambung dengan tiga neon indikator yang dipasang di muka panel. Fungsinya untuk melihat secara visual bahwa kabel tersebut dalam keadaan bertegangan atau tidak, sehingga aman terhadap petugas yang melaksanakan pengoprasian.
3. Satu rangkaian hubung pendek dan pemisah tanah untuk sisi kabel. Di operasikan dari depan panel, dilengkapi dengan mekanisme operasi kecepatan tinggi, sehingga mempunyai kecepatan masuk yang tinggi tergantung kecepatan operator.

4. Trafo arus
5. Trafo tegangan (sesuai Permintaan). Bisa tipe tetap atau lepasan yang dilengkapi dengan pelebur yang memiliki kapasitas pemutusan tinggi.

d. *Kompartemen* Tegangan Rendah

Kompartemen ini di desain untuk memperkecil resiko *propagasi* saat terjadi kegagalan. Auxiliary di sambung ke PMT oleh susunan *multi pin connector*.

3. Pemutus Tenaga (PMT)

Pengertian PMT adalah saklar yang dapat digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus / daya listrik sesuai ratingnya. Pada waktu memutuskan / menghubungkan arus / daya listrik akan terjadi busur api listrik. Pemadaman busur api listrik ini dapat di lakukan oleh beberapa macam bahan, yaitu :

Minyak, udar, atau gas.

Berdasarkan media pemadam busur api listrik tersebut, PMT dapat dinamakan menjadi :

- PMT minyak sedikit / *Low Oil Circuit Breaker* (minyak sebagai media pemadambusur api)
- PMT SF6 (Gas SF6 sebagai media pemadam busur api)
- PMT *Vacum* (ruang pemutus dibuat *vacum* agar tidak terjadi busur api)

PMT 20 kV di Gardu Induk umumnya di desain dapat di keluarkan dari

kubikel dengan cara ditarik keluar. Sehingga PMT dan mekanisme penggeraknya dapat dengan mudah dikeluarkan / dimasukan untuk keperluan pemeliharaan. Umumnya PMT dengan jenis pabrik dan dengan ratng sama, mempunyai konstruksi dan rangkaian kontrol yang sama. Sehingga dapat dipindah antar kubikel dan hanya perlu satu PMT cadangan untu PMT dengan rating yang sama.

Selama operasi seluruh bagian yang bertegangan tertutup dengan pelindung metal yang ditanahkan, untuk menjamin agar operator aman selama pengoperasiannya. Untuk mengeluarkan / memasukan PMT dari / ke kubikel, urutannya harus benar dan di cetak untuk setiap langkah agar aman.

4. Konstruksi

PMT terdiri dari 2(dua) bagian utama, yaitu :

1. Ruang media kontak Adalah tempat memutuskan / menutup rangkaian arus listrik sekaligus sebagai tempat pemadaman busur api.
2. Mekanisme penggerak Adalah bagianyang menyediakan tenaga untuk menggerakan kontak gerak pada pembukaan / penutupan PMT.

Ruang Media Kontak :

Pada ruang media kontak ini terdapat :

- Kontak gerak
- Kontak tetap
- Media Pemadam busur api

Media pemadam busur api yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai media pemadam busur api, antara lain untuk minyak dan gas SF6.

Mekanisme Penggerak : Mekanisme penggerak yang digunakan untuk PMT 20 kV umumnya dengan pegas. Ketiga pole dari kontak gerak diikat bersama-sama dengan lever penggerak ke pegas penggerak. Mekanisme penggerak dilengkapi dengan motor untuk pengisian pegas close secara otomatik. Selain itu dilengkapi juga dengan magnet pelepas pegas, untuk menutup secara elektrik melalui saklar operasi atau peralatan lain untuk penutupan secara remote.

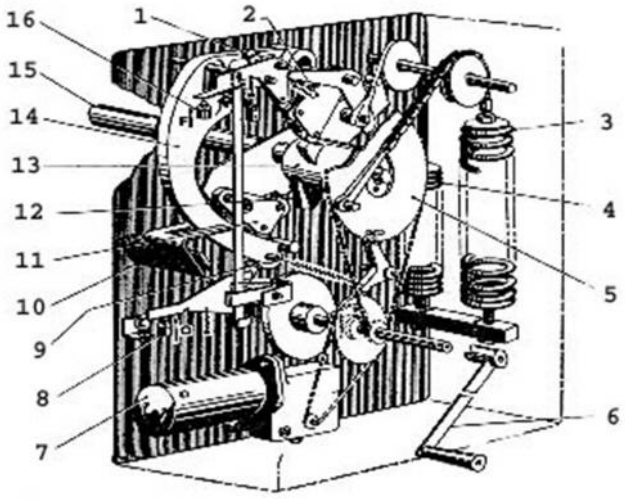
Untuk pelepasan secara remote melalui operator atau relay disediakan *triping coil.* Jika tegangan kontrol hilang pegas *close* dapat diisi melalui *handle* secara manual (tangan).

Pegas yang digunakan untuk mekanisme penggerak ini ada dua macam, yaitu :

1. *Pegas Pilin (helical spring*)

Sistem dengan pegas pilin

a. Lihat gambar dibawah :



Gambar 2.2 *Pegas Pilin* (*helical spring*)
(sumber: kristiansilaen.2010)

Keterangan gambar :

1. *Lengan interlock (interlocking arm)*
2. *Pawl*
3. Pegas penutup *(closing spring*)
4. *Pegas pen-trip (tripping spring)*
5. Roda pengisi (*charging whell)*
6. Engkol *(crank)*
7. Motor *(electric* motor)
8. Kumparan pen-trip (*tripping cool)*
9. *Lengan interlock (Interlocking arm*)
10. Alur pemberhentian (*stop groove)*
11. *Pawl*
12. Penghubung (*cam*)
13. Batang pegas (*spring shaft*)
14. Sektor penunjang (*guiding sector*)
15. Batang PMT (*circuit breaker shaft)*
16. Kumparan penutup (*closing coil)*

F. Proses pengisian pegas (spring charge)

Motor (7) menggerakan roda pengisi (5) pada batang pegas (13) melalui roda perantara yang dihubungkan dengan dua buah rantai. Berputarnya roda pengisi (5) mengakibatkan pegas penutup (3) terisi (meregang) pada batas maksimumnya, maka motor (7) akan berhenti.Pegas penutup (3) dapat juga diregang secara manual dengan menggunakan engkol (6).

b. Proses penutupan PMT *(closing of breaker)*

Dengan diberinya arus penguat pada kumparan penutup (16) atau dengan menekan *push button*, maka hubungan antara lengan *interlock* (1) dan *pawl* (2) akan terlepas, sehingga batang pegas (13) juga akan terlepas dan pegas penutup (3) menjadi mengendor.

Penghubung (12) pada batang pegas (13) menggerakan *pawl* (11) sehingga berputar sepanjang sektor penunjang (14) dengan sudut 120O dan menutup PMT melalui batang pemutus tenaga (15). Dan bersamaan dengan itu pegas "pen-trip" (4) akan terisi, kemudian secara otomatis motor (7) akan menggerakan roda pengisi (5) kembali untuk tenaga pemasukan selanjutnya.

c. Proses Pembukaan PMT (tripping of breaker)

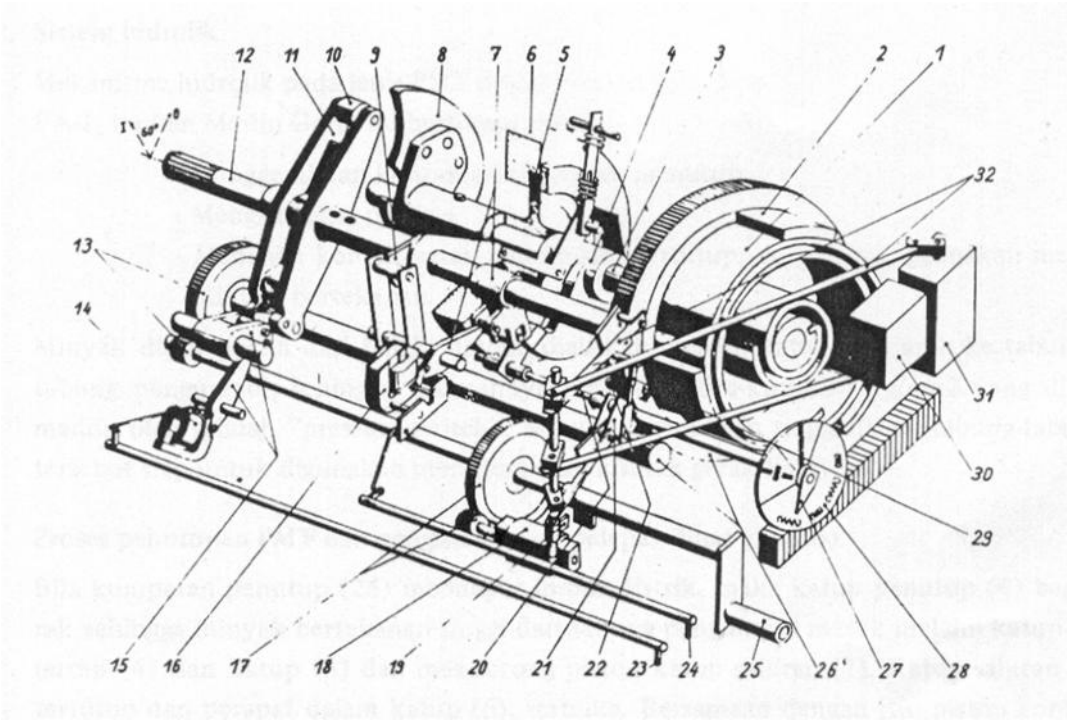
Dengan diberinya arus penguatan pada kumparan tripping (8) atau dengan *"push button"* akan melepas hubungan antara tuas pengunci (9) dan sektor penunjang (14) dan akhirnya masuk ke dalam alur *stop groove* (10).

Pawl (11) didorong oleh sektor penunjang (14) dan menyebabkan terlepasnya pegas *"pen-trip*" (4), menggerakan batang PMT (15) sehingga PMT trip dan sektor penunjang (14) kembali pada posisi semula.

2. Pegas Gulung (*scroll spring*)

Sistem dengan pegas gulung

a. Lihat gambar dibawah :



Gambar 2.3 Pegas Gulung (*scroll spring*)
(sumber: kristiansilaen.2010)

Keterangan gambar :

1. Pegas penutup (*closing spring*)

2. Rumah pegas penutup (*closing spring housing*)

3. Batang pegas penutup (*closing spring shaft*)

4. Bagian penahan (*drag piece*)

5. Kopling pergeseran (*fraction clutch*)

6. Roda berat (*flywheel*)

7. Gigi jentera penutup (*closing sprocket*)

8. Penghubung (*cam*)

9. Bagian interlock (*interlocking segment*)

10. Bingkai penggulung (*roller*)

11. Tuas bingkai penggulung (*roller revel*)

12. Batang penggerak (*operating sharf*)

13. Roda gigi reduksi (*reduction gear*)

14. Kumparan pen-trip (*trip latch*)

15. Grandel pen-trip (*trip latch*)

16. Kumparan penutup (*closing coil*)

17. Roda gigi reduksi (*reduction gear*)

18. Motor penggulung pegas (*spring winding* motor)

19. Penghubung interlock (*interlock cam*)

20. Batang (*shaft*)

21. Tuas pemindah (*change over lever*)

22. Bingkai penggulung pemindah (*change over roller*)

23. Tuas pembuka pen-trip (*trip release lever*)

24. Tuas pembuka penutup (*closing relesase lever*)

25. Engkol (*crank*)

26. Roda gigi reduksi (*reduction gear*)

27. Penunjuk posisi pegas penutup (*closing spring position indicator dial*)

28. Penunjuk posisi (*breaker position indicator dial*)

29. Penghubung (*link*)

30. Sakelar pembatas putaran (*motor run limit switch*)

31. Sakelar pembantu (*auxiliary switch*)

32. Penghubung ke sakelar pembantu (*linkage for auxiliary switch*)

b. Proses Pengisian Pegas (*spring charge*)

Motor (18) menggerakan pegas penutup (1) melalui roda gigi *reduksi* (17), (13), DAN (26). Ujung luar dari pegas penutup (1) terpasang ke rumah pegas penutup (2) yang berlubang tengahnya, untuk berputarnya batang pegas penutup (3).

Bagian penahan (4) dipasang pada batang pegas penutup (3) dan ditahan oleh gigi jantera penutup (7). Gigi jantera penutup (7) tetap terkunci selama pegas penutup (1) berputar.

c. Proses Penutupan PMT (*closing of breaker*)

Bila kumparan (16) mendapat implus listrik, maka bagian penahan (4) akan terlepas atau dapat juga dilepaskan dengan menggunakan tuas pembuka penutupan (24). Batang pegas penutup (3) akan berputar searah jarum jam melalui sudut 360O karna gaya terlepasnya pegas penutupan (1) dan akan bertumpu lagi dengan gigi jantera penutup (7).

Penghubung (8) yang disambung ke bagian penahan (4) menumbuk bingkai penghubung (10) pada tuas bingkai penggulung (11) berputar melalui gerendel pen-trip (15) yang menjaga tuas bingkai enggulung (11) tersebut jangan kembali lagi.

d. Proses Pembukaan PMT (*triping of breaker*)

Dengan diberikannya arus penguatan pada kumparan pen-trip (14) maka tuas bingkai penggulung (11) akan melepas atau digerakan oleh tuas pembuka pen-trip (23) melalui grendel pen-trip (15). Sehingga batang penggerak (12) akan berputar (karna gaya pegas pen-trip yang dipasang pada base) kira-kira 60O dan akan

kembali ke posisi "*OFF*".

5 Pemisah dan Pemisah Tanah

a. Pemisah (PMS)

Pemisah berfungsi untuk memisahkan peralatan yang akan dipelihara agar terlihat secara visual bahwa peralatan yang akan terpelihara sudah terpisah dari bagian yang bertegangan, sehingga aman bagi petugas terhadap tegangan dari luar peralatan tersebut. Lengan kontak PMT 20 kV pada kubikel disisi kabel dan disisi rel, berfungsi sebagai pemisah, dimana untuk memisahkannya dilakukan dengan cara mengeluarkan PMT dari kubikel tersebut atau diposisikan test.

b. Pemisah Tanah

Pemisah tanah berfungsi untuk pengamanan petugas yang akan bekerja, agar aman terhadapan tegangan sisa dan tegangan induksi. Pemisah tanah pada kubikel adalah mentanahkan di sisi kabel. Sedangkan untuk mentanahkan di sisi *busbar* (rel) harus dilakukan secara lokal melalui *grounding fleksibel* atau melalui pentanahan model dorong. PMS tanah sisi kabel mempunyai kecepatan masuk yang tinggi, agar jika PMS tanah dimasukan dan membuang muatan listrik karna ada muatan sisa atau ada induksi tidak berbahaya PMS tanah ini dioperasikan dari depan panel dan *interlock* dengan PMT.

Sistem Interlock dan Pengunci

Sistem interlock harus dilengkapi untuk mencegah kemungkinan kesalahan atau kelainan operasi dari peralatan dan untuk menjamin keamanan operasi. Gawai *interlock* harus dari jenis mekanis dengan standart pembuatan yang paling tinggi,

tak dapat diganggu gugat dan mempunyai kekuatan mekanis lebih tinggi dari kontrol mekanisnya.

Pada kubikel jenis PMT yang dilengkapi dengan motor listrik sebagai penggerak alat hubung dan di kontrol dengan sistem kontrol listriknya. Yaitu bila posisi komponennya kubikel belum pada posisi siap dioperasikan, maka sistem kontrol tidak dapat di operasikan.

Macam-macam sistem *interlock* pada Kubikel :

- *Interlock* pintu
  - Pintu Kubikel harus tidak dapat dibuka jika :
    - Sakelar utama (sakelar tegangan menengah) dalam keadaan tertutup.
    - Sakelar pembumian dalam keadaan terbuka
  - Pintu Kubikel harus tidak dapat ditutup jika sakelar pembumian dalam kedaan terbuka.
- *Interlock* sakelar utama
  - Sakelar utama (sakelar tegangan menengah) harus tidak dapat dioperasikan jika :
    - Pintu kubikel dalam keadaan terbuka.
    - Sakelar pembumian dalam keadaan tertutup.
- *Interlock* sakelar pembumian
  - Sakelar pembumian harus tidak dapat tertutup jika sakelar utama dalam keadaan tertutup.
- Penguncian

- Perlengkapan penguncian harus di sediakan
- Sakelar pembumian pada posisi terbuka atau tertutup
- Sakelar utama atau pemutus tenaga pada posisi terbuka
- Pintu Kubikel

6 Busbar (Rel) 20 kV

Busbar 20 kV pada kubikel berfungsi sebagai penghubung antara kabel masuk dengan beberapa penyulang. Bentuk rel 20 kV ada yang berpenampamg bulat / pipa (tubuler), setengah bulat dan ada pula yang berbentuk plat sesuai dengan desain dari pabrik kubikelnya. Bahan yang digunakan adalah alumunium atau tembaga. Besar kecilnya penampang busbar 20 kV tergantung pada besar / kecilnya daya yang akan salurkan. Contoh :

- Pipa tembaga untuk busbar pada kubikel *Merlin Gerin*, *Mitsubitsi* dan *Calor Emag*.
- Pipa setengah bulat tembaga pada busbar kubikel ABB dan Calor Emag.
- Plat Pejal tembaga untuk busbar pada kubikel Fuji.

