

# Analisis Catu Daya *No Break System* Perangkat Telekomunikasi

Galih Pratama Sulaeman  
Prodi Teknik Elektro  
Universitas Singaperbangsa Karawang  
Karawang, Indonesia  
galih.pratama17058@student.unsika.ac.id

Ibrahim  
Prodi Teknik Elektro  
Universitas Singaperbangsa Karawang  
Karawang, Indonesia  
ibrahim@ft.unsika.ac.id

Dian Budhi Santoso  
Prodi Teknik Elektro Universitas  
Singaperbangsa Karawang  
Karawang, Indonesia  
dhibud@gmail.com

Diterima : Mei 2021  
Disetujui : Mei 2021  
Dipublikasi : Juli 2021

**Abstrak**--Pasokan daya adalah jantung energi fundamental untuk sistem telekomunikasi secara keseluruhan. Jika jantung energi utama dari daya ini tidak bekerja, maka jika suplai daya utama mati, perangkat mati dan bantuan akan berhenti. Karena itu, perusahaan telekomunikasi, termasuk Telkom, harus memiliki sistem catu daya yang dapat mendukung *No Break System* (Layanan tanpa putus) agar layanan terus aktif (*Always on*). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis cara kerja perangkat catu daya, khususnya yang berkaitan dengan *SOP* (*Standard Operasional Procedur*) dan *SMP* (*Standard Maintenance Procedure*), dalam menjamin kehandalan dan keberlanjutan layanan *no-break system* agar layanan terus aktif (*Always on*). Metode yang penulis terapkan dalam penelitian ini adalah studi literatur, observasi dan wawancara. Dalam meningkatkan pelayanan dan kepuasan pelanggan, Telkom memiliki catu daya yang bersumber utama dari PLN dengan sistem yang bekerja selama 24 jam sehingga layanan telekomunikasi tidak terputus. Saat terdapat kendala yang menyebabkan aliran listrik terhambat atau terhenti sehingga catu daya pada PLN padam atau terpaksa harus dipadamkan, maka Genset dapat dipakai sebagai sumber daya pengganti. Ditambah dengan baterai yang bisa dipakai sebagai catu daya cadangan saat pengalihan. Sebagai contoh, pengalihan dari catu daya PLN ke Genset memakan waktu 30 detik sampai 10 menit. Saat catu daya diganti, untuk tetap mengaktifkan aliran listrik, maka digunakanlah baterai sebagai catu daya sementara sampai penggantian selesai. Selain itu, Telkom memiliki sistem catu daya yang didukung oleh layanan tanpa putus atau *No Break System* yang menyokong layanan agar tetap aktif (*Always On*)).

**Kata Kunci:** *Catu Daya; Telekomunikasi; Always On*

**Abstract**--*The power supply is the main energy heart for the total telecommunication system. If the main energy heart of this electricity does not work when the main*

*power supply, the device turns off and service will stop. Therefore, telecommunication companies, including Telkom, must have a power supply system that can support the No Break System (continuous service) so that the service continues to be active (Always on). The purpose of this research is to analyze the workings of the power supply devices, especially those related to the Standard Operational Procedure SOP and the SMP (Standard Maintenance Procedure), in ensuring the reliability and sustainability of the no-break system service so that the service continues to be active (Always on). The method that the writer applies in this research is literature study, observation and interview. In improving customer service and satisfaction, Telkom has a power supply system that works for 24 hours without interruption; this is so that telecommunications services are not interrupted. The power supply used is PLN as the main source, Genset as a source when the power supply at PLN goes out, and Batteries as a backup power supply when changing the power supply from PLN to the Genset which takes 10 to 30 seconds. This power supply system owned by Telkom supports the No Break System so that the service continues to be active (Always on).*

**Keywords:** *Power Supply; Telekomunikasi; Always On*

## I. PENDAHULUAN

Perbaikan transmisi dan data media saat ini mengisi dengan cepat di muka bumi, khususnya di Indonesia, terutama jika dilihat dari sisi inovatif. Telkom sebagai salah satu organisasi penyelenggara komunikasi media negara di Indonesia, secara konsisten terus berupaya untuk menyempurnakan dan memajukan inovasi telekomunikasi yang berkelanjutan. Pasokan tenaga merupakan salah satu sub kerangka kerja media transmisi yang menempati bagian vital sebagai sumber bahan bakar (power supply) sehingga perangkat telekomunikasi dapat tetap hidup bekerja dengan baik, sehingga ketergantungan framework power supply harus tinggi. Pasokan tenaga adalah jantung energi utama

untuk sistem telekomunikasi pada umumnya. Dengan asumsi jantung energi fundamental dari kekuatan ini tidak berfungsi, terlepas dari seberapa halus bagian-bagian perangkat keras transmisi media, tidak akan ada artinya jika kerangka catu daya tidak berfungsi seperti yang diharapkan.

Salah satu alat pembangkit listrik yang digunakan pada perusahaan telekomunikasi adalah Genset. Pengoperasian Genset harus bersifat jangka panjang dan dapat memenuhi kebutuhan sesuai perkembangan. Genset merupakan salah satu perangkat yang digunakan untuk energi listrik setelah aliran listrik dari PLN padam, sehingga bila catu daya dari PLN mati maka Genset akan mem-backup aliran listrik agar komponen perangkat tetap hidup, hal ini mendukung *No Break System* (Layanan tanpa putus) agar layanan terus aktif (*Always on*).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis cara kerja perangkat catu daya, khususnya yang berkaitan dengan *SOP* (*Standard Operasional Procedur*) dan *SMP* (*Standard Maintenance Procedure*), dalam menjamin kehandalan dan keberlanjutan layanan *no-break system* agar layanan terus aktif (*Always on*).

Hiba dan Puspitasari dalam penelitiannya menyatakan bahwa Genset (*Generator Set*) ialah seperangkat alat yang digunakan untuk mendapatkan hasil berupa daya listrik. Genset adalah salah satu gadget yang digunakan untuk membantu kerangka suplai gaya dengan tidak adanya kerangka putus atau gadget tidak boleh dimatikan, tanpa adanya genset tidak akan ada kerangka putus. Sehingga jika power supply utama mati maka persneling akan mati dan pertolongan akan terhenti dan efek yang lebih besar adalah kekurangan pendapatan (*loss of income*).[1]

