

## Implementation of Early Warning System on SMART VU SCADA PT PLN (Persero) with LED Warning Lights

M.Fadil<sup>1\*</sup>, Mukhlidi Muskhir<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Department of Electrical Engineering, Faculty Engineering, Universitas Negeri Padang, Padang, INDONESIA

\*Corresponding Author, email : fadil00846@gmail.com

Received 2024-02-06; Revised 2024-02-19; Accepted 2024-02-25

### Abstract

Electric power distribution is a crucial element in meeting the needs of the community, especially in the workshop and electronic equipment repair sector. The transmission process aims to optimize efficiency and reduce power losses. PT PLN (Persero) UP2D Sumatera Barat has a high commitment in responding to the needs of the community, related to the distribution of electricity, especially in the 20 KV distribution network. Although it already used two Early Warning Systems connected to SMART VU SCADA, the DCC room alarm sound is disabled to minimize noise. Therefore, this research focuses on implementing an additional Early Warning System with LED warning lights. The research methodology includes literature study, initial testing (Experimental Method), system design, hardware design, second testing (successful/unsuccessful), direct testing in the DCC room, and analysis of results. This research can improve alarm notifications, speed up dispatcher response time, and increase vigilance in handling disturbances in the 20 KV distribution network.

**Keywords** : Power distribution; Early Warning System; SMART VU SCADA.

### 1. Introduction

Distribusi tenaga listrik memiliki peranan krusial dalam memenuhi kebutuhan masyarakat di sektor perbengkelan atau perbaikan peralatan elektronik [1]. Listrik adalah kebutuhan esensial bagi manusia, dan sebagian besar juga digunakan di rumah tangga. Penggunaan listrik disesuaikan dengan kebutuhan. [2]. Keberadaan tenaga listrik memungkinkan berbagai kegiatan masyarakat dan kegiatan industri dapat berjalan lancar. Sumber tenaga diperoleh dari pembangkit dan disalurkan melalui tegangan tinggi, yang dikenal sebagai penyaluran transmisi. Penyaluran transmisi bertujuan untuk mengurangi kerugian daya dan efisiensi dalam proses penyaluran jarak jauh. Setelah melewati proses penyaluran tegangan tinggi dari pembangkit, tenaga listrik diubah menjadi tegangan menengah dan rendah di gardu induk dan gardu distribusi sebelum disalurkan kepada konsumen. Proses ini dikenal sebagai penyaluran distribusi [1].

Masyarakat mengharapkan agar proses penyaluran tenaga listrik dapat berjalan secara efisien, dengan mengurangi gangguan dan meminimalkan pemadaman. Kehadiran tenaga listrik kini menjadi kebutuhan utama, dan ketidakstabilan dalam penyaluran dapat menimbulkan kerugian bagi banyak pihak. PT.PLN (Persero), khususnya UP2D SUMBAR (Unit Pelaksana dan Pengatur Distribusi Sumatera Barat), berkomitmen maksimal dalam merespons kebutuhan masyarakat terkait penyaluran tenaga listrik. Peran UP2D di sini adalah sebagai pengatur untuk mengurangi gangguan dan meminimalkan pemadaman yang terjadi pada jaringan distribusi 20 KV [1].

Menurut hasil observasi, PT.PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Sumatera Barat (UP2D SUMBAR) memanfaatkan dua *Early Warning Systems* (Sistem Peringatan Dini) yang terhubung dengan *SMART VU SCADA*, yang mencakup tampilan monitor dan

peringatan suara. Namun, suara alarm *SMART VU SCADA* di ruangan *DCC (Distribution Control Center)* sengaja dinonaktifkan karena kebisingan, agar *dispatcher* dapat fokus pada tugas mereka dalam memantau gangguan dan melakukan normalisasi pada jaringan distribusi 20 KV. Adapun perencanaan bidang *FASOP (Fasilitas Operasi)* untuk penambahan *Early Warning System (Sistem Peringatan Dini)* di ruangan *DCC (Distribution Control Center)* *UP2D SUMBAR (Unit Pelaksana Pengatur dan Distribusi Sumatera Barat)* dengan lampu *warning LED* yang berfungsi untuk meningkatkan kewaspadaan dan kenyamanan *dispatcher*, mempercepat *respon time dispatcher* dalam mengetahui adanya gangguan dan penormalan gangguan pada jaringan distribusi 20 KV. Dengan dasar informasi yang telah dijelaskan, penulis memilih topik tugas akhir yang berjudul “*Implementasi Early Warning System pada SMART VU SCADA PT PLN (Persero) Unit Pelaksana dan Pengatur Distribusi Sumatera Barat (UP2D SUMBAR) Dengan Lampu Warning LED*” dimana studi kasusnya adalah penambahan *Early Warning System (Sistem Peringatan Dini)* berupa lampu *warning LED* dan membuat sebuah alat untuk *mensinkronisasikan* lampu *warning LED* dengan *SMART VU SCADA* di ruangan *DCC (Distribution Control Center)* *UP2D SUMBAR (Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Sumatera Barat)*.