Untuk merangkai kubikel-kubikel 20 kV dengan rel bulat / pipa agar diperhatikan benar kerataannya (selevel), untuk mencegah tingginya tahanan kontak pada sambungan rel, yang akan dapat mengakibatkan gangguan / kerusakan.

7 Transformator Arus Dan Transformator Tegangan

Transformator Arus (CT) dan Transformator Tegangan (PT) biasanya juga disebut transformator instrumen. Transformator instrumen ini rangkaian

sekundernya tersambung dengan instrumen pengukuran dan instrumen proteksi / rele.

- Transformator Arus (CT)

Transformator arus berfungsi untuk menurunkan arus bolak-balik yang besar menjadi arus bolak-balik yang kecil sesuai dengan kebutuhan instrumentasi yang tersambung. Nominal arus disisi primer CT bermacam-macam, dapat dipilih sesuai dengan arus beban maksimum disisi primer. Sedang arus disisi sekunder adalah 1 Ampere atau 5 Ampere.

Jenis CT yang terpasang pada kubikel 20 kV biasanya :

- Berbentuk cincin, dan
- Berbentuk cor-coran / cesh resain

Bagian-bagian utama trafo arus, yaitu :

- Kumparan primer
- Kumparan sekunder
- Inti besi
- Terminal primer dan terminal sekunder
- Transformator Tegangan (PT)

Fungsi transformator tegangan adalah untuk menurunkan tegangan tinggi / menengah bolak-balik menjadi tegangan rendah sesuai dengan tegangan nominal instrumen. Transformator tegangan pada kubikel tegangan menengah umumnya berbentuk cor-coran. Perbandingan transformator (rasio) adalah :20.000 volt/100volt atau 20.000/√3 volt /100/√3 volt ; 20.000 volt/110 volt ; 20.000/√3 volt /110/√3 volt.

- Kumparan primer
- Kumparan sekunder
- Inti besi
- Terminal primer dan terminal sekunder

F. Automatic Transfer Swicth (ATS)

ATS merupakan singkatan dari kata *Automatic Transfer Swicth*, jika dipahami berdasarkan arti kata tersebut maka ATS adalah sakelar yang bekerja otomatis, namun kerja otomatisnya berdasarkan memungkinan jika sumber listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman maka sakelar akan berpindah kesumber listrik yang lainnya.

Automatic Transfer switch merupakan rangkaian kontrol sakelar power inverter dengan PLN yang sudah full automatic. Alat ini berguna untuk menghidupkan dan menghubungkan power inverter ke beban secara otomatis pada saat PLN padam. Pada saat PLN hidup kembali, alat ini akan Memindahkan sumber daya ke beban dari power inverter ke PLN.

Dalam perkembangan tehnologi dunia elektrikal akhirnya merekayasa hal tersebut kemudian di jalankan secara Automatic yang di singkat ATS (*Auto Transfer Swicth*) yang di fungsikan secara otomatis untuk memindahkan daya sesuai dengan kebutuhan tanpa menggunakan tenaga manusia untuk mengoperasikannya. Beberapa jenis ATS di bedakan menurut kapasitas daya yang di butuhkan atau berdasar Phasa dan Ampere yang melalui panel tersebut, namun untuk prinsip kerjanya sama.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

1. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Juli 2018 sampai dengan Desember 2018.

2. Tempat

Penelitian ini akan dilakukan pada wilayah kerja PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Makassar Utara Unit Layanan Pelaksana Maros di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin.

B. Metode Penelitian

Pada penelitian ini diselesaikan dalam jangka waktu pengerjaan 6 bulan, dengan tahapan konsultasi dengan dosen pembimbing, studi literatur, pembuatan proposal, pengambilan data, analisa data dan pembuatan laporan.

B.1 Studi Literatur

Data didapatkan dari berbagai refrensi serta informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Sumber informasi diperoleh diantaranya dari buku, artikel publikasi, skripsi, dan karya-karya ilmiah lainnya.

B.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian kali ini perhitungan load factor menggunakan perhitungan secara manual dengan berdasar data PLN UP3 Makassar Utara 3 tahun terakhir serta data dari Gardu Induk Mandai, sedangkan penentuan setting ATS pada penyulang dilakukan dengan memperhitungkan efisiensi waktu padam pelanggan. Data-data tersebut nantinya dipergunakan dalam perencanaan penggunaan cubicle double incoming secara lebih lanjut.

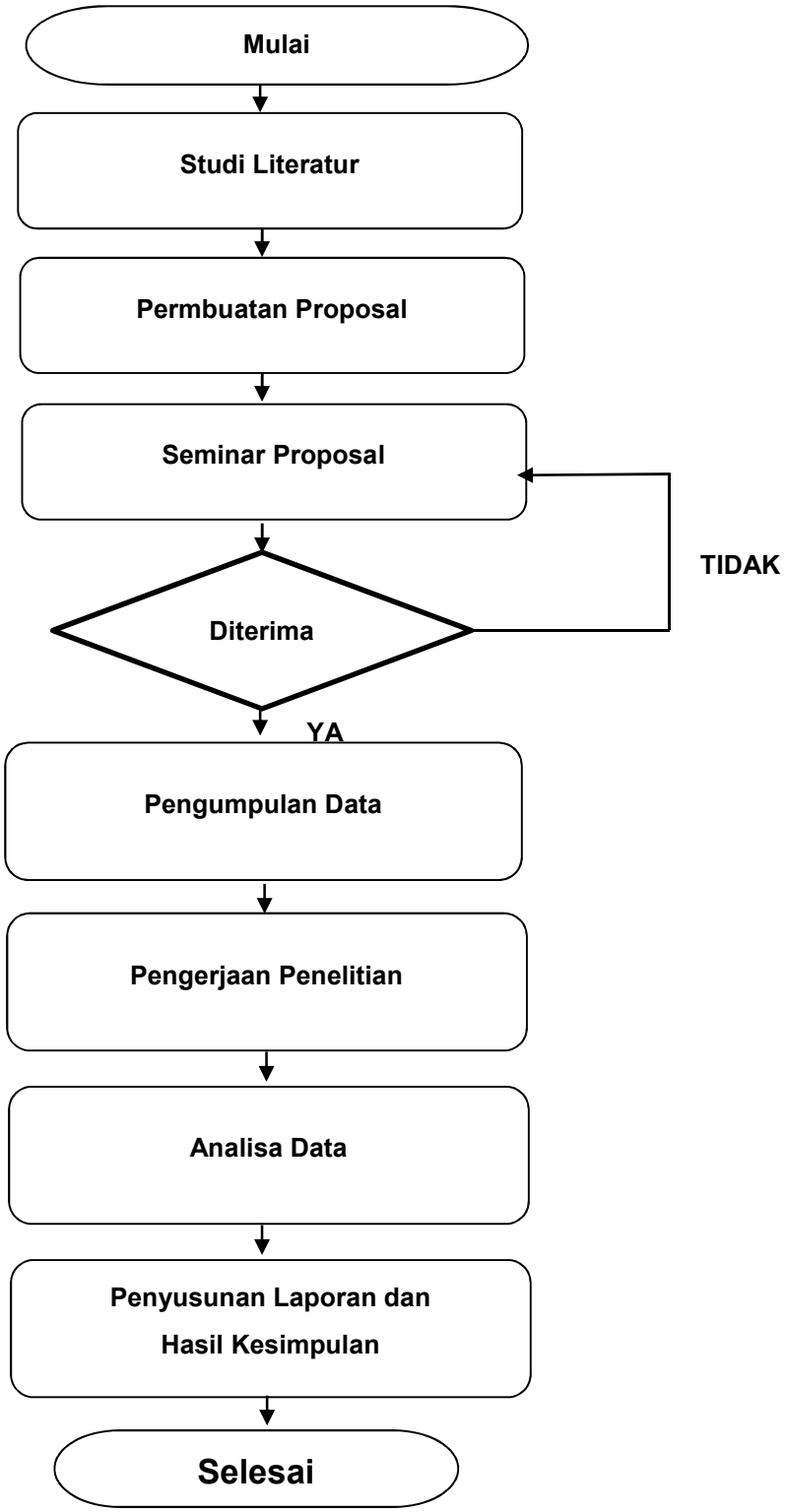
B.3 Pengolahan Data

Dalam penelitian ini persiapan segala sesuatu yang bersangkutan dengan proses perencanaan dan analisa data, dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menghitung *Load Factor* penyulang berdasar WBP. Langkah ini di tunjukan untuk menentukan beberapa besar faktor beban penyulang berdasarkan perhitungan beban puncak rata – rata dan beban puncak tertinggi.
2. Merencanakan Penggunaan Jenis *Cubicle Double Incoming*. Perencanaan dalam memilih cubicle yang digunakan didasarkan dengan melihat karakteristik beban pelanggan PLN serta faktor beban yang telah dihitung pada masing – masing penyulang.
3. Menganalisa kinerja ATS dengan *setting* penyulang normal dan *standby*. Dalam pemilihan setting ATS akan dilakukan dengan menganalisa efisiensi lama waktu padam yang terjadi pada penyulang yang akan dipergunakan.

4. Membandingkan perbandingan standar murni, perhitungan indeks keandalan dengan data 3 tahun terakhir dari 2 penyulang GI Mandai Data dari perhitungan dibandingkan dengan data keadaan pada penyulang yang dianalisis, guna melihat sejauh apa tingkat efektifitasnya.
5. Membandingan kehandalan antara penggunaan Jenis *Cubicle Double Incoming* dengan jenis *Cubicle Single Incoming*. Dari hasil perbandingan berupa perhitungan data SAIDI & SAIFI maka di dapatkan data sebagai acuan setting yang efektif dan handal untuk diterapkan.

C. Flowchart Algoritma



Gambar 3.1 *Flowchart* Tahapan Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis membahas mengenai gambaran umum, data jumlah pelanggan dan gangguan penyulang PT PLN (Persero) ULP Maros yang kemudian menjadi dasar dalam penggunaan *Automatic Transfer Switch (ATS) double Incoming* dalam sistem jaringan 20 KV di Bandara Internasional Sultan Hasanuddin. Data yang diperoleh merupakan data gangguan penyulang dari taun 2016-2018.

A. Data Pelanggan PLN ULP Maros di Bandara Internasional Sultan Hasanuddin.

PLN ULP Maros memiliki jumlah pelanggan 79.544 yang tersebar di seluruh Kabupaten Maros. Pelanggan dilayani oleh 11 penyulang yakni Airport, Bandara Lama, AURI, Maros, Palisi, Turikale, Tambua, Lempangan, dan Rindam. Penyulang terpanjang di PT PLN (Persero) ULP Maros adalah penyulang Palisi dengan panjang 148 kms, dan yang terpendek adalah penyulang Airport dengan 11,10 kms. Pelanggan PT PLN (Persero) ULP Maros didominasi oleh Pelanggan Rumah Tangga (R) sebanyak 54% yakni sejumlah 42953 pelanggan, selanjutnya diikuti oleh pelanggan tarif Sosial (S) sebanyak 21611. Pelanggan yang termasuk dalam kategori Bisnis (B) berjumlah 13442, pelanggan Pemerintah (P) sebanyak 1233 pelanggan, dan yang terakhir pelanggan Industri (I) sebanyak 305, Berikut tabel pelanggan PT PLN (Persero) ULP Maros per Tarif:

Tabel 4.1 Pelanggan Berdasarkan Tarif

No	Pelanggan per Tarif	Jumlah (Pelanggan)
1	R (Rumah Tangga)	42953
2	P (Pemerintahan)	1233
3	S (Sosial)	21611
4	B (Bisnis)	13442
5	I (Industri)	305

(Sumber: Data Kinerja AMU 2017)

Adapun data pelanggan PT PLN ULP Maros di Bandara Sultan Hasanuddin sebanyak 2 pelanggan.

Tabel 4.2 Pelanggan di penyulang Airport

No	Idpel	Nama Pelanggan	Alamat	Tarif	Daya	Faktor Kali	ULP
1.	321809748293	Bandara Hasanuddin/ ATC	Poros Mandai	B3	1.110 Kva	1600	Maros
2.	321801404062	Angkasa Pura I GD Mat	Bandara Baru	B3	5.540 Kva	6000	Maros

B. Data Jumlah Gangguan Penyulang PT PLN (Persero) UP3 Makassar Utara di GI Mandai

Sepanjang 2016-2018, UP3 Makassar Utara memiliki jumlah gangguan terbesar. Gangguan yang terjadi juga dikarenakan beberapa faktor. Berikut tabel penyebab gangguan Penyulang berdasarkan penyebab:

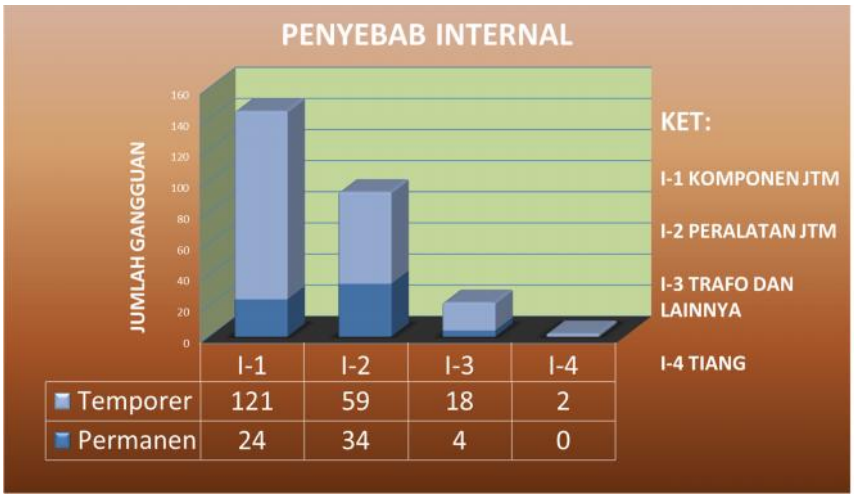
Tabel 4.3 Penyebab Gangguan Penyulang

Penyebab		Temporer	Permanen	Total
Eksternal	E-1 Pohon	28	19	47
	E-2 Bencana Alam	58	31	89
	E-3 Pekerjaan Pihak III/Binatang	18	15	33
	E-4 Layang-2/Umbul-2,DLL (Tidak Ketemu)	800	54	854

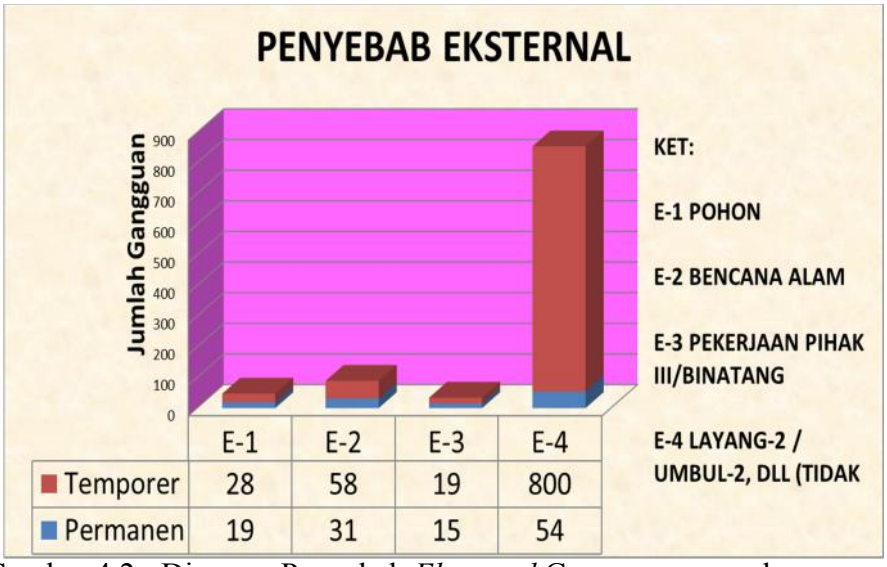
Internal	I-1 Komponen JTM	121	24	145
	I-2 Peralatan JTM	59	34	93
	I-3 Trafo dan lainnya	18	4	22
	I-4 Tiang	2	0	2

(Sumber: Data Kinerja UP3MU 2016)

Berikut diagram penyebab gangguan Penyulang :



Gambar 4.1 Diagram Penyebab *Internal* Gangguan penyulang
(Sumber: Data Kinerja UP3MU 2016)



Gambar 4.2 Diagram Penyebab *Eksternal* Gangguan penyulang
(Sumber: Data Kinerja UP3MU 2016)

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa gangguan yang terjadi pada penyulang di

tahun 2016 terdiri atas berbagai sebab. Pada Gambar 4.2 penyebab *Eksternal* terbanyak adalah Layang-layang/Umbul-umbul ,Dll(tidak ketemu) sebanyak delapan ratus lima puluh empat kali,bencana alam sebanyak delapan puluh sembilan kali, pohon sebanyak empat puluh tujuh kali, dan tiga puluh tiga kali gangguan pekerjaan pihak III/Binatang sedangkan gangguan internal penyebab terbesar yaitu komponen jtm sebesar seratus empat puluh lima kali , peralatan jtm sembilan puluh tiga kali,Trafo dan lainnya sebanyak dua puluh dua kali dan gangguan tiang sebanyak dua kali.