Sedangkan menurut Musyary, Perangkat catu daya pada bidang telekomunikasi pada umumnya terdiri dari berbagai perangkat elektronik lain seperti, Generator set (Genset), baterai, suplai energi dari PLN, trafo, rectifier, pendingin, sistem pertahanan dan juga sistem pengaman. Semua komponen tersebut mempunyai tugasnya sendiri agar dapat mendukung perangkat catu daya untuk menyuplai suatu perangkat elektronik. Untuk skala sistem telekomunikasi yang membutuhkan suplai daya yang terus menerus, maka perangkat catu daya juga harus memiliki sistem *no-break* agar tetap menyuplai perangkat telekomunikasi ketika sumber energi utama (PLN) terputus atau mengalami gangguan. Untuk itu maka penting jika suatu perangkat catu daya harus memiliki kehandalan seperti *no-break system* yang dapat menjamin keberlangsungan terhadap suplai pada setiap komponen elektronik khususnya di bidang telekomunikasi.[2]

Prakarsa (2019) melakukan penelitian sistem catu daya tidak terputus pada unit terminal Bandara Kuala Namu. Hasil yang didapat bahwa kualitas tegangan yang dihasilkan memenuhi Peraturan Permen ESDM No. 4 Tahun 2009 dengan batas +5% maksimal (420 V/241,5 V) dan minimal -10% (360V/207 V) sehingga kapasitas dari masing-masing UPS masih mencukupi dan memenuhi untuk mensuplai daya listrik [3]. Tobi dkk., (2018) melakukan penelitian terhadap kualitas sistem catu daya terintegritas pada PT. Telkom Stasiun Bumi Sorong dengan hasil kualitas catu daya pada PT. Telkom Stasiun Bumi Sorong dapat dikatakan masih baik seperti ditunjukkan pada indikator parameter yang terukur yang masih di dalam toleransi

persyaratan normal [4]. Ilmi dkk., (2015) juga melakukan penelitian pada penggunaan genset sebagai sumber daya cadangan hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan genset dibawah batas minimum memberikan kerugian kepada pihak PLN[5].

Penelitian sebelumnya hanya membahas tentang perangkat-perangkat catu daya dan kemampuannya dalam menjamin keberlangsungan suplai listrik pada setiap perangkat telekomunikasi, guna menunjang kehandalan *no-break system* agar layanan telekomunikasi selalu aktif (*always on*). Sedangkan dalam penelitian ini, penulis tidak hanya membahas tentang perangkat catu daya dan fungsinya dalam menjamin kehandalan *no-break system* saja. Tetapi penulis juga membahas pentingnya dan proses pelaksanaan *SOP* (*Standard Operasional Procedur*) dan *SMP* (*Standard Maintenance Procedure*), dalam menjamin kehandalan dan keberlanjutan layanan *no-break system* agar layanan terus aktif (*Always on*).

## II. METODE

Metode yang penulis terapkan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Studi literatur, dilakukan dengan cara mencari dan membaca beberapa judul buku, jurnal, skripsi dan berbagai sumber pustaka lainnya, yang membahas tentang perangkat catu daya, *no-break system*, serta data-data lainnya yang terkait dengan tema dan rumusan masalah yang akan di bahas dalam penelitian ini.
2. Observasi lapangan, yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung di lokasi penelitian tentang cara kerja perangkat catu daya dan *no-break system*, khususnya yang berkaitan dengan *SOP* (*Standard Operasional Procedur*) dan *SMP* (*Standard Maintenance Procedure*) dalam menjamin kehandalan dan keberlanjutan layanan *no-break system* agar layanan terus aktif (*Always on*).
3. Wawancara, yang dilakukan dengan cara wawancara dan diskusi dengan karyawan Telkom STO Witel Karawang, khususnya yang berkaitan dengan *SOP* (*Standard Operasional Procedur*) dan *SMP* (*Standard Maintenance Procedure*) perangkat-perangkat catu daya dalam menjamin kehandalan dan keberlanjutan layanan *no-break system* agar layanan terus aktif (*Always on*).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Perangkat dan Cara Kerja Catu Daya

#### a. CME (*Civil Mechanical Electrical*)

CME (*Civil Mechanical Electrical*) ialah rangkaian yang berproses dan berproteksi bersama dengan perangkat pendukung telekomunikasinya; *Engine Generator*, *Rectifier* dan baterai, untuk menghasilkan catu daya. Catu daya tersebut merupakan seperangkat alat yang terpadu dalam sebuah kesatuan kerja sehingga dapat menghasilkan sumber tegangan listrik yang digunakan ketika Listrik PLN padam (*off*) secara otomatis listrik dari catu daya ini bekerja atau dikenal sebagai *No Break System*.

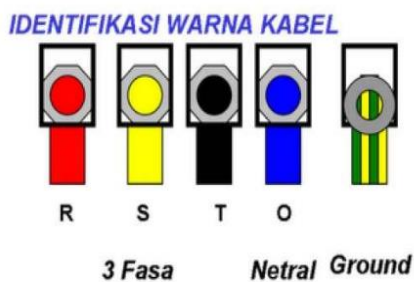
*No Break System* ialah istilah untuk sebuah model pengaturan di mana manajemen dari perangkat tersebut bersifat *always on* (selalu hidup/bekerja). Bila sistem

tersebut mati walaupun sebentar akan merugikan baik dari segi servis pelanggan maupun segi ekonominya, akibat dari matinya sistem operasi dan putusnya sistem komunikasi yang digunakan oleh pelanggan.

Load/beban dalam sistem catu daya ini tersusun atas 2 model seperti *essential load* (beban utama), ialah beban inti yang terhubung langsung dengan *main computer*, radio, sistem multi media dan sebagainya dimana sistem ini harus selalu mendapatkan pasokan listrik. Yang kedua ialah *non essential load* (beban penunjang/ kurang penting). *Non essential load* ialah beban yang bila pasokan listriknya terganggu tidak memberikan efek kepada sistem komunikasi misalnya matinya AC atau lampu ruangan.[6]

**b. Rangkaian 3 Fasa**

Rangkaian 3 fasa pada gambar 1, ini umumnya ditemukan di industri. Model ini bertegangan tinggi di mana arus listrik yang mengalir sama namun beda di sudut di masing-masing fasa kurang lebih 120°. Jika beban ini memiliki sumber catuimbang, maka aliran arus di setiap penghantar fasa juga punya besaran yang sama tetapi sudutnya berbeda yaitu sebesar 120°. Semua arus dalam bentuk sistem tersebut diistilahkan dengan arus seimbang.[6]



Gambar 1. Rangkaian Fasa

**c. Trafo PLN**

PLN merupakan sumber utama. Sehingga dari perusahaan listrik negara ini memfasilitasi dengan trafo khusus untuk ruang telekomunikasi tersebut. Trafo PLN digunakan untuk pemasok listrik inti yang memberikan daya ke alat-alat komunikasi tersebut.[7] Dari berbagai sudut pandang, saat ini pasokan listrik AC dari PLN lebih banyak digunakan sebagai sumber tenaga utama. Hal ini dikarenakan catu daya PLN diperhitungkan lebih ekonomis, dapat dipercaya dan merupakan catu daya energi yang mudah untuk sentral Telkom.