Tujuan artikel ini untuk menambah *notifikasi alarm* di ruangan *DCC*, mempercepat *respon time dispatcher* dan meningkatkan kewaspadaan/ kehati-hatian *distpatcher* dalam melakukan *monitoring* dan penormalan gangguan jaringan distribusi 20 KV.

## 2. Material

### 2.1 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

*Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)* merupakan sistem yang dapat memonitor dan mengontrol suatu peralatan atau sistem dari jarak jauh secara *real time* [3]. Sebuah sistem SCADA terdiri dari *Remote Station* dan *Master Station* [4].

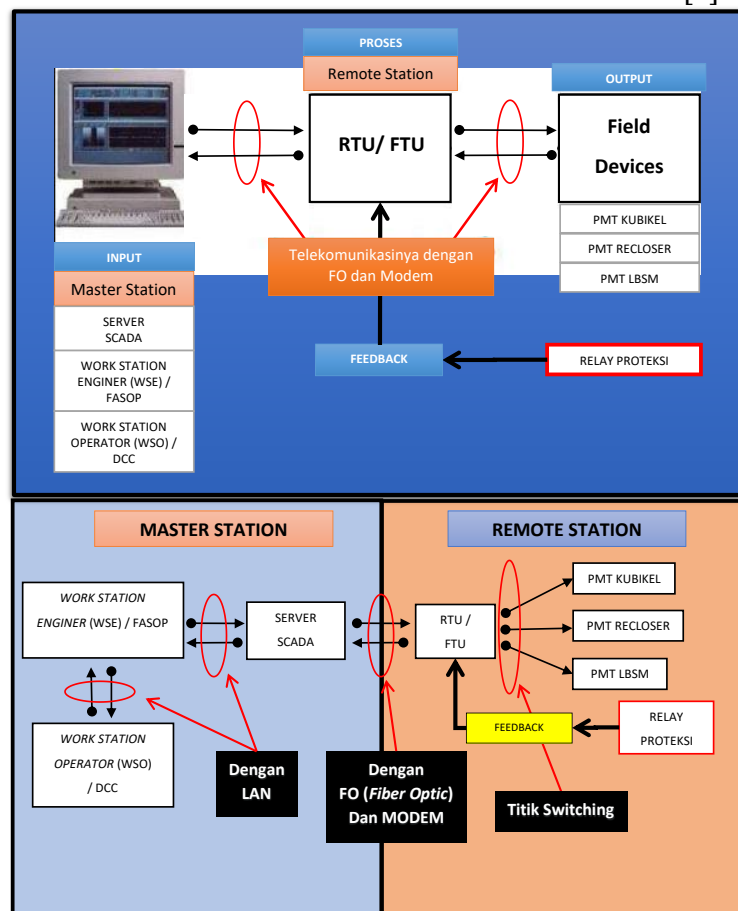


Figure 1. Sistem SCADA PLN UP2D SUMBAR

## Sistem SCADA

Sebuah sistem merupakan gabungan dari beberapa alat atau komponen yang berinteraksi untuk membentuk suatu kesatuan yang bekerja bersama-sama. Istilah SCADA sendiri merupakan singkatan dari Supervisory Control and Data Acquisition, yang merinci tiga fungsi utamanya, yaitu pengawasan (*supervisory*), kontrol (*control*), dan pengambilan data (*data acquisition*). Dengan kata lain, sistem SCADA merupakan kumpulan peralatan yang berkomunikasi untuk melaksanakan tugas pengawasan, pengendalian, dan pengumpulan data dari suatu proses, seperti dijelaskan oleh Anamila dalam penelitian [5]. Prinsip dasar dari sistem SCADA melibatkan dua aspek utama:

- a. Memantau dan mengontrol peralatan sistem dari jarak jauh.
- b. Mengumpulkan informasi dan mentransfernya ke pusat kendali dengan membawa data dan sinyal kontrol (*status*) yang kemudian ditampilkan pada layar operator.