C. Perhitungan *Load Factor* pada Penyulang Pelanggan Potensial PLN UP3 Makassar Utara.

Perhitungan *Load Factor* pada penyulang dilakukan untuk mengetahui beberapa besar faktor beban pada tiap penyulang di GI Mandai, dengan acuan ini maka dapat ditentukan penyulang yang akan dipergunakan dalam *cubicle double incoming*. Data yang diambil berdasarkan perhitungan beban puncak rata – rata dan beban puncak tertinggi yang diambil pada bulan Desember 2017. Berikut contoh perhitungan untuk penyulangAirport :

WBP (Waktu Beban Puncak). WBP rata-rata terjadi pada pukul 19.00-22.00 dengan pengukuran dilakukan selama 7 hari.

WBP = 108+108+108+102+108+107+104 = 745

Average WBP = $\frac{745}{7}$ = 106.428

Peak Demand (puncak kebutuhan) beban diambil dari beban puncak tertinggi yang

diambil dari data 7 hari. *Peak Demand* = 108

Load Factor (faktor beban) adalah perbandingan beban rata-rata terhitung dengan puncak beban terhitung.

$$Load\ Factor = \frac{Average\ WBP}{Peak\ Demand} = \frac{106.428}{108} = 0.985$$

Load Factor tersebut adalah persentase faktor beban terhadap penyulang dari beban rata-rata dibagi dengan beban puncak, dalam *cubicle double incoming* akan terjadi perpindahan LBS penyulang normal ke LBS penyulang standby jika terjadi gangguan atau pemadaman. Pengaruh besar *load faktor* pada *cubicle* berhubungan dengan beban 2 penyulang yang dipasang di kedua *incoming*, jika load faktor pada penyulang 1 dan penyulang 2 sudah mencapai 0,8 atau lebih, maka pemakaian ATS di penyulang 1 dan penyulang 2 sudah tidak optimal lagi. Berikut adalah data pelanggan dengan daya kontrak diatas 1 MVA pada PLN ULP Maros yang di suplai dari Gardu Mandai 150 kV.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan *Load Factor* pada Seluruh Penyulang GI Mandai.

BEBAN PUNCAK PENYULANG ULP MAROS

TANGGAL	PENYULANG GI.MANDAI						
	AURI	BAN DARA	PALISI	GOM BARA	ANG KASA	U.PAN DANG	AIR PORT
1	38	122	192	97	0	166	69
2	158	137	211	94	0	270	69
3	49	168	198	85	0	240	108
4	55	177	176	241	0	270	110
5	67	157	230	125	0	217	110
6	65	52	227	158	0	221	108
7	63	49	216	156	0	214	106
8	64	48	209	145	0	219	105

9	60	48	217	94	0	206	104
10	61	51	191	78	0	229	105
11	65	51	190	147	0	197	106
12	66	54	216	144	0	202	110
13	65	52	210	145	0	248	109
14	64	49	199	156	0	226	110
15	62	135	223	138	0	235	110
16	55	134	211	103	0	176	106
17	51	126	198	0	0	96	104
18	47	131	210	141	0	102	107
19	48	144	159	140	0	89	99
20	43	134	159	130	0	95	101
21	40	138	151	135	0	97	102
22	53	139	163	116	0	101	106
23	53	156	168	100	0	105	107
24	54	162	176	73	0	111	105
25	56	167	177	82	0	105	108
26	58	173	182	100	0	107	108
27	53	163	179	134	0	108	108
28	52	153	157	139	0	97	102
29	62	168	184	131	0	105	108
30	56	48	175	100	0	105	107
31	60	47	170	74	0	101	104
JUMLAH	1843	3533	5924	3701	0	5060	3221
RATA-RATA	59,4516	113,96774	191,096	119,3871	0	163,2258065	103,9032
B.PUNCAK	158	177	230	241	0	270	110
LOAD FACTOR	0,37628	0,6438855	0,83085	0,4953821	0	0,604540024	0,944574

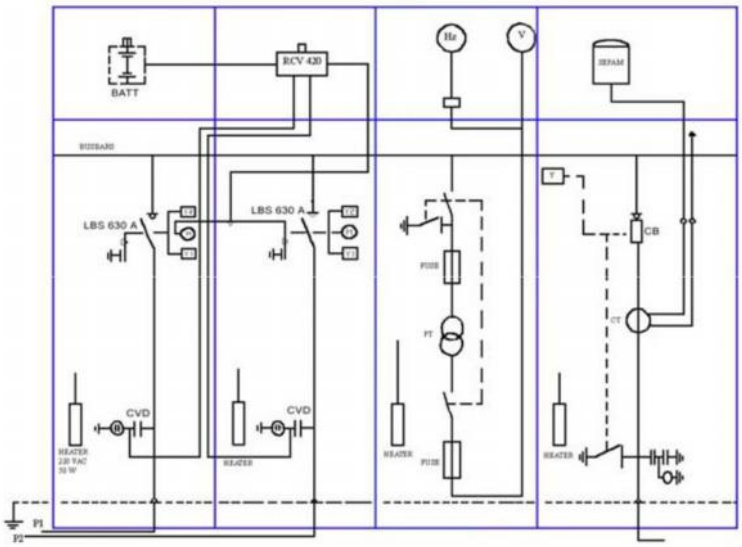
Tabel 4.5 Data pelanggan PLN ULP Maros dengan daya kontrak diatas 1 MVA bulan Juni 2018 di Penyulang Airport.

No	Idpel	Nama Pelanggan	Alamat	Tarif	Daya	Faktor Kali	ULP
1.	321809748293	Bandara Hasanuddin/ ATC	Poros Mandai	B3	1.110 Kva	1600	Maros
2.	321801404062	Angkasa Pura I GD	Bandara Baru	B3	5.540 Kva	6000	Maros

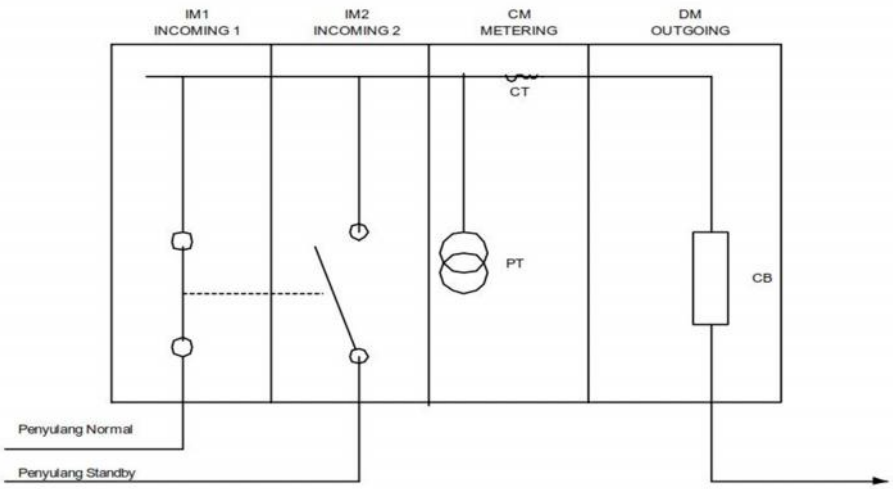
		Mat					

Untuk pelanggan dengan daya kontrak diatas 201 KVA dikategorikan sebagai pelanggan Tegangan Menengah (TM). Pelanggan dengan daya kontrak kurang dari 1 MVA didefinisikan adalah pelanggan yang menggunakan *Cubicle Single Incoming* sedangkan untuk pelanggan dengan daya kontrak diatas 1 MVA meggunakan *cubicle double incoming*, hal ini dikarenakan pada pelanggan 1 MVA keatas membutuhkan keandalan suplai daya yang tinggi.

D. Penggunaan *Cubicle 20 kV Double Incoming* untuk penyulang 20 kV GH Bandara Baru.



Gambar 4.3 Konstruksi *Single Line Cubicle 20 kV Double Incoming*.



Gambar 4.4 Skema Listrik ATS untuk Penyulang 1 dan Penyulang 2 C*ubicle 20 kV Double Incoming*

Dilihat dari segi konstruksi, cubicle double incoming terdiri dari tiga unit cubicle yaitu cubicle incoming tipe NSM, *cubicle metering*, dan *cubicle outgoing* yang masing-masing terhubung dengan bus 20 kV. Dimana jika terjadi gangguan dari penyulang utama, maka ATS akan bekerja dengan pindah dari incoming 1 (penyulang *normal*) ke incoming 2 (penyulang *standby*). Terdapat perangkat pengaman berupa relay sebagai pengatur pembatas untuk arus lebih dan sebagai proteksi terhadap gangguan hubung singkat antar phasa dan phasa ke tanah. Kecepatan ATS untuk pindah dari incoming 1 ke incoming 2 dapat diatur dengan waktu 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,5; 2 detik menggunakan RCV yang berupa *change over relay*. Dalam perencanaan kali ini ATS untuk pindah dari incoming 1 ke incoming 2 akan disetting 0,1 detik. Dengan setting 0,1 detik, diharapkan saat terjadi perpindahan suplai dari incoming 1 ke incoming 2 tidak akan menimbulkan

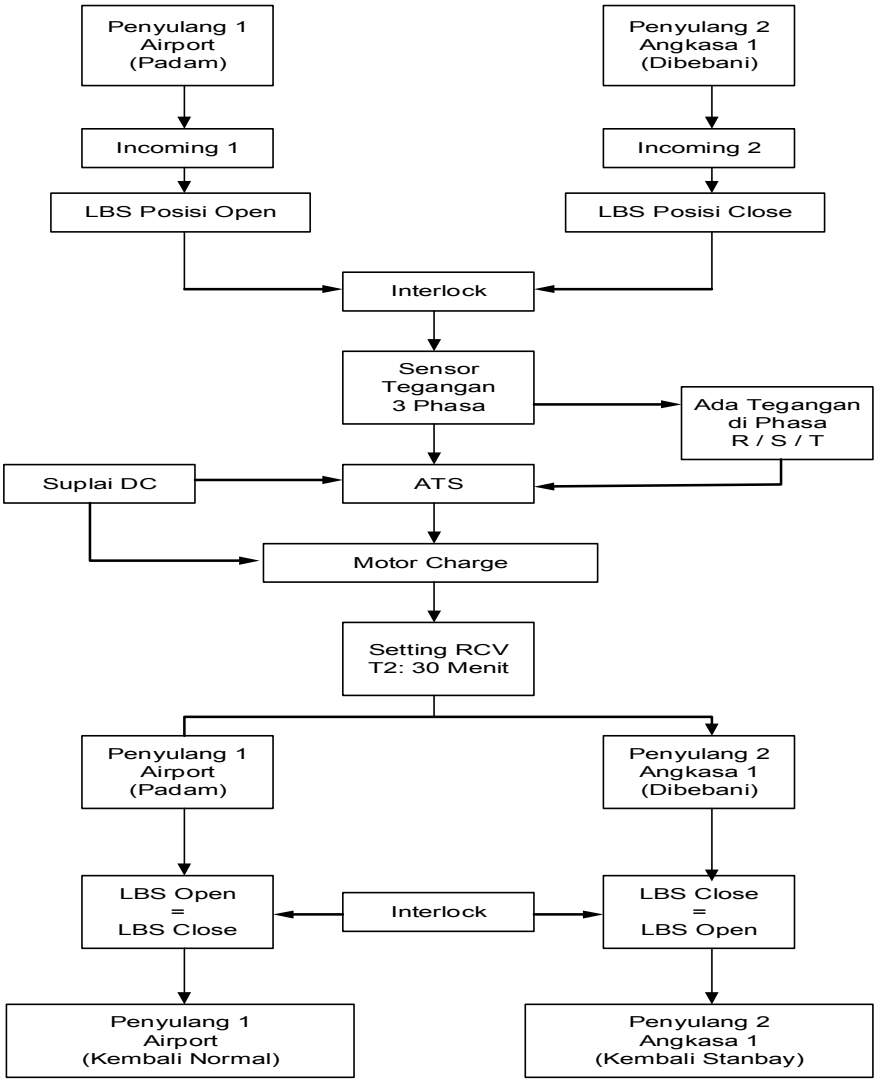
kedipan listrik (*voltage sag*) yang besar terhadap beban penerangan, tetapi untuk mesin-mesin industri yang memerlukan tingkat presisi yang tinggi dalam waktu 0,1 detik.

Cubicle Incoming tipe NSM terdapat ATS yang dilengkapi dengan sistem interlock yang dimana kedua incoming akan saling mengunci dan tidak akan *terparalel*. *Cubicle double incoming* memerlukan dua penyulang sebagai suplai daya. Sensor Tegangan pada ATS menggunakan *Capasitor Voltage Divider (CVD)* yang dipasangkan sebelum LBS disamping Trafo Tegangan. Untuk pengukuran digunakan *Cubicle Metering (CM).* Didalam *cubicle metering* terdapat *breaker* dan Trafo Tegangan (PT). Sensor yang digunakan adalah sensor 3 phasa di phasa *R,S,T Cubicle Outgoing (DM)* terdapat Trafo Arus (CT) dan *Air Circuit Breaker (ACB)* yang digunakan sebagai pengaman. Apabila ditinjau dari segi pelanggan yang berdaya kontrak diatas 1 MVA adalah adanya rasa aman kepada pelanggan. Pelanggan dapat merasa nyaman karena tersedianya suplai daya dari dua penyulang bila ada gangguan pada penyulang normal.

E. Perencanaan setting ATS kondisi normal dan gangguan pada penyulang 20 kV GH Bandara Baru.

Perencaaan setting ATS yang akan diterapkan pada penyulang Airport dan Angkasa 1 terlebih dahulu mempertimbangkan data besar beban pelanggan dan load factor pada seluruh penyulang di GI Mandai. Pelanggan PLN yang akan diterapkan dalam ini adalah 2 pelanggan di Bandara Internasional Sultan Hsanuddin yaitu Bandara Hasanuddin/ATC dengan daya 1.110 Kva dan Angkasa

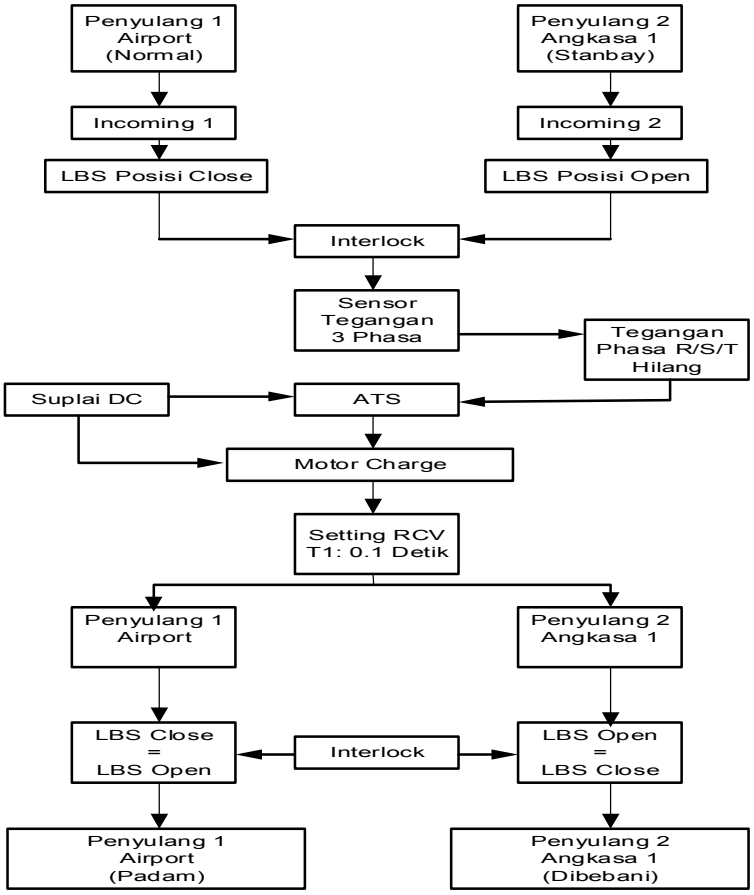
Pura I GD Mat daya 5.540 Kva . Penyulang Airport dan Angkasa 1 masih memungkinkan untuk diterapkan pada cubicle double incoming pada pelanggan tersebut. Dengan load factor pada penyulang Airport sebesar 0,944 dan penyulang Angkasa 1 sebesar 0 yang berarti bahwa penyulang baru dibebani sebesar 45% dan 0%, persentase tersebut masih memungkinkan untuk saling mensuplai kebutuhan beban ketika terjadi gangguan di salah satu penyulang. Apabila penyulang yang mensuplai ke pelanggan ada gangguan maka tidak akan langsung padam tetapi hanya padam selama 0.1 detik untuk proses pindah dari penyulang Airport ke penyulang Angkasa 1.