Untuk tingkat daya yang lebih rendah (sekitar 15-20 Amp) atau di bawah 3 KVA, asosiasi ac satu tahap biasanya digunakan. Sementara itu, untuk level yang lebih besar, digunakan asosiasi ac 3-tahap. Untuk asosiasi PLN tegangan menengah / tinggi, penting untuk memberikan trafo yang luar biasa ke gedung Telkom itu sendiri. 1. Listrik bertegangan Sedang atau tinggi ini, gedung telekomunikasi mengkonsumsi daya lebih dari 50 KVA, membutuhkan trafo khusus yang bertegangan keluar sebesar 220/380 V. 2. Sedangkan listrik bertegangan rendah di mana konsumsi daya yang dipakai di bawah 50 KVA, disambung secara langsung pada daya listrik 220/380 V. Keuntungan dari mengasosiasikan dengan trafo yang berbeda adalah bahwa catu daya bertegangan rendah dapat disimpan terpisah dari

utilitas dispersi tegangan PLN secara keseluruhan, sehingga rangkaian kerangka pengaman dasar tidak dipengaruhi oleh penggunaan gaya listrik umum.

**d. Spesifikasi Komponen**

Berikut adalah spesifikasi komponen-komponen yang ada di STO:[8] terdapat pada Tabel 1.

PLN (KVA)		GENSET (KVA)	RECTIFIER (A)		BATERAI (AH)	AC (BTUH)	TANKI (LTR)	
TPS	TPK	TPS	TPS	TPK	TPS	TPS	KAP	ISI
555	135	450	1410	459	4800	652000	7500	220.26

Tabel 1. Spesifikasi Komponen

**e. Diesel Engine Generator**

Sumber dari *Diesel engine generator* (DEG) ialah daya cadangan yang digunakan bila listrik pasokan utama dari PLN mati (*off*). Generator ini bekerja dengan sistem daya mekanik diubah ke daya listrik lewat induksi elektromagnetik. Generator ini terdiri dari 2 bagian inti; magnet serta jangkar. Dalam generator ini, Rotor menggerakkan medan magnet ketika listrik utama mati, perangkat generator ini akan menyediakan daya listrik untuk menggantikan daya yang berhenti dari PLN. Gambar 2 merupakan generator set ini menggunakan bahan bakar solar.[4]



Gambar 2. Generator Set yang terdapat di Telkom STO Witel Karawang

Apabila alat yang menghantarkan listrik ini bergerak dalam medan magnet, maka akan dihasilkan gaya motor listrik (gaya elektro motor = GML/EMF). Maka listrik akan didapat dari medan magnet excitasi, kumparan penghantar listrik, serta terjadinya pergerakan seperti konstantanya kecepatan putaran membuat garis gaya medan magnet dalam penghantar listrik bekerja. Kecepatan putaran dan Frekuensi Frekuensi (Hz) ini berkaitan dengan kecepatan putaran *engine* serta banyaknya kutub magnet yang membangun sistem medan magnet excitasi inti pada generator ini. Khusus untuk negara Indonesia memiliki besaran kecepatan frekuensi listrik yang sama dengan negara-negara di benua Eropa, yaitu sebesar 50Hz. Sedangkan di Amerika frekuensi listrik yang digunakan adalah sekitar 60Hz

**f. Automatic Transfer Switch (ATS)**

ATS ialah sebuah sistem otomatis yang bekerja langsung bila genset utama mati, maka ATS ini otomatis menghubungkan dengan memasok aliran listrik cadangan.

Bila listrik utama hidup kembali ATS juga secara otomatis memutus arus listrik cadangan. Sistem kerja ini dilakukan dengan kontak relay yang akan kembali terhubung dengan listrik utama PLN. [4]

#### g. Main Distribution Panel (MDP)

Main Distribution Panel seperti pada gambar 3 ialah panel yang berfungsi menerima daya utama dan mendistribusikan, menyalurkan atau membagi daya tersebut ke beberapa Sub Distribution panel.[3]



Gambar 3. Ruang MDP

#### h. Sub Distribution Panel (SDP)

Panel SDP pada gambar 4 ini merupakan panel yang memiliki tugas distribusi, menyalurkan atau membagi daya listrik dari MDP ke beberapa perangkat.[6]



Gambar 4. Panel SDP

#### i. Baterai

Baterai yang diperlihatkan pada gambar 5 ialah komponen listrik dalam bentuk sel yang di dalamnya terjadi sistem elektro kimia bersifat reversible (mampu berbalik) dimana memiliki tingkat efisiensi tinggi. Proses *reversible* ini ialah terjadi di dalam baterai dimana terjadi proses pengosongan; tenaga kimia berubah menjadi daya listrik serta proses pengisian; daya listrik tadi berubah jadi tenaga kimia. Kedua proses ini terjadi di dalam sel baterai di mana elektroda-elektroda beregenerasi dengan cara arus listrik dialirkan dengan arah polaritas secara berlawanan.[3]



Gambar 5. Baterai di STO

#### j. Rectifier

*Rectifier* (Penyearah Gelombang) ialah satu bagian di Rangkaian Catu Daya (*Power Supply*) di mana fungsinya mengubah sinyal AC (*Alternating Current*) ke DC (*Direct Current*). *Rectifier* pada gambar 6 secara umum bekerja dengan bantuan dioda yang merupakan komponen intinya. Dioda dipakai karena karakternya yang bersifat satu arah dalam mengalirkan daya serta melakukan penghambatan daya dari arah lainnya. Bila Dioda tersebut diberikan aliran daya Bolak-balik (AC), maka Dioda hanya mengalirkan separoh dari gelombang yang masuk dan separohnya lagi terblokir.[3]



Gambar 6. Rectifier yang terdapat di STO

#### k. Inverter

*Power Inverter* atau dikenal sebagai inverter ialah sebuah sistem yang berfungsi melakukan perubahan arus DC (listrik searah) menjadi arus AC (arus bolak-balik) sesuai dengan frekuensi tegangan yang diperlukan yang disesuaikan dengan pengaturan yang telah diset sebelumnya pada sistem ini. Arus DC di dalam rangkaian ini ialah sebagai daya masukkan dari Inverter baik dari aki, batrai ataupun panel surya (Solar cell).