Berdasarkan gambar 1 sistem SCADA terdiri dari *master station* (*server SCADA, WSE/Fasop, WSO/DCC*) dan *remote station* (*RTU, FTU, PMT, Recloser, LBSM, Relay Proteksi*). Berikut penjelasannya :

### 1. MASTER STATION

*Master station* adalah sekumpulan perangkat keras dan perangkat lunak yang terdapat di pusat kontrol. Konfigurasi *master station* umumnya bervariasi dan disesuaikan dengan kebutuhan sistem SCADA yang digunakan [6]. *Master station* terdiri dari *server SCADA, WSE(Work Station Engineer), WSO(Work Station Operator)*.

#### Server SCADA



**Figure 2. Server SCADA PLN UP2D SUMBAR**

*Server SCADA* berperan sebagai pengolah dan penyimpan seluruh data dan informasi yang diperoleh dari subsistem komunikasi, untuk kemudian dapat dikirimkan ke server lain sesuai dengan kebutuhan [7]

#### Work Station Engineer (WSE) / Fasop (Fasilitas Operasi)

Berdasarkan hasil observasi *Work Station Engineer (WSE) / Fasop* fungsinya untuk *Drawing* (Untuk menggambar jaringan sesuai kondisi di lapangan), *Mapping* (Proses dalam memetakan *address*, supaya terhubung dengan RTU di lapangan), *Pointing* (Untuk menghubungkan gambar yang digambar oleh *engineer* dengan hasil *mappingan*, *Line sectioning* (Untuk memetakan *section/bagian*, supaya mengetahui *section* tersebut display dari arah mana dan dari titik *switching* mana agar hasilnya dapat memetakan daerah padam apabila *line section* tersebut terindikasi padam).

#### Work Station Operator(WSO)/ DCC(Distribution Control Center)



**Figure 3. Ruang Distribution Control Center (DCC) UP2D SUMBAR**

Berdasarkan hasil observasi *Work Station Operator* (WSO) / DCC berfungsi sebagai tempat *dispatcher/operator* mengoperasikan apa yang telah di *mapping* oleh tim Fasop.

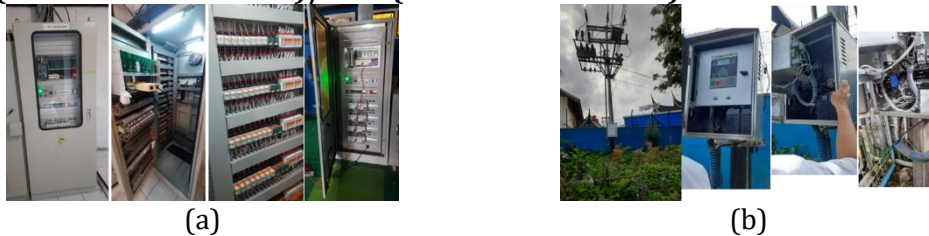
Aktivitas dalam tahap dispatch [8] meliputi :

- Pemantauan sistem tenaga, peralatan sistem dan statusnya.
- Pengendalian tenaga listrik (*power dispatch*).
- Evaluasi ekonomi dan keamanan sistem.
- Melaksanakan Melakukan *switching* dan melakukan pemulihan sistem setelah terjadi gangguan.

## 2. REMOTE STATION

*Remote station* adalah perangkat yang terletak di gardu induk dan berupa prosesor yang berperan sebagai penerima, pengolah, serta pengirim informasi dari peralatan yang sedang dimonitor ke *master station* atau menerima instruksi – instruksi dari *master station*. *Remote station* terdiri dari RTU/FTU, PMT (PMT Kubikel, PMT Recloser, PMT LBSM), *relay proteksi* [6].