Gambar 4.5 Blok Diagram Setting ATS Saat Penyulang Normal Mengalami Gangguan.

Pada saat kondisi awal tidak terjadi gangguan, catu daya dari penyulang Airport masuk ke *incoming* 1 dan penyulang Angkasa 1 masuk ke *incoming* 2. Posisi awal ATS adalah LBS *close* pada *incoming* 1. Karena penyulang Airport mencatu daya ke *incoming* 1 dengan setting normal dan penyulang Angkasa 1

mencatu daya ke *incoming* 2 sebagai penyulang *standby*, maka penyulang Airport akan bekerja terlebih dahulu, sedangkan penyulang Angkasa 1 akan bekerja apabila penyulang Airport terjadi gangguan. Apabila penyulang Airport ada gangguan, maka penyulang Angkasa 1 sebagai penyulang standby akan bekerja untuk mensuplai daya ke pelanggan di Bandara Internasional Sultan Hasanuddin. Bandara Internasional Sultan Hasanuddin disuplai tidak hanya dari penyulang Airport saja, tetapi juga disuplai dari penyulang Angkasa 1 yang juga berasal dari GI Mandai.



Gambar 4.6 *Blok Diagram Setting* ATS Saat Salah Satu Penyulang Terganggu Kembali Normal.

Jika Penyulang Airport ada gangguan pada phasa R atau S atau T maka sensor tegangan pada incoming 1 akan mendeteksi adanya gangguan dengan tidak terdeteksinya tegangan pada phasa tersebut. Sensor tegangan dipasang pada phasa R,S,T (sensor tiga phasa), dimana sensor ini akan bekerja pada saat awal pengoperasian, saat penyulang Airport pada gangguan pada salah satu phasa hingga trip penyulang Angkasa 1 yang sebagai penyulang *standby* akan mensuplai daya yang dibutuhkan pelanggan penyulang Airport, jika penyulang Airport sudah tidak ada gangguan lagi selama minimal 30 menit., maka sensor tegangan bekerja berdasarkan pendeteksian tegangan pada *Capasitor Voltage Devider (CVD)* di phasa yang terdapat gangguan tersebut.

ATS akan disetting T1 = 0,1 detik dan T2 = 30 menit, pada saat pegas akan melepas LBS incoming 1, LBS pada incoming 2 akan close karena adanya interlock antar LBS pada incoming 1 dan incoming 2. Apabila sensor tegangan mendeteksi ada tegangan, kemudian motor charge untuk incoming 2 yang dicatu oleh *battery* akan berputar untuk mengencangkan pegas. Pegas tersebut berfungsi untuk melepas LBS yang *close* pada *incoming* 2. ATS siap untuk melepas LBS yang *close* pada *incoming* 2. Jika penyulang Airport sudah kembali normal selama 30 menit maka penyulang akan bekerja kembali dan penyulang Angkasa 1 pada posisi standby. Motor yang digunakan untuk menggerakkan LBS adalah jenis motor DC *shunt* sebab motor DC shunt mempunyai kecepatan yang konstan walaupun terjadi perubahan beban. *Input* tegangan untuk motor berasal dari *battery charger* sebesar 24 VDC.

F. Perhitungan *Indeks* Keandalan Konfigurasi Sitem pada Penyulang 20 kV GI Mandai.

Keandalan sistem dapat diklasifikasikan menurut konfigurasi sistem, khususnya konfigurasi jaringan. Konfigurasi tersebut lalu dihitung untuk memeperoleh indeks frekuensi pemadaman rata-rata (f) dan indeks lama pemadaman rata-rata (d).

Tabel 4.6 Data Rekapitulasi Gangguan Penyulang Trip GI Mandai tahun 2016 – 2018 PLN UP3 Makassar Utara.

No	PENYULANG	JANUARI s.d DESEMBER-2016		JANUARI s.d DESEMBER-2017		JANUARI s.d SEPTEMBER-2018		RATA-RATA	
		Kali (f)	Lama (d)	Kali (f)	Lama (d)	Kali (f)	Lama (d)	Kali (f)	Lama (d)
1	AURI	29	43,5	36	83,34	6	79,56	23,6	68,80
2	BANDARA	12	51,18	5	4,16	3	3,37	6,67	19,57
3	PALISI	31	11,56	41	666,0	28	39,04	33,3	238,8
4	GOMBARA	23	293,5	9	315,1	4	49,19	12,0	219,2
5	ANGKASA	0	0	0	0	0	0	0	0
6	U.PANDAN	42	227,5	46	126,2	11	9,13	33,0	120,9
7	AIRPORT	10	24,05	3	176,0	0	0	4,33	66,71

Standar indeks keandalan konfigurasi sistem yang dipakai dalam menentukan lama (d) dan kali (f) gangguan untuk penyulang sesuai dengan SPLN 68 – 2 : 1986 yaitu:

1. SUTM Radial : f = 3,2 kali / tahun, d = 21 jam / tahun.
2. SUTM Open Loop : f = 2,4 kali / tahun , d = 12,8 jam / tahun.

3. SKTM tanpa PPJD (Pusat Pengaturan Jaringan Distribusi) : f = 1,2 kali / tahun, d = 4,36 jam / tahun. Faktor Penyesuaian untuk Kalimantan-Sulawesi, diperoleh bahwa untuk :

1. SUTM *Radial* : f = 4,16 kali / tahun, d = 27,3 jam / tahun. Dengan panjang standar yang dipakai 20,8 km.
2. SUTM *Open Loop* : f = 3,12 kali / tahun, d = 16,64 jam / tahun. Dengan panjang standar yang dipakai 20,8 km
3. SKTM tanpa PPJD (Pusat Pengaturan Jaringan Distribusi) : f = 1,56 kali / tahun, d = 5,66 jam / tahun. Dengan panjang standar yang dipakai 10,4 km.

Nilai yang diambil dalam penyesuaian perhitungan diambil dari indeks kepustakaan PLN dengan ratio gangguan tahunan standar (λ standar) untuk SUTM dan SKTM masing – masing 0,2 dan 0,0s7 kali per kilometer.

Tabel 4.7 Perhitungan Ratio Gangguan (λ) pada GI Mandai tahun 2016 – 2018 PLN UP3 Makassar Utara.

NO.	Ratio Gangguan pada Penyulang GI Mandai (kali/km/tahun)	
	Tahun	Penyulang Airport
1	2016	0,900
2	2017	0,270
3	2018	0,000
Rata – Rata		0,390

Dari data perhitungan ratio gangguan rata-rata tahunan yang terjadi sepanjang tahun 2016 – 2018 diperoleh hasil untuk penyulang Airport sebesar 0,390 dan Angkasa 1 sebesar 0. Nilai tersebut digunakan untuk perbandingan

terhadap nilai standar PLN untuk menghitung indeks keandalan konfigurasi jaringan penyulang Airport dan Angkasa 1. Perhitungan indeks keandalan konfigurasi untuk jaringan SUTM Radial untuk lama (d) dan kali (f) gangguan dipenyulang Airport berdasarkan SPLN 68 – 2 : 1986, diperoleh :

$$f \text{ Penyulang Airport} = \frac{\text{km kenyataan}}{\text{km standart}} \times \frac{\lambda \text{ kenyataan}}{\lambda \text{ standart}} \times f \text{ standart}$$

$$= \frac{11{,}10 \text{ km}}{20{,}8 \text{ km}} \times \frac{0{,}416}{0{,}2} \times 4{,}16$$

$$= 4{,}33 \quad \text{kali/ tahun}$$

$$d \text{ Penyulang Airport} = \frac{\text{km kenyataan}}{\text{km standart}} \times \frac{\lambda \text{ kenyataan}}{\lambda \text{ standart}} \times f \text{ standart}$$

$$= \frac{11{,}10 \text{ km}}{20{,}8 \text{ km}} \times \frac{0{,}416}{0{,}2} \times 27{,}3$$

$$= 28{,}41 \quad \text{Jam/ tahun}$$

Tabel 4.8 Perbandingan Standar Murni, Perhitungan Indeks Keandalan dan Data tahun 2016 – 2018.

No	Penyulang	Standar Murni		Perhitungan Indeks Keandalan		Data tahun 2016 – 2018	
		f (kali)	d (lama)	f (kali)	d (lama)	f (kali)	d (lama)
1.	Airport	4,16	27,3	4,33	28,41	4,33	66,71

G. Perbandingan Keandalan Penggunaan *Cubicle Double Incoming* dengan *Cubicle Single Incoming*.

Untuk mengetahui banyak dan lamanya suatu gangguan pada suatu daerah dalam periode tertentu digunakan persamaan SAIDI *(System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI *(System average Interruption Frequency Index*). Persamaan SAIDI digunakan untuk menghitung lamanya (*duration*) gangguan yang terjadi dan persamaan SAIFI digunakan untuk menghitung banyaknya gangguan yang terjadi. Perhitungan tersebut dapat dipakai untuk menlihat indeks perbulan atau pertahun. Persamaan untuk SAIDI dan SAIFI adalah sebagai berikut dengan melihat data perbandingan antara *cubicle double incoming* setting normal dan *standby* dengan *cubicle single incoming* GI Mandai 3 tahun terakhir.

Berikut perhitungan SAIDI, SAIFI Penyulang Airport untuk penggunaan *Cubicle Double Incoming* :

SAIDI Penyulang Airport dengan data tahun 2016

$$= \left(\frac{\text{Durasi Jam X Pelanggan Padam}}{\text{Pelanggan P.Airort}} \right)$$

$$= \left(\frac{24{,}05 \text{ X } (0{,}1 \text{ / } 3600 \text{ x } 2\ )}{2} \right)$$

$$= 0{,}00016 \text{ jam/pelanggan /tahun}$$

SAIFI Penyulang Airport dengan data tahun 2016

$$= \left(\frac{\text{Jumlah Pelanggan Padam}}{\text{Pelanggan Airport}} \right)$$

$$= \left(\frac{10 \text{ X } (\ 0{,}1/3600) \text{ X } 2}{2} \right)$$

$$= 0{,}00027 \text{ Kali/pelanggan padam}$$

Cubicle double incoming dengan *setting* penyulang normal – *standby*

membutuhkan waktu 0,1 detik untuk berpindah ke LBS penyulang *standby* agar tetap normal bila ada gangguan. Perencanaan dengan *setting* normal - *standby* juga memerlukan waktu jeda selama 30 menit untuk kembali ke penyulang normal apabila sudah tidak terdapat gangguan. Pelanggan akan mengalami padam singkat sebanyak 2 kali untuk satu kali gangguan dengan durasi 0,1 detik.

Tabel 4.9 Perbandingan Perhitungan SAIDI dan SAIFI *Cubicle Single Incoming* dengan Penerapan *Cubicle Double Incoming.*

N0	Penyulang	Cubicle Single Incoming						Rata-Rata Tahun 2016-2018		Cubicle Double Incoming Tahun 2016	
		Tahun 2016		Tahun 2017		Tahun 2018					
		SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI
1.	Airport	24,05	10	176,05	3	0	0	66,7	4,333	0,00016	0,00027

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis penggunaan cubicle double incoming di GH Bandara Baru Sultan Hasanuddin, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan *load factor* pada penyulang Airport sebesar 0,944574 dan pada penyulang Angkasa 1 sebesar 0 sehingga kedua penyulang masih layak untuk diterapkan sebagai penyulang normal dan penyulang standby pada cubicle double incoming.
2. Penggunaan *cubicle double incoming* difungsikan untuk peningkatan kualitas pelayanan distribusi listrik kepada pelanggan potensial diatas 1 MVA di area pelayanan PLN UP3 Makassar Utara ULP Maros sehingga meminimalisir pemadaman daya listrik akibat faktor gangguan alam maupun pemeliharaan dari PLN.
3. Penggunaan *cubicle double incoming* dapat meningkatkan efektivitas pendistribusian energi listrik dari PT. PLN. Hal itu dapat dilihat dari frekuensi pemadaman yang akan berkurang kepada pelanggan dengan adanya penyulang standby.
4. Hasil Perhitungan indeks keandalan konfigurasi jaringan SUTM Radial untuk indeks lama rata-rata (d) dan indeks frekuensi pemadaman rata-rata (f) gangguan dipenyulang Airport berdasarkan SPLN1986 diperoleh untuk (f) maksimal adalah 4,33 dan untuk (d) maksimal adalah 28,41 sedangkan pada data rata-rata 3 tahun terakhir (f) untuk Airport 4,33 serta untuk (d) 66,71

sehingga *indeks* tersebut masih masih dikategorikan baik dan memenuhi standar.

5. Penerapan *cubicle double incoming* pada penyulang GH Bandara Baru dapat menaikkan efektifitas SAIDI pada penyulang 20 kV Airport di GH Bandara Baru dari data rata-rata tahun 2016-2018 dimana SAIDI Airport yang semula 66,7 jam/pelanggan/tahun menjadi 0,00016 jam/pelanggan/tahun sedangkan untuk SAIFI pada penyulang Airport dari semula 4,333 kali/pelanggan/tahun menjadi 0,00027 kali/pelanggan/tahun .

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Penulis menyarankan kepada pihak PT PLN (Persero) UP3 Makassar Utara bahwa *Automatic Transfer Switc (ATS)* agar penggunannya sesuai dengan perhitungan daya pelanggan dengan settingan *Automatic Transfer Switc (ATS)* sehingga dapat bekerja dengan baik dan maksimal.

2. Tulisan ini dapat dijadikan sebagai informasi pada sistem 20 Kv bandara internasional Sultan Hasanuddin di PT PLN (Persero) UP3 Makassar Utara ULP Maros.

DAFTAR PUSTAKA

Solinar, Chandra. 2010 . Kubikel (Panel Utama dan Panel Pembagi).(Http://www.scribd.com/doc/43558415/Laporan-Survey-Inst-teg-Menengah-2,diakses pada tanggal 5 September 2018).

Vrisco , Yonanan . 2014 . Makalah Tentang Kubikel 20 Kv. (Http://www.scribd.com/doc/283007283/Makalah-Tentang-Kubikel-20 Kv, diakses pada tanggal 5 September 2018).

Zuhr, Moh Aldianto .Pengenalan Kubikel 20 Kv dan komponen-komponen. (Http://www.scribd.com/document/324191654/3-Pengenalan-Kubikel-20Kv -Dan-Komonen-komponennya). PT PLN(Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan, diakses pada tanggal 5 September 2018).

Disyon. 2008. *Analisa Keandalan Sistem Distribusi Dengan Metode RIA (Realibility Index Assement)*.Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro.Universitas Kristen Petra.