*Power Inverter* menghasilkan beberapa model gelombang seperti persegi (*square wave*), sinus (*sine wave*) pemodifikasian sinus (*modified sine wave*), modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*). Model gelombang ini terjadi dari pendesaian perangkat inverternya. Tetapi secara umum sekarang model gelombang yang digunakan ialah model sinus dan model sinus yang telah dimodifikasi. [6]

## B. PEMBAHASAN

### 1.1. Sistem Catu Daya

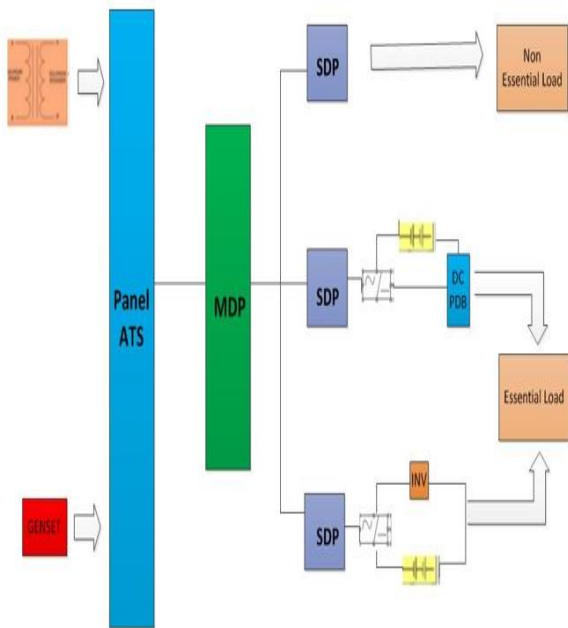
Sistem catu daya dibangun dari model-model perangkat di mana catu daya dihasilkan untuk menunjang listrik utama



dalam sistem telekomunikasi, dengan harapan perangkat dapat bekerja dengan optimal. Model perangkat pada Catu daya Telekomunikasi, yaitu:[4]

1. ATS : *Automatic Transfer Switch*
2. MDP : *Main Distribution Panel*
3. SDP : *Sub Distribution Panel*
4. INV : *Inverter*
5. DEG : *Diesel Engine Generator (Genset)*
6. DC-PDB: *Direct Current Panel Distribution Point*
7. BATRAI
8. RECTIFIER
9. TRAFOLN

**a. Konfigurasi Catu Daya**



Gambar 7 Konfigurasi Catu Daya

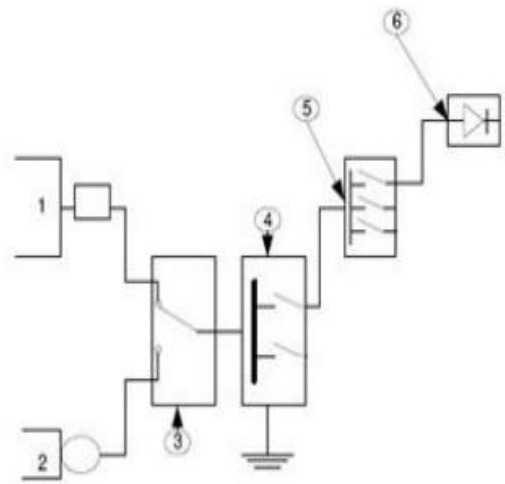
Catu daya ialah subsistem dari *Network Element* dimana elemen ini dituntut mesti bisa mencatu perangkat transmisi atau sentral secara terus-menerus tanpa terputus. Agar perangkat-perangkat tersebut bisa bekerja secara optimal maka sistem catu dayanya haruslah bekerja dengan baik. Catu daya yang dipakai tidak boleh terjadi pemutusan dan haruslah bersifat *No Break System* di mana keberlanjutan pasokan listriknya terjamin tanpa henti [7].

Perangkat catu daya seperti pada gambar 7 untuk telekomunikasi tersebut terdiri dari paling kurang sepasang dari sumber catu utama dan catu daya cadangan. Sistem pengalihan ini haruslah bersifat otomatis di mana bila terjadi pemutusan arus di sumber utama atau sumber utama padam maka langsung dipindahkan ke sumber cadangan. Sistem catu daya ini bersifat *no break system* dapat dilihat pada gambar 7.

**b. Cara Kerja Catu Daya No Break System**

Pada gambar 7 di atas dapat dijelaskan di mana *Main Power Supply* (PLN) ialah sebagai daya catu inti dari sistem telekomunikasi ini. Untuk menjaga tetap menyala diberikan daya catu cadangan (*Back Up Power Supply / Genset*). Sedangkan *Change Over Switch* (COS) berfungsi untuk

memilih sumber daya catu yang akan langsung bekerja secara otomatis maupun manual. Konfigurasi sistem energi diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8. Konfigurasi Sistem Energi

Keterangan :

1. Trafo PLN dan Panel TM
2. DEG (*Diesel Engine Genset*)
3. Sistem alih sumber catu daya ( *COST / ATS* )
4. MDP
5. SDP
6. *Rectifier*

Dalam meningkatkan pelayanan dan kepuasan pelanggan, Telkom mempunyai sistem catu daya yang bekerja selama 24 jam tanpa putus, hal ini agar layanan telekomunikasi tidak terputus. Catu daya yang digunakan adalah PLN sebagai sumber utama, Genset sebagai sumber ketika catu daya pada PLN padam, dan Baterai sebagai catu daya pencadangan ketika penggantian catu daya dari PLN ke Genset yang membutuhkan waktu 10 sampai 30 detik.

Adapun cara kerja masing-masing catu daya tersebut dapat disimpulkan, sebagai berikut:

**1) PLN**

STO menggunakan catu daya PLN sebagai sumber catu daya utama untuk kebutuhan semua perangkat, mulai dari :

- a. Perangkat yang tidak penting (*Non Essential Load*)  
 Jika sumber catu daya diputus dalam waktu yang cukup lama, beban daya pada kategori tersebut tidak berpengaruh kepada service konsumen telekomunikasi, sebagai contoh yang biasa dipasang dikantor telekomunikasi, misalnya: penerangan, air conditioning, untuk keperluan umum, lift, dan sebagainya.
- b. Perangkat yang penting (*Essential Load*)  
 Perangkat yang termasuk dalam kategori ini apabila catu daya daya (PLN putus), tidak akan mengganggu pelayanan komunikasinya untuk sementara waktu. Contoh: converter ac-dc atau rectifier
- c. Perangkat yang tidak boleh terputus  
 Terputusnya pematuan daya pada beban jenis ini akan berakibat serius terhadap pelayanan komunikasi dan berakibat luas. Contohnya: sentral, IPN, IS, dan transmisi  
 Semua perangkat dalam keadaan normal tanpa adanya gangguan padam dari PLN, maka PLN-lah yang langsung

memasok daya listriknya, dan apabila terjadi situasi abnormal atau padamnya listrik PLN maka daya listrik dipasok dari generator cadangan.