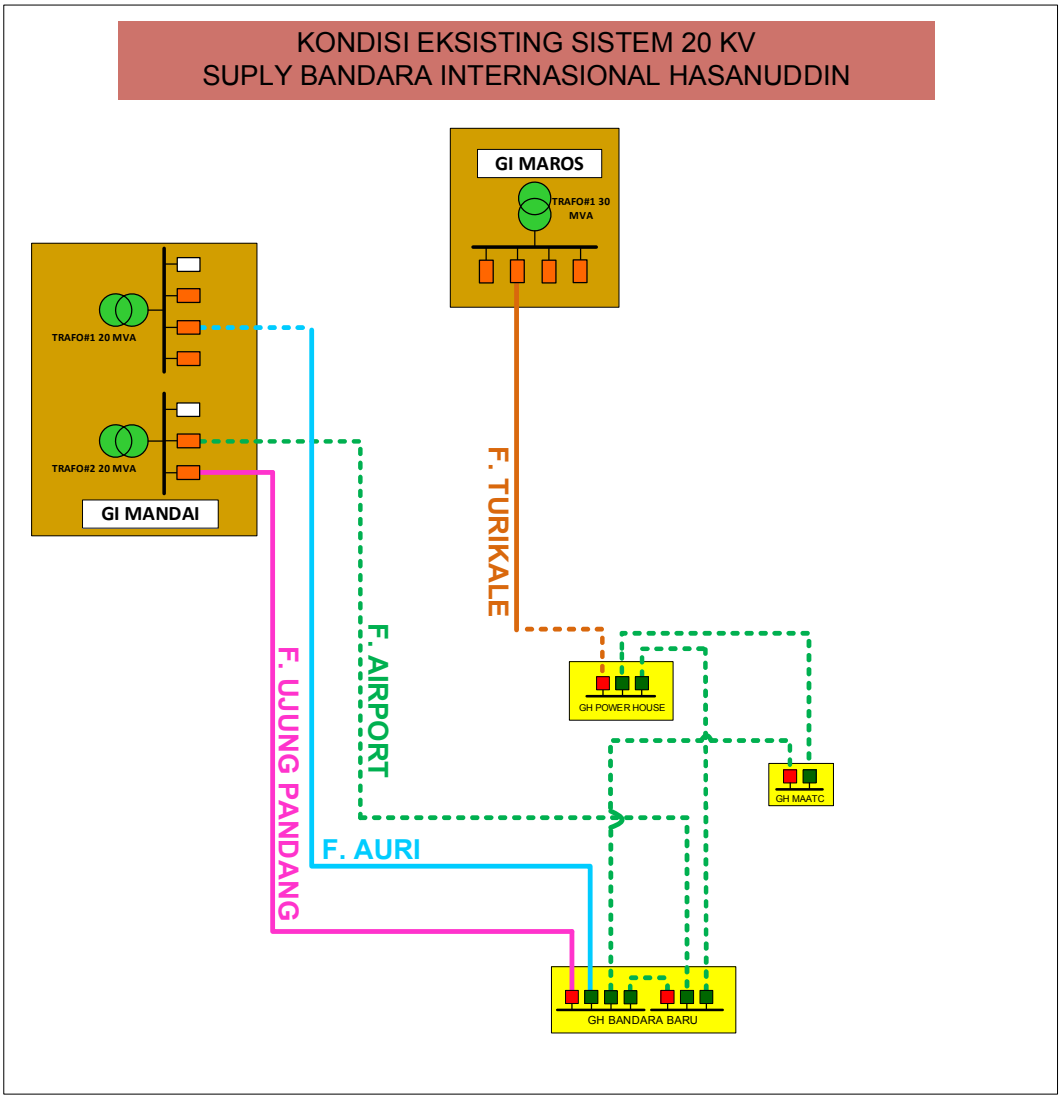
Gusti Putu.A., Nithya, Rukmi, Sari., 2015. *Analisa Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Kampus Dengan Menggunakan Penggabungan Metode SectionTecknique dan RIA*. Directory of Open Access Journal, 2, 1-5.

Hendy, A. Susanto, 2004. *Studi Perencanaan Setting ATS Penyulang 1 Penyulang 2terhadap Optimalisasi Pembebanan Pelanggan Potensial di PLN Distribusi Jawa Timur*. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro. Universitas Kristen Petra.

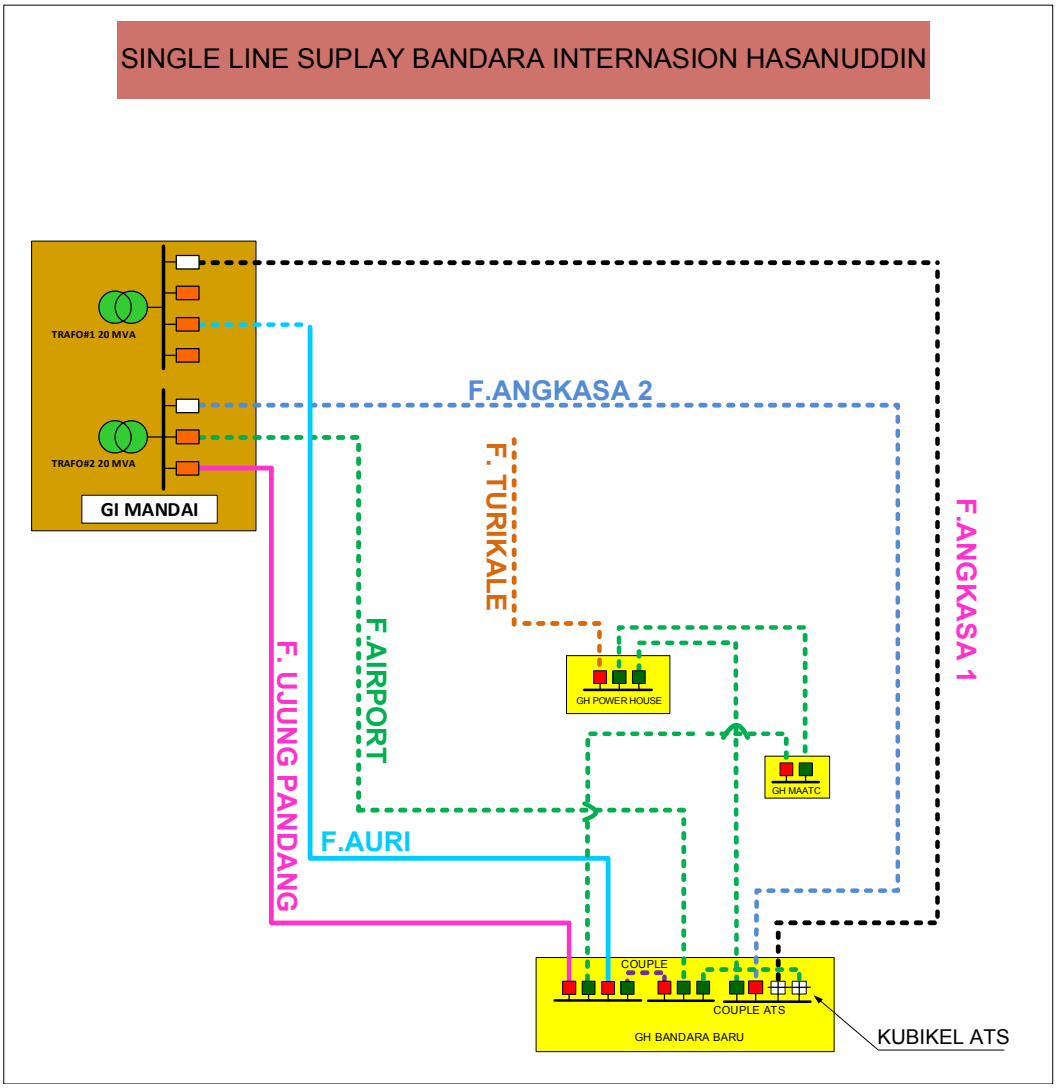
Moelyono, Nono. 2003. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik.* Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 1,153-15

LAMPIRAN

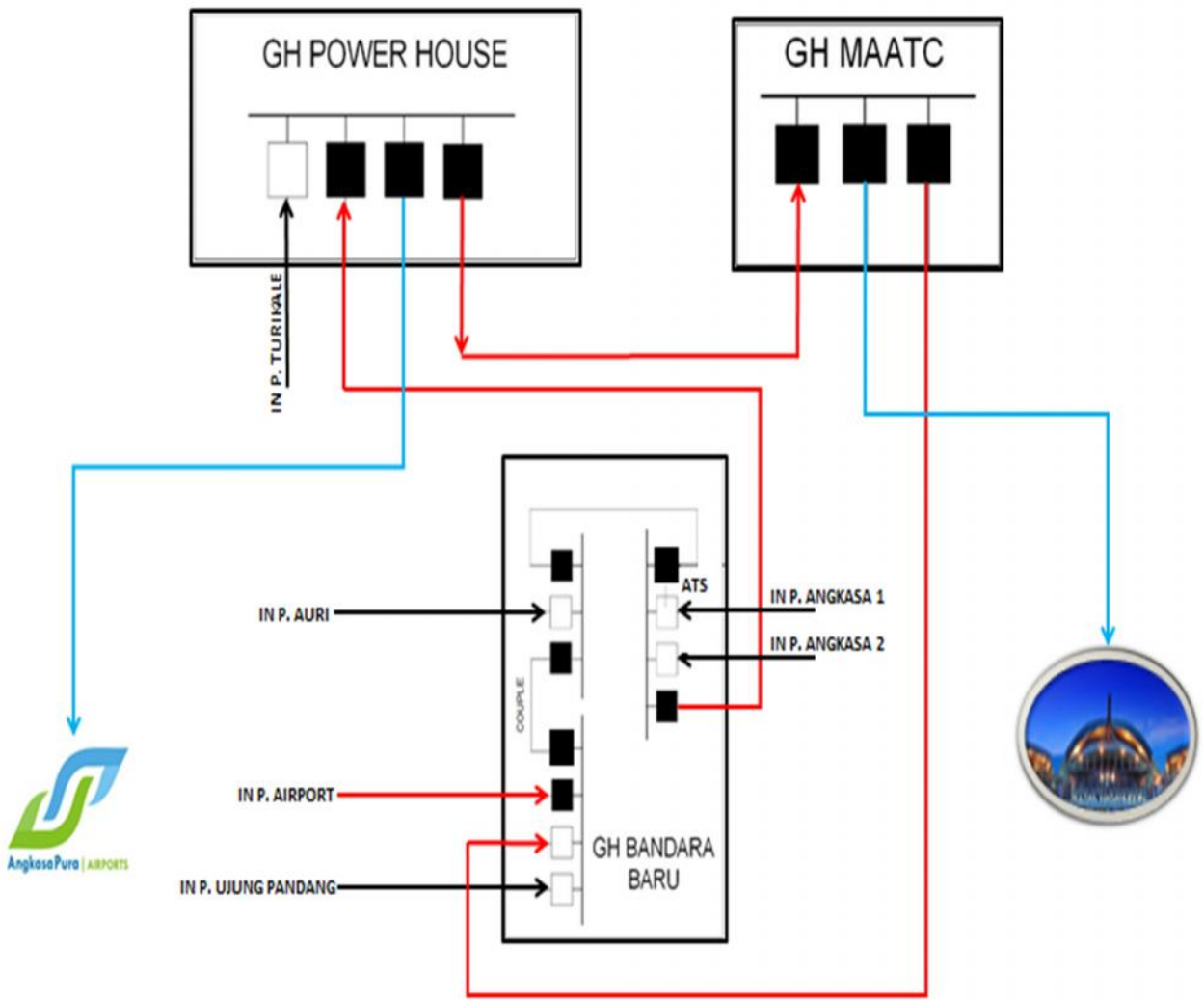
Lampiran 1. *Single Line Diagram* Eksisting Bandara Internasional Hasanuddin



Lampiran 2. *Single Line Diagram* Bandara Internasional Hasanuddin



Lampiran 3. *Single Line Diagram* Bandara Internasional Hasanuddin



Keterangan :

= Supply Utama F.Airport

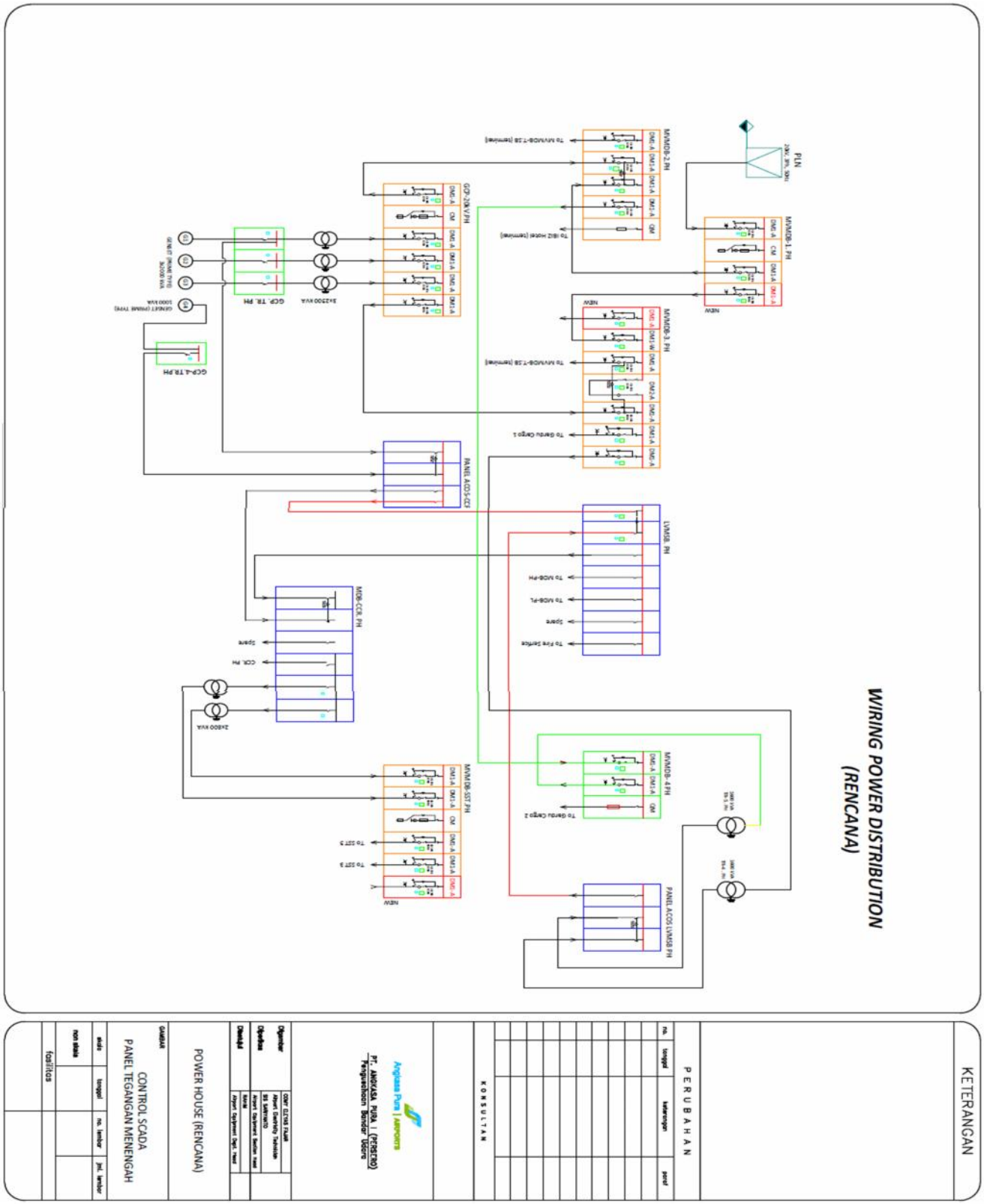
= Supply Stanbay F.Angkasa 1 , F.Angkasa 2 , F.Auri

= Supply Ke Pelanggan

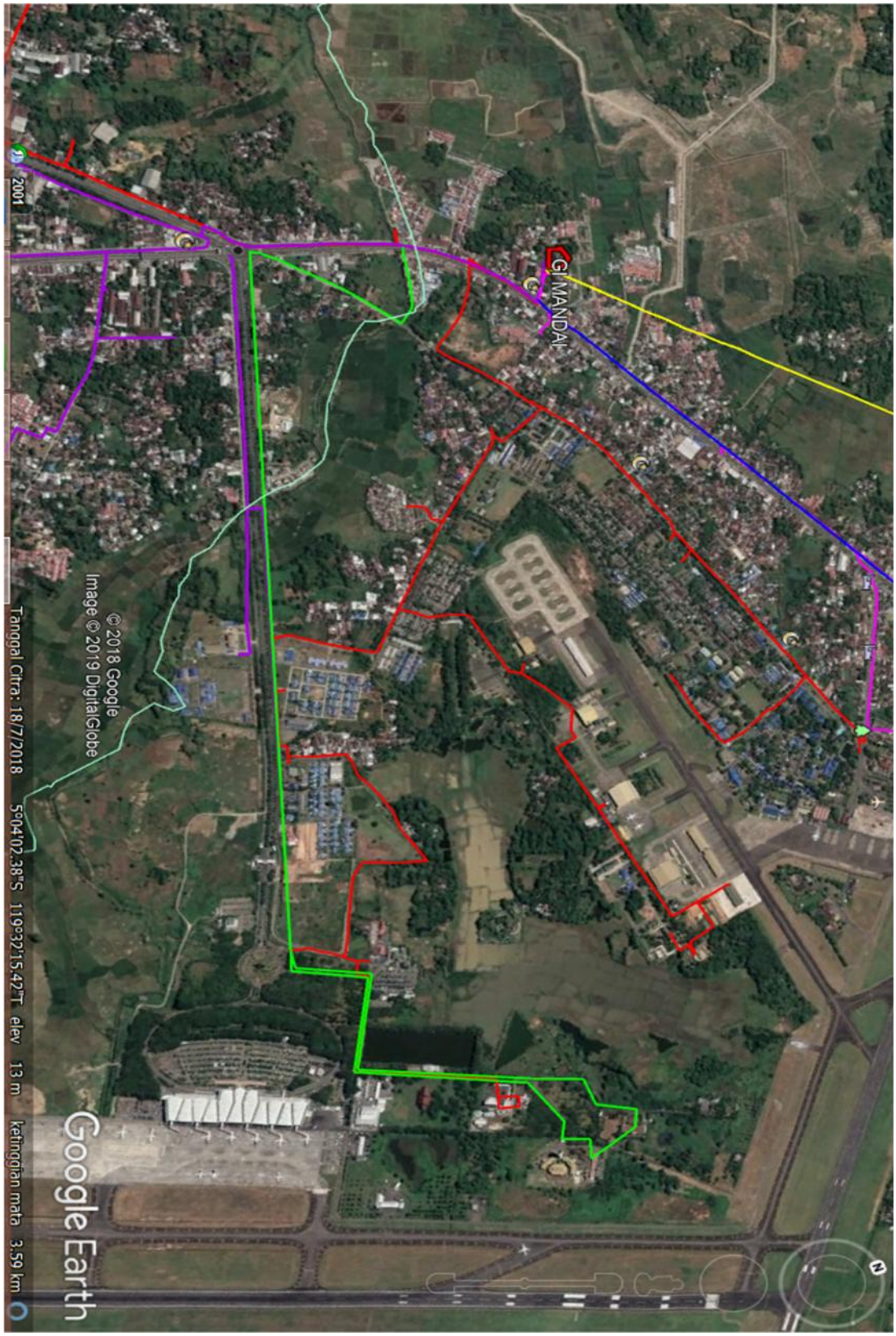
= Angkasa Pura I GD Mat (B3 / 5.540Kva)

= Bandara Hasanuddin/ATC (B3 / 1.110Kva)

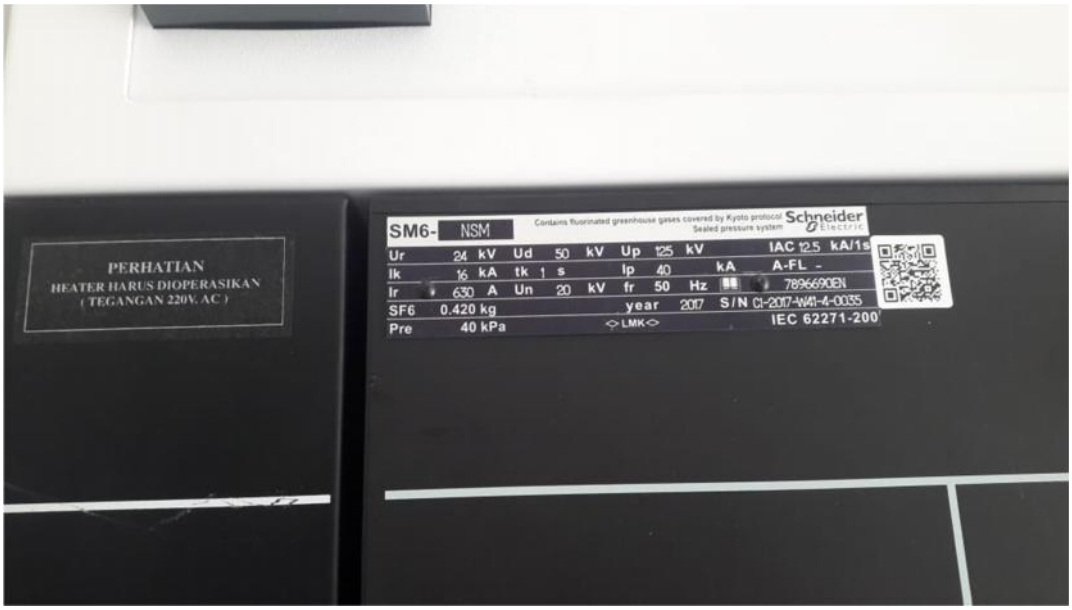
Lampiran 4. *Single Line Diagram Intalasi Kelistrikam Bandara Sultan Hasanuddin*



Lampiran 5. *Single Line Diagram Semua Penyulang GI.Mandai*



Lampiran 6. *Foto Cubicle Double Incoming , Name Plate Kubikel dan Automatic Transfer Switch*



Lampiran 7. *Daftar Gangguan Penyulang Tahn 2016-2018*

Tabel.5 Penyebab Gangguan Penyulang tahun 2016
(Sumber: Data Kinerja UP3MU 2016)

NO	UNIT	JUMLAH PENYULANG	PANJANG PENYULANG	PERMANEN										TEMPORER										JUMLAH GANGGUAN			PER	PER	INDIKASI RELAY		
				PENYEBAB INTERNAL					PENYEBAB EKSTERNAL					PENYEBAB INTERNAL					PENYEBAB EKSTERNAL								100 kms	100 kms			
		(bh)	(kms)	I-1	I-2	I-3	I-4	JUMLAH I	E-1	E-2	E-3	E-4	JUMLAH E	I-1	I-2	I-3	I-4	JUMLAH I	E-1	E-2	E-3	E-4	JUMLAH E	≤5"	>5"	TOTAL	(Gangguan >5")	(Gangguan Total)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9=5+6+7+8	10	11	12	13	14=10+11+12+13	5	6	7	8	9=5+6+7+8	10	11	12	13	14=10+11+12+13	15	16=9+14	17=15+16	18=16/4	19=17/4	OCR	GFR	OCR&GFR
1.3	RYN. MAROS	9	610,58	3	10	1	-	14	4	6	5	10	25	23	15	4	-	42	7	18	5	151	181	223	39	262	6,39	42,91	37	187	38
	P. Auri	1	17,54	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	1	2	6	-	19	27	28	1	29	5,70	165,29	6	21	2
	P. Bandara	1	10,00	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	1	-	2	-	3	-	1	-	6	7	10	2	12	20,00	120,01	1	10	1
	P. Palisi	1	138,31	1	2	-	-	3	1	1	1	2	5	4	2	-	-	6	-	1	-	16	17	23	8	31	5,78	22,41	1	30	-
	P. Maros	1	10,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	2	0,00	19,50	-	2	-
	P. Airport	1	11,10	-	1	-	-	1	-	-	3	2	5	1	-	-	-	1	-	1	-	2	3	4	6	10	54,04	90,07	2	3	5
	P. Lempangan	1	11,33	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	1	-	-	2	-	-	-	6	6	8	1	9	8,83	79,45	1	8	-
	P. Tambua	1	83,09	-	-	1	-	1	-	1	-	1	2	4	1	1	-	6	1	1	1	25	28	34	3	37	3,61	44,53	9	24	4
	P. Bosowa	1	85,46	-	1	-	-	1	2	-	-	2	4	2	1	-	-	3	-	1	1	25	27	30	5	35	5,85	40,96	5	21	9
	P. Turikale	1	107,01	2	5	-	-	7	1	2	-	3	6	10	9	1	-	20	4	7	3	50	64	84	13	97	12,15	90,64	12	68	17

Tabel.6 Rincian Gangguan Penylang tahun 2016

BULAN	ANGGAL	PENYULANG	RELAY	PADAM	NYALA	AMA	PENYEBAB
JANUARI	**12/01/2016**	**P_BANDARA**	**GFR**	**5:48:34 PM**	**5:49:13 PM**	**0:00:39**	**LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL**
JANUARI	**10/01/2016**	**P_PALISI**	**GFR**	**10:12:26 AM**	**10:15:24 AM**	**0:02:58**	**LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL**
JANUARI	**10/01/2016**	**P_AURI**	**GFR**	**10:12:26 AM**	**10:13:23 AM**	**0:00:57**	**LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL**

JANUARI	06/01/2016	P_AURI	GFR	11:56:26 PM	11:57:01 PM	0:00:35	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JANUARI	26/01/2016	P_AIRPORT	OCR & GFR	1:46:07 PM	2:26:40 PM	0:40:33	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
JANUARI	24/01/2016	P_PALISI	GFR	9:24:48 PM	10:11:56 PM	0:47:08	POHON
FEBRUARI	11/02/2016	P_AURI	GFR	5:53:05 PM	5:54:00 PM	0:00:55	BENCANA ALAM
FEBRUARI	11/02/2016	P_AURI	GFR	5:42:40 PM	5:43:15 PM	0:00:35	BENCANA ALAM
FEBRUARI	09/02/2016	P_AIRPORT	OCR & GFR	2:26:07 PM	2:27:31 PM	0:01:24	KOMPONEN JTM
FEBRUARI	17/02/2016	P_BANDARA	GFR	1:14:05 PM	1:14:43 PM	0:00:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	15/02/2016	P_AURI	GFR	8:53:17 AM	8:54:00 AM	0:00:43	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	14/02/2016	P_AURI	GFR	7:04:28 PM	7:05:19 PM	0:00:51	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	08/02/2016	P_AIRPORT	OCR & GFR	8:37:13 PM	8:40:27 PM	0:03:14	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	06/02/2016	P_AIRPORT	OCR & GFR	8:56:28 AM	9:36:57 AM	0:40:29	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	18/02/2016	P_AURI	GFR	10:28:45 AM	10:46:37 AM	0:17:52	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
MARET	03/03/2016	P_PALISI	GFR	1:31:48 PM	1:33:26 PM	0:01:38	KOMPONEN JTM
MARET	03/03/2016	P_AIRPORT	OCR & GFR	1:31:48 PM	1:36:50 PM	0:05:02	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MARET	01/03/2016	P_AURI	GFR	1:52:15 PM	1:52:48 PM	0:00:33	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MARET	07/03/2016	P_PALISI	GFR	12:33:11 PM	12:40:16 PM	0:07:05	PERALATAN JTM
MARET	07/03/2016	P_BANDARA	GFR	4:23:46 PM	4:24:16 PM	0:00:30	TRAFO DAN LAINNYA
APRIL	27/04/2016	P_GOMBARA	OCR	6:38:42 PM	7:48:53 PM	1:10:11	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	22/04/2016	P_GOMBARA	OCR	3:34:10 PM	3:34:39 PM	0:00:29	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	19/04/2016	P_PALISI	GFR	10:15:51 AM	10:17:16 AM	0:01:25	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	07/04/2016	P_GOMBARA	GFR	4:05:55 PM	4:07:11 PM	0:01:16	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	19/04/2016	P_GOMBARA	GFR	11:59:05 AM	1:16:41 PM	1:17:36	PERALATAN JTM
APRIL	19/04/2016	P_GOMBARA	GFR	10:15:51 AM	10:16:34 AM	0:00:43	PERALATAN JTM
MEI	21/05/2016	P_GOMBARA	OCR & GFR	7:58:02 PM	7:58:45 PM	0:00:43	KOMPONEN JTM

MEI	31/05/2016	P_PALISI	GFR	5:13:22 PM	5:14:02 PM	0:00:40	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	30/05/2016	P_PALISI	GFR	4:52:15 PM	6:19:59 PM	1:27:44	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	26/05/2016	P_PALISI	GFR	8:24:21 AM	8:24:58 AM	0:00:37	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	25/05/2016	P_GOMBARA	GFR	4:50:03 PM	4:50:37 PM	0:00:34	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	20/05/2016	P_PALISI	GFR	2:30:58 PM	2:31:39 PM	0:00:41	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	01/05/2016	P_GOMBARA	GFR	2:30:25 PM	2:31:14 PM	0:00:49	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	31/05/2016	P_PALISI	GFR	11:59:52 AM	1:47:13 PM	1:47:21	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
JUNI	27/06/2016	P_BANDARA	GFR	12:22:25 AM	12:23:01 AM	0:00:36	KOMPONEN JTM
JUNI	27/06/2016	P_AURI	GFR	2:42:31 AM	2:43:11 AM	0:00:40	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	20/06/2016	P_AURI	OCR	5:00:00 PM	5:00:38 PM	0:00:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	17/06/2016	P_AURI	GFR	8:09:51 AM	8:10:52 AM	0:01:01	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	16/06/2016	P_PALISI	GFR	12:40:12 PM	12:43:39 PM	0:03:27	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	15/06/2016	P_PALISI	GFR	11:55:02 PM	11:55:42 PM	0:00:40	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	15/06/2016	P_GOMBARA	GFR	11:22:10 PM	11:23:10 PM	0:01:00	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	15/06/2016	P_GOMBARA	GFR	3:07:38 PM	3:15:12 PM	0:07:34	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	13/06/2016	P_GOMBARA	GFR	10:52:14 AM	10:52:54 AM	0:00:40	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	07/06/2016	P_AURI	GFR	5:37:40 AM	5:38:25 AM	0:00:45	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	01/06/2016	P_PALISI	GFR	1:29:56 PM	1:30:34 PM	0:00:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	26/06/2016	P_PALISI	GFR	11:01:58 PM	11:02:36 PM	0:00:38	PERALATAN JTM
JUNI	26/06/2016	P_PALISI	GFR	10:36:19 PM	10:37:05 PM	0:00:46	PERALATAN JTM
JULI	24/07/2016	P_GOMBARA	GFR	6:27:23 PM	6:28:11 PM	0:00:48	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	24/07/2016	P_GOMBARA	GFR	9:23:12 AM	9:23:55 AM	0:00:43	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	22/07/2016	P_GOMBARA	GFR	6:59:10 AM	6:59:51 AM	0:00:41	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	18/07/2016	P_AIRPORT	OCR	2:23:48 PM	2:24:26 PM	0:00:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL

JULI	16/07/2016	P_PALISI	GFR	4:32:36 AM	4:33:20 AM	0:00:44	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	14/07/2016	P_GOMBARA	GFR	11:29:29 PM	11:30:06 PM	0:00:37	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	08/07/2016	P_GOMBARA	GFR	10:07:59 PM	10:09:35 PM	0:01:36	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	04/07/2016	P_gombara	GFR	12:06:23 AM	12:07:50 AM	0:01:27	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	03/07/2016	P_GOMBARA	GFR	2:28:31 PM	2:29:06 PM	0:00:35	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	16/07/2016	P_GOMBARA	GFR	11:55:38 AM	1:00:45 PM	1:05:07	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
JULI	16/07/2016	P_GOMBARA	GFR	9:52:38 AM	10:02:00 AM	0:09:22	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
JULI	01/07/2016	P_AURI	GFR	11:02:39 PM	11:03:23 PM	0:00:44	PERALATAN JTM
AGUSTUS	26/08/2016	P_AURI	GFR	2:24:14 PM	2:25:00 PM	0:00:46	BENCANA ALAM
AGUSTUS	16/08/2016	P_AURI	GFR	2:39:25 PM	2:40:06 PM	0:00:41	BENCANA ALAM
AGUSTUS	26/08/2016	P_PALISI	GFR	1:23:30 PM	1:24:21 PM	0:00:51	KOMPONEN JTM
AGUSTUS	21/08/2016	P_GOMBARA	GFR	2:52:57 PM	3:30:12 PM	0:37:15	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
AGUSTUS	15/08/2016	P_BANDARA	OCR & GFR	9:53:21 AM	9:54:05 AM	0:00:44	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
AGUSTUS	14/08/2016	P_BANDARA	GFR	12:13:44 AM	12:14:28 AM	0:00:44	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
AGUSTUS	01/08/2016	P_GOMBARA	GFR	11:35:16 PM	11:36:01 PM	0:00:45	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
SEPTEMBER	08/09/2016	P_AURI	GFR	5:31:11 AM	5:31:55 AM	0:00:44	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	20/10/2016	P_AURI	GFR	6:15:38 PM	6:16:46 PM	0:01:08	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	19/10/2016	P_AURI	GFR	2:31:28 PM	2:33:20 PM	0:01:52	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	11/10/2016	P_BANDARA	GFR	3:01:20 PM	3:02:11 PM	0:00:51	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	03/10/2016	P_PALISI	GFR	9:00:48 PM	9:01:27 PM	0:00:39	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	22/10/2016	P_AIRPORT	GFR	1:54:32 PM	8:33:27 PM	6:38:55	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
OKTOBER	11/10/2016	P_BANDARA	OCR	10:12:02 PM	10:47:55 PM	0:35:53	PERALATAN JTM
OKTOBER	27/10/2016	P_AURI	OCR	1:49:09 PM	1:49:40 PM	0:00:31	POHON
OKTOBER	06/10/2016	P_AURI	OCR	1:23:05 PM	1:24:46 PM	0:01:41	POHON