Adapun gambaran cara kerja *no break system* adalah sebagai berikut:

a. PLN normal

Pameran roda gigi No Break System saat PLN biasa, awalnya diawali dari informasi tegangan dari PLN. ATS berfungsi sebagai media pemindah tegangan yang didalamnya terdapat sensor tegangan PLN (AC). Pada titik ketika PLN tipikal, ATS hanyalah saluran yang menyampaikan tegangan ke MDP. Selanjutnya adalah yang ada di ATS saat PLN dalam kondisi tipikal.



Gambar 9. ATS Tampak Bagian Luar

Pada saat kondisi PLN normal, pada layar kotak sensor tegangan di PLN tertulis “ON” dan pada layar kotak sensor tegangan di genset tertulis “OFF”. Kondisi ini sesuai dengan yang tertera di gambar 10 dan gambar 11.



Gambar 10. Sensor pada Box PLN



Gambar 11. Sensor pada Box Genset

b. PLN Padam

Pada saat PLN padam akan ada peringatan / bunyi alarm untuk menunjukkan input tegangan PLN mati, maka alat yang mengenali pertama kali jalan lewat adalah ATS karena dalam beberapa waktu gadget sudah ada. adalah sensor tegangan AC berapa kapasitas saat PLN padam untuk menggerakkan mesin, dan kapasitas mesin ini untuk memindahkan perubahan dari situasi suplai listrik PLN ke situasi suplai daya DEG, dan kemudian mengirimkan perintah ke AMF melalui sarana Dari transfer hand-off yang terdapat pada ATS untuk menggerakkan DEG karena pada perangkat AMF juga terdapat sensor tegangan AC seperti yang ada pada ATS. Sementara itu ukuran catu daya diambil alih oleh baterai dengan alasan bahwa baterai dan penyearah dihubungkan secara seimbang ketika penyearah tidak mendapatkan daya AC, baterai secara alami menangani tumpukan sampai ia percaya bahwa DEG akan menyala. , jangka waktu yang mempercayai bahwa DEG akan dialihkan secara konsekuen ditentukan dari pengaturan jam yang terdapat dalam AMF.

Pengaturan jam diatur pada situasi 30 detik. Setelah DEG aktif, tegangan AC yang dihasilkan oleh DEG menangani heap. Setelah diesel dimulai, tindakan suplai gaya biasanya berjalan sekali lagi. Baterai mendapat tegangan muatan aliran dari penyearah 2.23V / sel.

c. PLN normal kembali

Pada saat tegangan PLN biasa kembali terdengar peringatan / alarm terdengar sekali lagi, hal ini menunjukkan bahwa kontribusi tegangan dari PLN adalah tipikal / hidup, ATS akan mengenali tegangan AC yang melalui sensor pada ATS dan ATS mengirimkan perintah oleh cara transfer ke AMF untuk membunuh DEG secara konsekuen. diprogram. Kemudian mesin bergerak dari posisi catu daya DEG ke posisi catu daya PLN, sehingga penyuplaian gaya berikut dilakukan oleh PLN sekali lagi.

2) Genset

Generator ialah sebuah mesin yang bekerja untuk melakukan perubahan daya mekanik ke daya listrik. Gaya mekanis ini biasanya dihasilkan oleh pemain utama, misalnya mesin bahan bakar atau diesel, mesin listrik, turbin

air atau turbin uap, dll. Diesel generator pada sistem telekomunikasi ialah penghasil daya satu arus bolak balik, dimana cara menggunakannya berdasarkan keadaan yang ditemukan di lokasi. Fungsi dari genset ini yaitu:

- penghasil daya satu cadangan AC (arus bolak balik) jika dilokasi setempat hanya memiliki arus PLN (single standby / double standby).
- penghasil daya satu inti AC (arus bolak balik) jika dilokasi tersebut tak tersedia satu daya PLN (dual / triple prime baik sebagai floating maupun sistem chargedischarge).

Terdapat 1 generator yang berkapasitas 450kVA. Apabila satu daya PLN padam maka generator akan langsung menyala secara otomatis menggantikan satu daya PLN. Generator set membutuhkan waktu 10 sampai 30 detik untuk menggantikan satu daya dari PLN, dalam rentang waktu 10 sampai 30 detik ini daya akan disuplai atau digantikan langsung oleh baterai.

### 3) Baterai

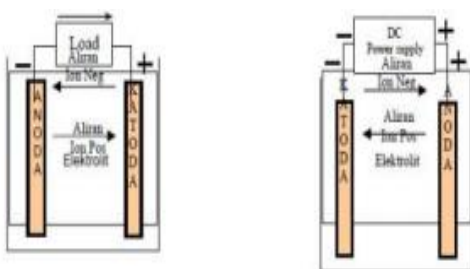
Apabila dua sel listrik kimia atau lebih disambung bersama, maka rangkaian tersebut dinamakan batrai. Baterai / akumulator ialah suatu *electric cell* yang di bagian dalamnya elektrokimia yang dapat berbalik bekerja dengan sistem yang besar efisiennya. Proses *reversible* ialah terjadinya proses pengosongan (daya kimia berubah ke daya listrik) dan pengisian (daya listrik berubah ke daya kimia) . Kedua proses ini terjadi di dalam sel baterai dimana elektroda-elektroda beregenerasi dengan cara arus listrik dialirkan dengan arah polaritas secara berlawanan.

Baterai termasuk ke dalam salah satu satu daya *No Break System* karena tanpa baterai listrik masih akan terputus, pencadangan dari PLN ke Generator membutuhkan waktu 10 sampai 30 detik maka diselang waktu tersebut baterai secara otomatis yang akan menyuplai daya listrik sampai generator menyala [11].

Ada 2 proses dalam baterai yaitu:

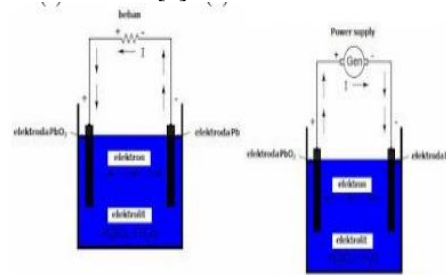
- Proses Pengisian: dimana daya listrik diubah ke daya kimia.
- Proses Pengosongan : dimana daya kimia diubah ke daya listrik.

Pada proses pengisian adalah bila sel dihubungkan pada *power supply* sehingga elektroda positif berubah jadi anoda sementara elektroda negatif berubah jadi katoda. Sedangkan pengosongan di dalam sel listrik terjadi ketika sel terhubung ke beban maka electron akan berpindah dari anoda ke katoda lewat beban tadi, sehingga ion-ion negatif juga akan berpindah kepada anoda serta ion-ion positif juga berpindah ke katoda. Proses ini seperti gambar 12 dan gambar 13, menyebabkan terjadinya arus listrik dimana pergerakan ion tersebut menyebabkan electron dapat mengalir dengan bantuan molekul elektrolit.