NOVEMBER	20/11/2016	P_PALISI	GFR	4:25:43 PM	5:23:17 PM	0:57:34	BENCANA ALAM
NOVEMBER	19/11/2016	P_AURI	GFR	12:40:12 PM	12:41:10 PM	0:00:58	BENCANA ALAM
NOVEMBER	09/11/2016	P_AIRPORT	GFR	6:36:15 AM	6:36:34 AM	0:00:19	BENCANA ALAM
NOVEMBER	21/11/2016	P_PALISI	GFR	3:48:33 PM	3:49:46 PM	0:01:13	KOMPONEN JTM
NOVEMBER	17/11/2016	P_PALISI	GFR	5:05:58 AM	6:51:25 AM	1:45:27	KOMPONEN JTM
NOVEMBER	30/11/2016	P_PALISI	GFR	2:46:00 AM	2:48:08 AM	0:02:08	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	30/11/2016	P_AURI	OCR & GFR	2:46:00 AM	2:46:55 AM	0:00:55	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	29/11/2016	P_AURI	GFR	10:30:24 PM	10:30:49 PM	0:00:25	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	29/11/2016	P_PALISI	GFR	3:42:00 PM	3:42:53 PM	0:00:53	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	28/11/2016	P_PALISI	GFR	2:03:51 PM	2:04:29 PM	0:00:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	24/11/2016	P_PALISI	GFR	8:08:23 PM	8:08:52 PM	0:00:29	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	24/11/2016	P_PALISI	GFR	4:10:33 AM	4:11:17 AM	0:00:44	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	22/11/2016	P_PALISI	GFR	5:26:01 PM	6:12:52 PM	0:46:51	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	22/11/2016	P_PALISI	GFR	5:14:05 PM	5:14:46 PM	0:00:41	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	05/11/2016	P_AURI	OCR	12:41:22 PM	12:41:57 PM	0:00:35	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	30/11/2016	P_PALISI	GFR	3:55:22 PM	7:49:19 PM	3:53:57	PERALATAN JTM
DESEMBER	22/12/2016	GOMBARA	GFR	12:55:38 PM	1:09:02 PM	0:13:24	BENCANA ALAM
DESEMBER	22/12/2016	BANDARA	GFR	3:29:06 AM	3:36:45 AM	0:07:39	BENCANA ALAM
DESEMBER	22/12/2016	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	2:55:06 AM	3:13:46 AM	0:18:40	BENCANA ALAM
DESEMBER	22/12/2016	BANDARA	GFR	2:50:24 AM	2:52:45 AM	0:02:21	BENCANA ALAM
DESEMBER	22/12/2016	AURI	OCR	2:47:38 AM	2:52:35 AM	0:04:57	BENCANA ALAM
DESEMBER	31/12/2016	AURI	GFR	6:43:58 PM	6:44:27 PM	0:00:29	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	26/12/2016	AURI	GFR	6:33:08 PM	6:33:36 PM	0:00:28	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	26/12/2016	UJUNG PANDANG	GFR	3:32:12 AM	3:32:47 AM	0:00:35	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL

DESEMBER	**19/12/2016**	**AURI**	**OCR**	**2:52:07 PM**	**2:52:40 PM**	**0:00:33**	**LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL**
DESEMBER	**18/12/2016**	**UJUNG PANDANG**	**OCR & GFR**	**6:48:16 PM**	**6:49:09 PM**	**0:00:53**	**LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL**
DESEMBER	**05/12/2016**	**AURI**	**OCR & GFR**	**3:41:27 PM**	**3:41:45 PM**	**0:00:18**	**LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL**
DESEMBER	**04/12/2016**	**BANDARA**	**GFR**	**11:10:57 PM**	**11:11:15 PM**	**0:00:18**	**LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL**
DESEMBER	**06/12/2016**	**AIRPORT**	**OCR**	**1:38:10 PM**	**3:01:15 AM**	**13:23:05**	**PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG**
DESEMBER	**11/12/2016**	**AIRPORT**	**GFR**	**10:39:53 PM**	**1:30:19 AM**	**2:50:26**	**PERALATAN JTM**
DESEMBER	**04/12/2016**	**BANDARA**	**GFR**	**11:20:17 PM**	**11:20:42 PM**	**0:00:25**	**TRAFO DAN LAINNYA**

Tabel.7 Penyebab Gangguan Penyulang tahun 2017
(Sumber: Data Kinerja UP3MU 2017)

NO	UNIT	JUMLAH PENYULANG	PANJANG PENYULANG	PERMANEN										TEMPORER										JUMLAH GANGGUAN			PER	PER	INDIKASI RELAY		
				PENYEBAB INTERNAL					PENYEBAB EKSTERNAL					PENYEBAB INTERNAL					PENYEBAB EKSTERNAL								100 kms	100 kms			
		(bh)	(kms)	I-1	I-2	I-3	I-4	JUMLAH I	E-1	E-2	E-3	E-4	JUMLAH E	I-1	I-2	I-3	I-4	JUMLAH I	E-1	E-2	E-3	E-4	JUMLAH E	≤5"	>5"	TOTAL	(Gangguan >5")	(Gangguan Total)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9=5+6+7+8	10	11	12	13	14=10+11+12+13	5	6	7	8	9=5+6+7+8	10	11	12	13	14=10+11+12+13	15	16=9+14	17=15+16	18=16/4	19=17/4	OCR	GFR	OCR&GFR
1.3	RYN. MAROS	9	625,74	3	4	-	-	7	2	12	3	2	19	27	21	3	-	51	6	21	14	104	145	196	26	222	4,16	35,48	4	32	7
	P. Auri	1	17,54	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	7	7	2	-	16	1	3	2	12	18	34	2	36	11,40	205,19	-	4	1
	P. Bandara	1	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	4	-	-	-	1	1	5	-	5	0,00	50,01	-	1	-
	P. Pallsi	1	138,31	1	-	-	-	1	-	3	2	-	5	8	2	-	-	10	1	4	2	18	25	35	6	41	4,34	29,64	-	-	-
	P. Maros	1	10,26	1	-	-	-	1	-	-	1	1	2	2	2	-	-	4	-	1	1	12	14	18	3	21	29,25	204,72	-	8	-
	P. Airport	1	11,10	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	1	2	1	3	9,01	27,02	1	-	-
	P. Lempangan	1	11,33	-	-	-	-	-	1	2	-	1	4	1	1	-	-	2	-	2	2	9	13	15	4	19	35,31	167,73	-	2	-
	P. Tambua	1	83,09	-	1	-	-	1	-	2	-	-	2	-	5	1	-	6	1	1	3	18	23	29	3	32	3,61	38,51	-	3	1
	P. Bossowa	1	85,46	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	3	1	-	-	4	-	3	2	14	19	23	2	25	2,34	29,25	1	5	1
	P. Tunikale	1	107,01	1	1	-	-	2	-	3	-	-	3	3	1	-	-	4	3	7	2	19	31	35	5	40	4,67	37,38	2	9	4

Tabel 8 Rincian Gangguan Penylang tahun 2017

BULAN	TANGGAL	PENYULANG	RELAY	PADAM	NYALA	LAMA	PENYEBAB
JANUARI	**4-Jan-17**	**BANDARA**	**GFR**	**7:25:03 AM**	**7:25:44 AM**	**0:00:41**	**PERALATAN JTM**
JANUARI	**10-Jan-17**	**UJUNG PANDANG**	**OCR & GFR**	**12:35:34 PM**	**12:42:03 PM**	**0:06:29**	**LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL**
JANUARI	**10-Jan-17**	**GOMBARA**	**GFR**	**12:35:35 PM**	**12:36:52 PM**	**0:01:17**	**KOMPONEN JTM**

JANUARI	10-Jan-17	UJUNG PANDANG	GFR	2:48:09 PM	2:48:45 PM	0:00:36	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JANUARI	12-Jan-17	GOMBARA	GFR	4:28:12 AM	5:41:33 AM	1:13:21	KOMPONEN JTM
JANUARI	13-Jan-17	AURI	GFR	10:59:31 PM	10:59:56 PM	0:00:25	KOMPONEN JTM
JANUARI	26-Jan-17	AURI	GFR	11:18:02 AM	11:18:25 AM	0:00:23	PERALATAN JTM
JANUARI	27-Jan-17	UJUNG PANDANG	GFR	9:25:50 PM	9:26:36 PM	0:00:46	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JANUARI	30-Jan-17	GOMBARA	GFR	8:41:53 PM	8:42:52 PM	0:00:59	BENCANA ALAM
JANUARI	30-Jan-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	8:43:15 PM	8:51:11 PM	0:07:56	BENCANA ALAM
JANUARI	31-Jan-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	7:31:54 PM	7:32:25 PM	0:00:31	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	03-Feb-17	GOMBARA	OCR & GFR	10:27:39 AM	12:18:35 PM	1:50:56	BENCANA ALAM
FEBRUARI	03-Feb-17	AURI	OCR & GFR	10:46:03 AM	11:13:35 AM	0:27:32	PERALATAN JTM
FEBRUARI	04-Feb-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	6:22:42 PM	6:31:20 PM	0:08:38	BENCANA ALAM
FEBRUARI	06-Feb-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	9:45:34 PM	9:46:19 PM	0:00:45	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
FEBRUARI	07-Feb-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	1:44:37 AM	1:44:57 AM	0:00:20	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
FEBRUARI	07-Feb-17	AURI	GFR	3:32:06 AM	4:00:47 AM	0:28:41	BENCANA ALAM
FEBRUARI	10-Feb-17	AURI	GFR	2:40:33 PM	2:41:12 PM	0:00:39	BENCANA ALAM
FEBRUARI	12-Feb-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	4:03:57 PM	4:04:21 PM	0:00:24	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	13-Feb-17	PALISI	GFR	7:45:24 PM	7:46:08 PM	0:00:44	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	14-Feb-17	PALISI	GFR	9:57:46 AM	11:44:44 AM	1:46:58	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
FEBRUARI	14-Feb-17	PALISI	OCR	10:26:44 PM	10:28:09 PM	0:01:25	KOMPONEN JTM
FEBRUARI	14-Feb-17	PALISI	OCR	11:33:02 PM	11:34:25 PM	0:01:23	KOMPONEN JTM
FEBRUARI	15-Feb-17	AURI	OCR & GFR	10:54:13 AM	10:55:04 AM	0:00:51	POHON
FEBRUARI	15-Feb-17	PALISI	GFR	12:55:04 PM	12:55:46 PM	0:00:42	PERALATAN JTM
FEBRUARI	16-Feb-17	PALISI	GFR	7:54:16 PM	7:55:05 PM	0:00:49	KOMPONEN JTM

FEBRUARI	17-Feb-17	UJUNG PANDANG	GFR	4:22:57 AM	4:26:42 AM	0:03:45	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	17-Feb-17	UJUNG PANDANG	GFR	7:16:36 AM	7:25:57 AM	0:09:21	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	19-Feb-17	PALISI	GFR	1:44:31 AM	1:44:57 AM	0:00:26	KOMPONEN JTM
FEBRUARI	19-Feb-17	UJUNG PANDANG	GFR	4:31:17 PM	4:31:59 PM	0:00:42	KOMPONEN JTM
FEBRUARI	19-Feb-17	PALISI	GFR	8:44:59 PM	8:45:29 PM	0:00:30	BENCANA ALAM
FEBRUARI	21-Feb-17	PALISI	GFR	3:10:42 AM	3:11:31 AM	0:00:49	BENCANA ALAM
FEBRUARI	22-Feb-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	7:55:16 AM	7:56:51 AM	0:01:35	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
FEBRUARI	24-Feb-17	PALISI	OCR & GFR	6:54:00 PM	10:51:00 PM	3:57:00	BENCANA ALAM
MARET	02-Mar-17	PALISI	GFR	3:15:27 AM	3:16:45 AM	0:01:18	KOMPONEN JTM
MARET	02-Mar-17	BANDARA	OCR & GFR	3:15:28 AM	3:16:32 AM	0:01:04	KOMPONEN JTM
MARET	03-Mar-17	PALISI	GFR	8:09:27 AM	8:10:21 AM	0:00:54	KOMPONEN JTM
MARET	05-Mar-17	PALISI	GFR	5:17:07 AM	5:17:40 AM	0:00:33	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MARET	07-Mar-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	6:53:14 AM	6:53:56 AM	0:00:42	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MARET	09-Mar-17	UJUNG PANDANG	GFR	9:34:55 AM	9:35:28 AM	0:00:33	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MARET	14-Mar-17	PALISI	GFR	2:43:02 AM	2:43:52 AM	0:00:50	PERALATAN JTM
MARET	19-Mar-17	UJUNG PANDANG	GFR	12:15:59 PM	12:16:22 PM	0:00:23	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MARET	20-Mar-17	UJUNG PANDANG	GFR	12:14:50 PM	12:15:20 PM	0:00:30	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MARET	21-Mar-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	8:17:07 AM	8:17:46 AM	0:00:39	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MARET	26-Mar-17	UJUNG PANDANG	GFR	11:15:30 PM	12:20:30 AM	1:05:00	KOMPONEN JTM
MARET	27-Mar-17	UJUNG PANDANG	OCR	7:47:11 PM	7:47:29 PM	0:00:18	TRAFO DAN LAINNYA
MARET	28-Mar-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	9:46:57 PM	9:47:53 PM	0:00:56	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	05-Apr-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	11:42:04 AM	11:42:51 AM	0:00:47	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	09-Apr-17	AURI	OCR & GFR	11:25:27 PM	11:25:44 PM	0:00:17	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	14-Apr-17	AURI	OCR & GFR	3:30:21 PM	3:31:10 PM	0:00:49	KOMPONEN JTM

APRIL	15-Apr-17	AURI	GFR	11:20:49 AM	11:21:47 AM	0:00:58	PERALATAN JTM
APRIL	16-Apr-17	AURI	GFR	4:31:16 PM	4:32:44 PM	0:01:28	PERALATAN JTM
APRIL	16-Apr-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	9:25:36 PM	9:26:04 PM	0:00:28	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	22-Apr-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	6:15:20 AM	6:17:15 AM	0:01:55	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	27-Apr-17	UJUNG PANDANG	GFR	8:01:17 PM	8:01:37 PM	0:00:20	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
APRIL	27-Apr-17	UJUNG PANDANG	GFR	9:37:38 PM	9:38:05 PM	0:00:27	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	07-Mei-17	AURI	GFR	1:20:06 PM	1:20:38 PM	0:00:32	BENCANA ALAM
MEI	07-Mei-17	BANDARA	GFR	2:45:38 PM	2:46:53 PM	0:01:15	KOMPONEN JTM
MEI	07-Mei-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	5:00:55 PM	5:01:30 PM	0:00:35	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	16-Mei-17	AURI	GFR	6:03:42 PM	6:04:35 PM	0:00:53	KOMPONEN JTM
MEI	16-Mei-17	AURI	GFR	6:52:09 PM	6:53:08 PM	0:00:59	KOMPONEN JTM
MEI	21-Mei-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	11:20:10 PM	11:20:58 PM	0:00:48	KOMPONEN JTM
MEI	21-Mei-17	AURI	GFR	11:20:10 PM	11:21:08 PM	0:00:58	KOMPONEN JTM
MEI	22-Mei-17	UJUNG PANDANG	GFR	6:44:06 PM	6:44:36 PM	0:00:30	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
MEI	25-Mei-17	UJUNG PANDANG	GFR	3:52:07 AM	3:53:07 AM	0:01:00	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	01-Jun-17	UJUNG PANDANG	GFR	9:39:01 PM	9:39:55 PM	0:00:54	PERALATAN JTM
JUNI	02-Jun-17	UJUNG PANDANG	GFR	1:22:24 AM	1:22:44 AM	0:00:20	PERALATAN JTM
JUNI	13-Jun-17	UJUNG PANDANG	GFR	11:37:02 PM	11:37:22 PM	0:00:20	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	15-Jun-17	UJUNG PANDANG	GFR	6:23:37 PM	6:24:10 PM	0:00:33	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	15-Jun-17	UJUNG PANDANG	GFR	8:30:04 PM	8:30:23 PM	0:00:19	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JUNI	28-Jun-17	GOMBARA	GFR	3:38:24 AM	3:39:30 AM	0:01:06	POHON
JULI	04-Jul-17	GOMBARA	GFR	9:45:02 PM	9:45:42 PM	0:00:40	KOMPONEN JTM
JULI	04-Jul-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	9:53:44 PM	9:54:38 PM	0:00:54	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	05-Jul-17	GOMBARA	INDIKASI GFR	12:30:05 AM	12:31:25 AM	0:01:20	PERALATAN JTM