Gambar 12. Proses Pengosongan dan Pengisian

Electron mengalir terbalik dari anoda ke katoda lewat *power supply*. Sedangkan Ion-ion negatif juga ikut mengalir dari katoda ke anoda Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda. [1]



(a) Proses pengosongan (discharge) (b) Proses pengisian (charge)

Gambar 13. Arah aliran elektron dan arus listrik pada baterai

Pada standarnya kemampuan baterai dalam mencadangkan satu daya adalah selama  $\pm 10$  jam. Apabila generator sudah menyala maka baterai akan diisi kembali dayanya oleh generator secara otomatis.[4]

### c. Pengontrol Suhu

Dalam mendukung *no break system*, Telkom selalu melakukan pengontrolan suhu tiap perangkatnya, untuk menghindari kerusakan perangkat yang di karenakan suhu yang terlalu panas.

#### 1) AC (Air Conditioner)

AC yang dimaksudkan tersebut merupakan mesin pendingin ataupun pemanas yang digunakan agar suhu dan kelembapan tempat tetap stabil. pemanasan tergantung pada sifat udara pada waktu tertentu). Dalam hal ini divisi CME melakukan rutin maintenance AC yang dilakukan selama 3 bulan 1 kali. Adapun tahapan untuk maintenance AC sebagai berikut :

- Pakai APD terlebih dahulu
- Siapkan peralatan selang, steam air, kabel roll, obeng.
- Lepas baut penutup blower pada AC
- Kemudian semprotkan dengan air pada blower AC
- Bersihkan Filter AC
- Setelah semuanya sudah bersih pasang kembali filter dan penutup blower AC

#### 2) Temperature Controller

Temperature Controller ialah suatu sistem control suhu di mana alat ini berfungsi untuk mengontrol temperature dari suatu area. Alat ini digunakan untuk mendapatkan suhu ideal yang diharapkan. Manfaat lain dari penggunaan alat *temperature controller* ini agar komponen tidak rusak, dan bekerja secara optimal. Data dari Temperature Controller ini dikirimkan kepada Telkom pusat menggunakan Internet. Temperature Controller ini terhubung dengan internet melalui kabel LAN, data ini terkirim secara live time, apabila suhu pada ruangan tersebut telah melewati batas maximal maka notifikasi peringatan terkirim ke pusat.

## 1.2. Pentingnya Penerapan Standart Operation Procedure

### 1) Genset

#### a) Operasi

- Mencek Oli dari *engine* Genset

2. Mencek air radiator
3. Mencek minyak solar di tangki setiap hari
4. Mencek Batrai untuk starter genset (memiliki daya 27,7 VOLTDC)
5. Menekan tombol 'manual' untuk memosisikan alat dari auto menjadi bentuk manual
6. Menekan tombol 'start'
7. Genset dinyalakan sekitar dua menitan untuk memanaskan mesin
8. Perhatikan temperature genset (62-82 C)
9. Perhatikan frekuensi genset (50 Hz)
10. Tekan / matikan load PLN
11. Tekan / matikan load Genset
12. Perhatikan tegangan RST
13. Pastikan Output beban yang ada di MDP utama

#### b) Cara Mematikan Genset

1. Matikan load Genset (tekan tombol *off*)
2. Kemudian hidupkan load PLN (tekan tombol *on*)
3. Amati motorize di MDP harus dalam keadaan *on*
4. Panaskan Genset lebih kurang 3 menit
5. Menekan tombol 'stop' (Genset akan mati)
6. Menekan tombol 'auto' (agar genset otomatis on ketika Catu daya pada PLN padam)

#### c) Cara Manual

1. Matikan fuze R di ATS PLN, sehingga ATS PLN dalam posisi off lalu secara otomatis auto genset menyala dan beban dialihkan pada catu genset
2. Hidupkan fuse di ATS PLN sehingga beban akan dialihkan pada catu PLN
3. Genset dalam posisi mati sekitar 3 menit

#### 2) Baterai

- a) Kondisi baterai harus bersih dan tidak lembab
- b) Ruang pada baterai harus dalam keadaan bersih dan kering. Pengaturan udara secara terus menerus harus diperhatikan dari kipas angin yang sesuai.
- c) Baterai mesti memiliki daya minimal 2,00 V/cell
- d) Jumlah tegangan ketika tidak dichas mesti  $48,8 \pm 0,80$  V/dc dalam 1 bank
- e) Pada pengisian awal (*initial charge*) kisaran tegangan antara 2,6 – 2,7 V/cell
- f) BJ (berat jenis) = 1,215-1,25
- g) Temperatur tertinggi sekitar 50<sup>0</sup> C

#### 3) Rectifier

- a) Seluruh fuse perangkat rectifier mestilah dalam kondisi optimal dan berada pada posisi yang tepat sesuai panduannya.
- b) Perangkat catu dan fuse *input* serta seluruh fuse rectifier di panel utama pada kondisi baik dan standby
- c) Hidupkan secara berurut Q62, Q63 lalu Q63
- d) *Rectifier* secara langsung bekerja ketika *relay* K-1 hidup (0-15 detik) yang diindikasikan menyalnya H81, dimana sesuai modul A3 menyala LED H7, H8, kemudian LED enabling H9 diikuti oleh menyalnya LED gate pulse H1-H6.
- e) Menekan tombol 'S44' (untuk sistem otomatis) ditandai dengan LED tombol nyala
- f) *Rectifier* secara otomatis hidup dimana daya catu / batrai bertegangan 2,33 V/cell (menchas ulang)

terdeteksi dengan tampilan LED di monitor yang dapat hidup selama 0-9 jam (tergantung setingan yang dimasukkan)

- g) Setelah itu (0-9 jam tercapai), *Rectifier* automatic langsung bekerja memberikan daya catu beban/batrai bertegangan 2,23 V/cell (floating charge) yang bisa dimonitor melalui LEDnya.
- h) memperhatikan jumlah tegangan serta daya yang dapat dilihat di LED display monitornya.
- i) *Rectifier* akan bekerja secara semestinya bila sistem otomatis mendeteksi sumber listrik utama mati dalam waktu tidak sampai 3 menit kemudian *rectifier* hidup kembali dengan sistem otomatis pula menjadi floating charge (2,23 V/cell). Tetapi jika waktu pemadaman di atas 3 menit, maka *rectifier* hidup kembali dengan sistem otomatis ke model chas (2,23 V/cell) kemudian menjadi posisi floating charge jika waktu chargenya telah sampai. [12]