JULI	05-Jul-17	AURI	GFR	12:30:05 AM	12:30:46 AM	0:00:41	PERALATAN JTM
JULI	08-Jul-17	UJUNG PANDANG	GFR	6:15:27 PM	6:15:53 PM	0:00:26	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	16-Jul-17	UJUNG PANDANG	GFR	9:03:17 PM	9:03:39 PM	0:00:22	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	18-Jul-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	9:47:05 PM	9:47:42 PM	0:00:37	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	19-Jul-17	AURI	OCR	1:28:55 AM	1:29:23 AM	0:00:28	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
JULI	27-Jul-17	AURI	GFR	6:06:38 PM	6:07:22 PM	0:00:44	PERALATAN JTM
AGUSTUS	01-Agu-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	3:50:25 PM	3:50:55 PM	0:00:30	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
AGUSTUS	02-Agu-17	AURI	GFR	12:43:25 AM	12:43:48 AM	0:00:23	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
AGUSTUS	09-Agu-17	AURI	GFR	9:31:30 PM	9:32:20 PM	0:00:50	TRAFO DAN LAINNYA
AGUSTUS	09-Agu-17	AURI	GFR	10:05:43 PM	10:06:34 PM	0:00:51	TRAFO DAN LAINNYA
AGUSTUS	10-Agu-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	4:16:13 AM	4:17:10 AM	0:00:57	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
AGUSTUS	15-Agu-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	10:08:16 AM	10:13:21 AM	0:05:05	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
AGUSTUS	16-Agu-17	AURI	GFR	12:20:02 AM	12:21:53 AM	0:01:51	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
AGUSTUS	16-Agu-17	UJUNG PANDANG	GFR	12:04:08 PM	12:07:10 PM	0:03:02	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
AGUSTUS	20-Agu-17	UJUNG PANDANG	GFR	4:20:40 AM	4:21:01 AM	0:00:21	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
AGUSTUS	22-Agu-17	BANDARA	OCR & GFR	11:43:22 AM	11:43:56 AM	0:00:34	KOMPONEN JTM
AGUSTUS	26-Agu-17	UJUNG PANDANG	GFR	1:44:05 PM	1:44:35 PM	0:00:30	BENCANA ALAM
SEPTEMBER	01-Sep-17	UJUNG PANDANG	OCR	7:56:36 AM	7:57:20 AM	0:00:44	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
SEPTEMBER	05-Sep-17	AURI	OCR	9:02:58 AM	9:03:36 AM	0:00:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
SEPTEMBER	08-Sep-17	PALISI	OCR	11:01:49 AM	11:11:49 AM	0:10:00	BENCANA ALAM
SEPTEMBER	17-Sep-17	PALISI	OCR	3:56:26 PM	4:00:10 PM	0:03:44	POHON
SEPTEMBER	19-Sep-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	11:47:15 PM	11:48:06 PM	0:00:51	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
SEPTEMBER	24-Sep-17	UJUNG PANDANG	GFR	4:42:05 AM	4:43:53 AM	0:01:48	POHON

SEPTEMBER	27-Sep-17	UJUNG PANDANG	GFR	2:37:11 AM	2:37:25 AM	0:00:14	POHON
SEPTEMBER	27-Sep-17	UJUNG PANDANG	GFR	2:47:08 AM	2:47:28 AM	0:00:20	POHON
SEPTEMBER	28-Sep-17	PALISI	TIDAK MENGIRIM INDIKASI	7:40:38 PM	7:43:10 PM	0:02:32	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	01-Okt-17	UJUNG PANDANG	GFR	11:38:30 AM	11:38:54 AM	0:00:24	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	06-Okt-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	6:10:40 PM	6:11:01 PM	0:00:21	PERALATAN JTM
OKTOBER	07-Okt-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	7:09:15 AM	7:09:41 AM	0:00:26	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	13-Okt-17	BANDARA	GFR	6:11:13 PM	6:11:55 PM	0:00:42	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
OKTOBER	17-Okt-17	PALISI	GFR	6:25:01 PM	6:25:39 PM	0:00:38	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
OKTOBER	20-Okt-17	PALISI	OCR & GFR	3:22:35 PM	4:55:51 PM	1:33:16	BENCANA ALAM
OKTOBER	23-Okt-17	GOMBARA	GFR	6:19:51 PM	8:24:20 PM	2:04:29	PERALATAN JTM
OKTOBER	24-Okt-17	AURI	GFR	4:04:27 AM	4:04:57 AM	0:00:30	PERALATAN JTM
NOVEMBER	04-Nov-17	PALISI	OCR	2:43:30 PM	2:44:17 PM	0:00:47	BENCANA ALAM
NOVEMBER	06-Nov-17	AURI	GFR	2:57:34 PM	2:58:03 PM	0:00:29	BENCANA ALAM
NOVEMBER	06-Nov-17	PALISI	OCR	3:45:45 PM	3:46:21 PM	0:00:36	BENCANA ALAM
NOVEMBER	06-Nov-17	UJUNG PANDANG	OCR & GFR	4:02:25 PM	4:02:54 PM	0:00:29	BENCANA ALAM
NOVEMBER	12-Nov-17	UJUNG PANDANG	GFR	6:40:32 PM	6:40:56 PM	0:00:24	TRAFO DAN LAINNYA
NOVEMBER	13-Nov-17	PALISI	GFR	7:24:29 AM	7:25:10 AM	0:00:41	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	15-Nov-17	PALISI	GFR	6:15:34 PM	6:17:46 PM	0:02:12	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	17-Nov-17	PALISI	GFR	2:00:07 AM	2:01:14 AM	0:01:07	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
NOVEMBER	18-Nov-17	AURI	GFR	6:29:07 AM	6:29:32 AM	0:00:25	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
NOVEMBER	24-Nov-17	PALISI	GFR	8:32:41 AM	8:33:21 AM	0:00:40	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	01-Des-17	AURI	GFR	10:40:28 AM	10:40:54 AM	0:00:26	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	01-Des-17	PALISI	GFR	10:36:40 PM	10:38:00 PM	0:01:20	KOMPONEN JTM

DESEMBER	02-Des-17	AURI	GFR	10:36:39 AM	10:37:10 AM	0:00:31	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
DESEMBER	02-Des-17	AURI	GFR	10:26:32 PM	10:27:10 PM	0:00:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	03-Des-17	PALISI	GFR	6:21:07 PM	9:18:56 PM	2:57:49	KOMPONEN JTM
DESEMBER	04-Des-17	AURI	GFR	5:01:55 AM	5:03:11 AM	0:01:16	KOMPONEN JTM
DESEMBER	10-Des-17	AURI	GFR	7:31:00 PM	7:31:59 PM	0:00:59	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	11-Des-17	GOMBARA	GFR	6:44:00 PM	6:45:05 PM	0:01:05	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	13-Des-17	PALISI	GFR	6:25:28 PM	6:26:06 PM	0:00:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	18-Des-17	AURI	GFR	9:33:12 PM	9:33:38 PM	0:00:26	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	19-Des-17	AURI	GFR	3:29:55 AM	3:30:32 AM	0:00:37	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	21-Des-17	AURI	GFR	10:59:12 AM	10:59:45 AM	0:00:33	KOMPONEN JTM
DESEMBER	21-Des-17	AURI	GFR	3:36:18 PM	3:38:09 PM	0:01:51	KOMPONEN JTM
DESEMBER	25-Des-17	AURI	GFR	2:51:47 AM	2:53:08 AM	0:01:21	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	26-Des-17	AURI	GFR	10:52:24 AM	10:53:13 AM	0:00:49	PERALATAN JTM
DESEMBER	27-Des-17	UJUNG PANDANG	OCR	11:39:24 AM	11:39:45 AM	0:00:21	POHON
DESEMBER	27-Des-17	AURI	GFR	6:26:19 PM	6:27:11 PM	0:00:52	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	27-Des-17	PALISI	GFR	6:42:49 PM	6:43:26 PM	0:00:37	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	28-Des-17	PALISI	GFR	1:15:11 AM	1:16:01 AM	0:00:50	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
DESEMBER	31-Des-17	UJUNG PANDANG	GFR	5:08:10 AM	5:10:08 AM	0:01:58	KOMPONEN JTM

Tabel 9 Penyebab Gangguan Penyulang tahun 2018
(Sumber: Data Kinerja UP3MU 2018)

NO	UNIT	JUMLAH PENYULANG	PANJANG PENYULANG	PERMANEN										TEMPORER										JUMLAH GANGGUAN			PER	PER	INDIKASI RELAY		
				PENYEBAB INTERNAL					PENYEBAB EKSTERNAL					PENYEBAB INTERNAL					PENYEBAB EKSTERNAL								100 kms	100 kms			
		(bh)	(kms)	I-1	I-2	I-3	I-4	JUMLAH I	E-1	E-2	E-3	E-4	JUMLAH E	I-1	I-2	I-3	I-4	JUMLAH I	E-1	E-2	E-3	E-4	JUMLAH E	≤5"	>5"	TOTAL	(Gangguan >5")	(Gangguan Total)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9=5+6+7+8	10	11	12	13	14=10+11+12+13	5	6	7	8	9=5+6+7+8	10	11	12	13	14=10+11+12+13	15	16=9+14	17=15+16	18=16/4	19=17/4	OCR	GFR	OCR&GFR
1.3	RYN. MAROS	9	625,74	2	2	-	-	4	-	-	1	6	7	4	8	-	-	12	2	15	8	42	67	79	11	90	1,76	14,38	1	8	5
	P. Auri	1	17,54	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	4	4	5	1	6	5,70	34,20	-	1	-
	P. Bandara	1	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	3	3	-	3	0,00	30,00	-	-	-
	P. Palisi	1	138,31	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-	-	3	1	2	4	17	24	27	1	28	0,72	20,24	-	3	-
	P. Maros	1	10,26	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	2	3	7	8	1	9	9,75	87,74	-	-	-
	P. Airport	1	11,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-
	P. Lempangan	1	11,33	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	6	8	8	1	9	8,83	79,45	-	1	-
	P. Tambua	1	83,09	-	1	-	-	1	-	-	-	1	1	1	2	-	-	3	1	2	1	1	5	8	2	10	2,41	12,04	-	-	-
	P. Bosowa	1	85,46	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	5	-	4	9	9	2	11	2,34	12,87	1	-	5
	P. Tunikale	1	107,01	2	-	-	-	2	-	-	-	1	1	1	3	-	-	4	-	2	-	5	7	11	3	14	2,80	13,08	-	3	-
	P. Angkasa I	1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-
	P. Angkasa II	1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-
	P. Balle			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-

Tabel 10 Rincian Gangguan Penylang tahun 2018

TANGGAL	PENYULANG	RELAY	PADAM	NYALA	LAMA	PENYEBAB
05-Jan-18	PALISI	GFR	4:06:57 AM	4:07:34 AM	0:00:37	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
10-Jan-18	PALISI	GFR	11:06:15 PM	11:08:01 PM	0:01:46	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
22-Jan-18	GOMBARA	OCR	6:03:35 PM	6:50:54 PM	0:47:19	BENCANA ALAM
24-Jan-18	UJUNG PANDANG	GFR	11:26:51 PM	11:27:06 PM	0:00:15	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
05-Feb-18	PALISI	GFR	7:26:30 PM	7:26:51 PM	0:00:21	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
08-Feb-18	AURI	GFR	12:08:44 PM	12:09:48 PM	0:01:04	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL

19-Feb-18	GOMBARA	GFR	6:55:15 PM	6:55:43 PM	0:00:28	KOMPONEN JTM
22-Feb-18	PALISI	GFR	7:27:14 PM	7:31:16 PM	0:04:02	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
03-Mar-18	PALISI	GFR	7:53:07 PM	7:54:01 PM	0:00:54	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
08-Mar-18	UJUNG PANDANG	GFR	5:47:19 AM	5:48:09 AM	0:00:50	PERALATAN JTM
11-Mar-18	PALISI	GFR	10:00:32 AM	10:01:24 AM	0:00:52	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
17-Mar-18	PALISI	GFR	1:03:51 PM	1:04:40 PM	0:00:49	BENCANA ALAM
19-Mar-18	PALISI	GFR	10:33:59 PM	10:34:37 PM	0:00:38	PERALATAN JTM
20-Mar-18	BANDARA	OCR	8:49:07 PM	8:50:16 PM	0:01:09	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
22-Mar-18	PALISI	OCR	2:33:53 PM	2:37:20 PM	0:03:27	BENCANA ALAM
25-Mar-18	BANDARA	GFR	1:24:19 PM	1:25:09 PM	0:00:50	BENCANA ALAM
28-Mar-18	UJUNG PANDANG	GFR	10:04:22 PM	10:04:52 PM	0:00:30	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
02-Apr-18	UJUNG PANDANG	OCR	5:23:21 PM	5:24:09 PM	0:00:48	PERALATAN JTM
03-Apr-18	AURI	GFR	7:48:33 AM	7:51:47 AM	0:03:14	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
11-Apr-18	AURI	GFR	2:14:29 PM	3:28:40 PM	1:14:11	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
20-Apr-18	PALISI	OCR	4:47:50 AM	4:48:40 AM	0:00:50	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
23-Apr-18	PALISI	OCR	8:50:42 PM	8:53:45 PM	0:03:03	KOMPONEN JTM
24-Apr-18	UJUNG PANDANG	OCR	8:04:17 AM	8:05:39 AM	0:01:22	PERALATAN JTM
07-Mei-18	UJUNG PANDANG	OCR	12:16:24 AM	12:16:58 AM	0:00:34	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
07-Mei-18	BANDARA	GFR	10:12:26 AM	10:14:04 AM	0:01:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
18-Mei-18	AURI	GFR	8:22:44 PM	8:23:09 PM	0:00:25	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
04-Jun-18	PALISI	GFR	6:34:50 PM	6:35:35 PM	0:00:45	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
08-Jun-18	PALISI	OCR & GFR	10:56:59 AM	10:58:37 AM	0:01:38	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
08-Jun-18	PALISI	GFR	9:08:13 PM	9:09:13 PM	0:01:00	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL

09-Jun-18	SECT KALUKU	DILEPAS & DIMASUKKAN	8:45:36 PM	8:46:22 PM	0:00:46	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
13-Jun-18	PALISI	OCR & GFR	6:50:35 PM	6:51:21 PM	0:00:46	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
15-Jun-18	PALISI	GFR	4:22:37 AM	4:23:19 AM	0:00:42	PERALATAN JTM
16-Jun-18	PALISI	GFR	9:05:22 PM	9:06:16 PM	0:00:54	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
27-Jun-18	UJUNG PANDANG	GFR	6:46:07 PM	6:46:36 PM	0:00:29	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
12-Jul-18	PALISI	GFR	3:47:44 AM	3:48:24 AM	0:00:40	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
19-Jul-18	PALISI	GFR	9:52:49 PM	9:53:32 PM	0:00:43	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
24-Jul-18	AURI	GFR	10:34:25 PM	10:34:51 PM	0:00:26	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
25-Jul-18	PALISI	OCR	2:44:05 PM	2:44:41 PM	0:00:36	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
08-Agu-18	PALISI	OCR	10:13:37 PM	10:14:17 PM	0:00:40	POHON
10-Agu-18	PALISI	GFR	12:53:47 AM	12:55:00 AM	0:01:13	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
16-Agu-18	PALISI	GFR	8:54:49 PM	8:56:28 PM	0:01:39	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
22-Agu-18	PALISI	GFR	2:43:51 AM	2:44:31 AM	0:00:40	PEKERJAAN PIHAK III/BINATANG
28-Agu-18	GOMBARA	GFR	8:03:42 PM	8:04:25 PM	0:00:43	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
05-Sep-18	UJUNG PANDANG	GFR	11:50:49 AM	11:51:22 AM	0:00:33	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
08-Sep-18	UJUNG PANDANG	OCR	6:45:45 PM	6:46:52 PM	0:01:07	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
15-Sep-18	UJUNG PANDANG	GFR	10:38:23 AM	10:40:03 AM	0:01:40	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
18-Sep-18	UJUNG PANDANG	GFR	3:43:07 PM	3:44:12 PM	0:01:05	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
20-Sep-18	PALISI	GFR	10:46:01 AM	10:54:49 AM	0:08:48	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
20-Sep-18	AURI	OCR	6:54:35 PM	6:55:11 PM	0:00:36	PERALATAN JTM
25-Sep-18	GOMBARA	OCR	10:34:12 AM	10:35:01 AM	0:00:49	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL
27-Sep-18	PALISI	TIDAK ADA INDIKASI	7:48:05 AM	7:48:38 AM	0:00:33	LAYANG-2 / UMBUL-2, DLL