#### 1.3. Pentingnya Penerapan Standard Maintenance Procedure

##### 1) Genset

- a) Sistem Per Minggu atau per Bulan
  1. Periksa tingginya oli pada karter
  2. Coolling system
  3. Electric system
  4. Periksa kencang atau kendur pada tali kipas
  5. Periksa pemanas
  6. Uji 'running' selama kira-kira 1 jam-an
    - Uji manual pada tombol 'start' atau 'stop'
    - Uji auto start/stop
    - Frekuensi
    - Tegangan pengeluaran
    - Tekanan oli
    - Daya beban
    - Warna pada gas buangan
    - Bunyi mesin
    - Suhu air
    - Uji beban
- b) Sistem Per semester
  1. Mengganti oli mesin
  2. Membersihkan saringan udara
  3. Membersihkan saringan solar
  4. Membersihkan saringan oli
  5. Mengganti air radiator
  6. Mengganti coolant filter
  7. Menyetel renggangan pada klep
  8. Memeriksa kerja Genset
    - Mencoba start/stop memakai kunci start/stop secara manual
    - start/stop secara automatic
  9. uji beban
  10. uji sistem alarm
    - tekanan oli rendah
    - kecepatan terlalu melebihi standar
    - suhu mesin tinggi
    - Over crank
    - PLN hidup
  11. Mengukur grounding
  12. Memeriksa injector
  13. Memeriksa sikat arang bila ada



14. Memeriksa BBM Solar pada tangki per hari dan per bulan
- c) Tahunan
1. Kalibrasi meter
  2. Mengukur jumlah harmonic distorsion (THD di kondisi tanpa beban)
  3. Terminasi serta kapasitas batrai starter

## 2) Baterai

- a) Harian
1. Memeriksa kondisi ruangan dan baterai bersih atau tidak
  2. Memeriksa kutub-kutub (pole) baterai bersih atau tidak
  3. Mengukur sel pilot (BJ, tegangannya, suhu, serta electrolit level)
  4. Mengukur suhu ruang
  5. Memeriksa udara masuk dan keluar dari ruang
- b) Bulanan
1. Sama dengan pemeliharaan harian
  2. Membersihkan batrai serta memberikan perlindungan pada kutub baterai
  3. Menambahkan *aquadest* ketika level elektrolit bergerak ke level minimal.
  4. Mengukur semua sel
  5. Memeriksa kondisi udara masuk dan keluar
  6. Memeriksa penutup serta filter dari batrai
  7. Memeriksa secara visual keadaan internal serta eksternal baterai
- c) Tahunan
1. Sama dengan pemeriksaan bulanan
  2. Memeriksa kencang atau tidaknya mur baut di terminal kutub baterai
  3. Menguji kapasitas baterai terhadap beban existing/beban rill selama 1 jam atau lebih pada seluruh bank/sel baterai

## 3) Masalah yang Mungkin Terjadi pada No Break system

Jika pemasok utama listrik (PLN) mati sedangkan genset sebagai cadangan bermasalah, maka arus listrik dapat diambilkan dari baterai. Secara standar, baterai dapat memberikan pasokan listrik lebih kurang 10 jam. Bayangkan sebuah skenario di mana pasokan tenaga dasar (PLN) padam selama lebih dari 10 jam. Kemudian generator serbaguna dapat digunakan untuk memasok tumpukan sehingga administrasi transmisi media tidak berhenti. Bila pelayanan telekomunikasi ke konsumen berhenti tentu catu daya ini tidak dapat dinyatakan *no break system*, karena dalam sistem model ini tidak boleh terjadi pemutusan arus sama sekali.

DEG Mobile berkapasitas sebesar 300 KVA serta mampu memberikan catu daya selama lebih kurang sepuluh jam [13]. Bagaimanapun, oleh dan oleh di lapangan, ini sangat jarang karena rutinitas minggu demi minggu mendukung metodologi untuk setiap perangkat. Kerangka kerja tanpa jeda dapat diandalkan dan tingkat pencapaiannya sangat tinggi dan hingga saat ini tidak ada masalah dengan kerangka kerja ini sehingga dapat disimpulkan bahwa kerangka kerja ini secara umum sangat baik.[14]

### 1.4. Analisis No Break System

#### 1) Analisis Instalasi No Break System

Catu daya *No Break System* dalam telekomunikasi terdiri dari bermacam-macam perangkat yang dapat menerima daya untuk kemudian didistribusikan kepada perangkat yang membutuhkannya, antara lain:

- a) Sistem catu daya *no break system* terdiri dari PLN, Genset dan Baterai.
- b) Perangkat *no break system* terdiri dari Perangkat sentral, transmisi dan multimedia.

Setiap perangkat-perangkat hendaknya dijaga agar tidak melebihi standar pengoperasian. Beberapa hal yang menjadikan perangkat tersebut mempunyai tingkat kehandalan yang tinggi:

- a) Setiap perangkat dirawat secara rutin dan berkala berdasarkan *Standard Maintenance Procedure* (SMP)
- b) Setiap perangkat tersebut dioperasikan / dijalankan sesuai *Standard Operation Procedure* (SOP)

#### 2) Analisis Pemakaian No Break System

Kapasitas pada tabel berikut merupakan kapasitas yang digunakan untuk mencatu peralatan telekomunikasi

Tabel 2. Kapasitas Standar Catu daya Gedung

No	Perangkat	Kapasitas Standar Perangkat
1	PLN	865 KVA
2	Genset	1350 KVA
3	Baterai	1000 AH

Tabel 3. Hasil Pengukuran Catu daya No Break System

No	Perangkat	Hasil Pengukuran	
		Tegangan	Arus
1	PLN	380/220 V	5000 A
2	GENSET	380/220 V	1450 A
3	BATERAI	48-60 V	243 A

Penulis menyimpulkan beberapa analisa bahwa:

- a) Apabila sewa PLN adalah 865 KVA sedangkan kapasitas yang terpakai hanya 5000 A sehingga diketahui kapasitas yang digunakan hanya sedikit.
- b) Sistem catu daya *No Break System* pada STO Tangerang dapat mengcover kebutuhan daya sebanyak 5000 A. *Sistem No Break* yang dicatu antara lain perangkat sentral, perangkat transmisi, dan perangkat multimedia.
- c) Kapasitas genset yang ada cukup untuk mencatu berbagai perangkat yang ada, apabila catu daya utama padam. Masalah yang timbul adalah jika genset tersebut tidak dapat beroperasi / mengalami gangguan maka semua perangkat akan mati.
- d) Kapasitas baterai yang ada cukup untuk mencatu beban. Di saat PLN padam, Baterai digunakan sebagai back up sementara waktu untuk tegangan DC yang tidak boleh terputus pencatu dayanya.

#### 3) Optimasi Dari Catu daya No Break System

Jika terjadi pemadaman listrik, terdapat generator diesel yang digunakan sebagai suplai tenaga penguat. Genset diesel dimaksudkan untuk dimanfaatkan arus sesuai keinginan, namun sedang genset diesel yang digunakan menggunakan bahan bakar solar untuk menggerakkan motornya [15]. Penggunaan bahan bakar yang tidak henti-

hentinya harus dipertimbangkan dengan alasan bahwa biaya yang ditimbulkan akan paling tinggi. Sebagai kemajuan untuk menghemat biaya pembelian solar, berbagai pilihan dapat digunakan, lebih spesifik dengan menggunakan papan berorientasi matahari yang dapat membantu mengubah tenaga nuklir berbasis sinar matahari menjadi jenis energi listrik. Sayangnya solar cell dibandrol dengan kisaran yang mahal, sehingga jika dihitung secara cermat penggunaan alat ini lumayan efisien digunakan dalam pengoperasian perangkat telekomunikasi.

#### 4) KESIMPULAN

##### A. Kesimpulan

Catu daya merupakan jantung energi utama bagi sistem telekomunikasi secara keseluruhan. Apabila jantung energi utama aliran listrik ini tidak bekerja, maka secanggih apapun komponen perangkat telekomunikasi itu tidaklah akan memiliki arti apa-apa bila sistem catu daya tidak beroperasi dengan baik. Salah satu perangkat catu daya yang digunakan pada perusahaan telekomunikasi adalah Genset. Genset merupakan salah satu perangkat yang digunakan untuk energi listrik setelah aliran listrik dari PLN padam, sehingga bila catu daya dari PLN mati maka Genset akan mem-backup aliran listrik agar komponen perangkat tetap hidup, hal ini mendukung *No Break System* (Layanan tanpa putus) agar layanan terus aktif (*Always on*); Dalam meningkatkan pelayanan dan kepuasan pelanggan, Telkom mempunyai sistem catu daya yang bekerja selama 24 jam tanpa putus, hal ini agar layanan telekomunikasi tidak terputus. Catu daya yang digunakan adalah PLN sebagai sumber utama, Genset sebagai sumber ketika catu daya pada PLN padam, dan Baterai sebagai catu daya pencadangan ketika penggantian catu daya dari PLN ke Genset yang membutuhkan waktu 10 sampai 30 detik. Sistem catu daya yang dimiliki oleh Telkom ini mendukung *No Break System* (Layanan tanpa putus) agar layanan terus aktif (*Always on*); Dalam menggunakan catu daya, Telkom telah merumuskan dan menetapkan *SOP (Standard Operasional Procedure) dan SMP (Standard Maintenance Procedure)*, dalam menjamin kehandalan dan keberlanjutan layanan *no-break system* agar layanan terus aktif (*Always on*). *SOP dan SMP* tersebut dilakukan secara rutin dan berkala dalam periode, harian, bulanan, semester dan tahunan.

##### B. Saran

Dalam penelitian ini penulis memberikan saran, sebagai berikut: Setiap perangkat catu daya hendaknya dijaga agar tidak melebihi standar pengoperasian. Beberapa hal yang membuat gadget power supply memiliki tingkat kualitas yang tak tergoyahkan adalah bahwa setiap gadget selalu konsisten dan sesekali dijaga sesuai dengan *Standard Maintenance Procedure (SMP)*. Selain itu, setiap gadget bekerja / dijalankan oleh *Prosedur Operasi Standar (SOP)*; Maka *maintenance* perangkat catu daya berdasarkan *SOP dan SMP* harus dilakukan secara rutin dan berkala dalam periode, harian, bulanan, semester dan tahunan. Pelaksanaan *SOP dan SMP* tersebut untuk menjamin kehandalan dan keberlanjutan layanan *no-break system* agar layanan terus aktif (*Always on*).

#### REFRENSI

- [1] R. Hiba and R. Puspitasari, "Catu daya No Break System Perangkat Telekomunikasi di PT Telkom Indonesia, Tbk Divisi Regional II Area Network Tangerang," *J. ICT*, vol. V, no. 9, 2014.
- [2] G. F. Musyary, "Manajemen operasi catu daya pada perangkat catu daya telekomunikasi divisi arnet pt. telkom bangka belitung," *Univ. Pertamina*, vol. 2, no. 1, 2020.
- [3] Prakasa. Dwi Teguh, *Studi Sistem Catu Daya Tidak Terputus Pada Unit Terminal Bandara Kuala Namu*, Jurnal-Usu, 2019.
- [4] Tobi. D.W, Harling; V.N.V, *Studi Optimalisasi Kualitas Sistem Catu Daya Terintegrasi Pada PT. Telkom Stasiun Bumi Sorong*, Jurnal Electro Luceat Vol. 4 No.2, 2018.
- [5] Ilmi, M. Junaidi, A. Hiendro, *Analisis Tekno-Ekonomis Generator Set Sebagai Sumber Energi Listrik Cadangan Pada PT. Telekomunikasi Indonesia TBK. Pontianak*, 2015
- [6] Divisi Pelatihan PT. Telkom, *Pengantar Teknik Catu Daya Telekomunikasi*. Bandung, 1995.
- [7] P. Agus, *Jaringan Telekomunikasi Catu Daya Pada Sistem Telekomunikasi*, jurnal-fdokumen, 2010
- [8] UPNW Jakarta Divisi Network PT. Telkom, "Standard Operating Procedure (SOP) Perangkat Mekanikal Elektrikal," Jakarta, 2010.
- [9] DIV. Catu Daya PT. Telkom, *Modul Catu Daya PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk (TELKOM)*. 2014.
- [10] S. Ghozali, *Sistem Telekomunikasi di Indonesia*. Bandung: Alfabeta, 2006.
- [11] I. Ressa, *Kepercayaan dan Kepuasan Pelanggan Merupakan Faktor Yang Sangat Esensial Dalam Bisnis Jasa Telekomunikasi: Ketatnya Persaingan Antar Operator Telekomunikasi*. Slideplayer.info, 2018
- [12] A. Ricky, Nurhalim, *Studi Kapasitas Baterai 110 Vdc pada Gardu Induk 150 kV Bangkinang*, media.neliti, 2015
- [13] Direktori PT PLN Persero, *Direktori Karya Inovasi*, PT. PLN Persero, 2012
- [14] Direktori PT PLN Persero, *Direktori Karya Inovasi*, PT. PLN Persero, 2005
- [15] T. Agusmi Marko, *Analisa Efisiensi Power Pada Sistem Kendali (Power Cube 1000) BTS XI Axiata Site ID E911*, repository.uma.ac.id, 2017.
- [16] Hidayat Tahir, Syahrir Abdussamad, Iskandar Zulkarnain Nasibu, "Rancangan Catu Daya Cadangan SRAM Pada Z80 Trainer" *JJEEE*, vol. 3, no. 1, 2021.