### RTU (*Remote Terminal Unit*)/ FTU (*Front Terminal Unit*)



**Figure 4. Figure RTU (*Remote Terminal Unit*)(a), Figure FTU(*Front Terminal Unit*)(b)**  
Remote Terminal Unit (RTU) adalah komponen dalam sistem pengendalian tenaga listrik yang dapat dianggap sebagai perangkat cerdas. Fungsinya mencakup deteksi perubahan posisi saklar (buka/tutup/tidak valid), penerimaan perintah kontrol jarak jauh dari pusat pengendalian untuk membuka atau menutup, serta pengukuran tegangan, arus, dan frekuensi di Gardu Induk [9].

Berdasarkan hasil observasi, FTU (*Front Terminal Unit*) dari segi defenisinya dan fungsinya sama dengan RTU (*Remote Terminal Unit*). Yang membedakan hanya mereknya (RTU/FTU) dan tempat posisi unitnya, klaw RTU itu di PMT kubikel sedangkan FTU di *keypoint* PMT recloser dan PMT LBSM.

### PMT (Pemutus Tenaga)

Pemutus Tenaga (PMT) adalah perangkat listrik yang dirancang khusus untuk melindungi sistem daya saat terjadi kegagalan dalam sistem tersebut[10]. PMT beroperasi untuk menghubungkan dan memutus aliran listrik dalam kondisi tidak ada beban atau saat ada beban, dilengkapi dengan kemampuan khusus untuk memutus aliran listrik saat terjadi hubung singkat. Istilah yang digunakan dalam bahasa Inggris untuk PMT adalah circuit breaker (CB)[11]. PMT (Pemutus Tenaga) terdiri dari 3, yaitu :

#### PMT Kubikel



**Figure 5. PMT Kubikel**

PMT Kubikel (Pemutus Tenaga) berperan dalam mengatur pembukaan dan penutupan aliran listrik, baik dalam kondisi berbeban maupun tanpa beban. Fungsinya mencakup pemutusan aliran listrik saat terjadi gangguan hubung singkat [12].

### PMT Recloser



**Figure 6. PMT Recloser**

Recloser merupakan suatu perangkat dalam sistem *proteksi* jaringan distribusi dengan tegangan menengah sebesar 20 kV, yang difungsikan untuk menganalisis gangguan yang bersifat sementara atau permanen. Recloser, yang dilengkapi dengan kemampuan buka dan tutup otomatis, sangat bermanfaat untuk mengatasi gangguan berkepanjangan pada sistem yang disebabkan oleh kondisi gangguan sementara atau lonjakan arus yang tiba-tiba (*transient over current*) [13].

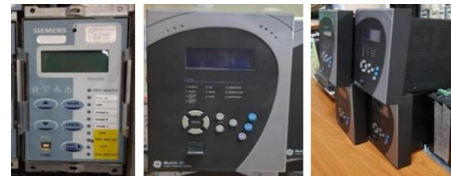
### PMT LBSM



**Figure 7. PMT LBSM**

*Load Break Switch* (LBS) merupakan perangkat kunci yang berfungsi sebagai pemutus atau penyambung sirkuit dalam sistem distribusi listrik saat dalam keadaan berbeban [14].

### Relay Proteksi



**Figure 8. Relay Proteksi**

Relai merupakan komponen listrik yang beroperasi berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetik, berfungsi secara otomatis untuk mengontrol atau memasukan suatu rangkaian listrik (rangkainan *trip* atau *alarm*) ketika terjadi perubahan kondisi kerja system [15].

Berdasarkan hasil observasi, terdapat beberapa gangguan yang terjadi pada jaringan atau penyulang distribusi 20 KV seperti : OCR (*Over Current Relay*), OCR INSTAN (*Over Current Relay INSTAN*), GFR (*Ground Fault Relay*), GFR INSTAN (*Ground Fault Relay INSTAN*)

Untuk berapa standarisasi nilai beban arusnya sampai terindikasi gangguan (OCR, OCR INSTAN, GFR, GFR INSTAN) pada *relay proteksi*, itu dikembalikan pada penyettingan *relay proteksinya* saat di pasang pada kubikel dan panel FTU (*Front Terminal Unit*), yang disesuaikan dengan beban penyulang.

## 2.2 SMART VU SCADA PLN



**Figure 9. Tampilan Aplikasi SMART VU SCADA PLN UP2D SUMBAR**

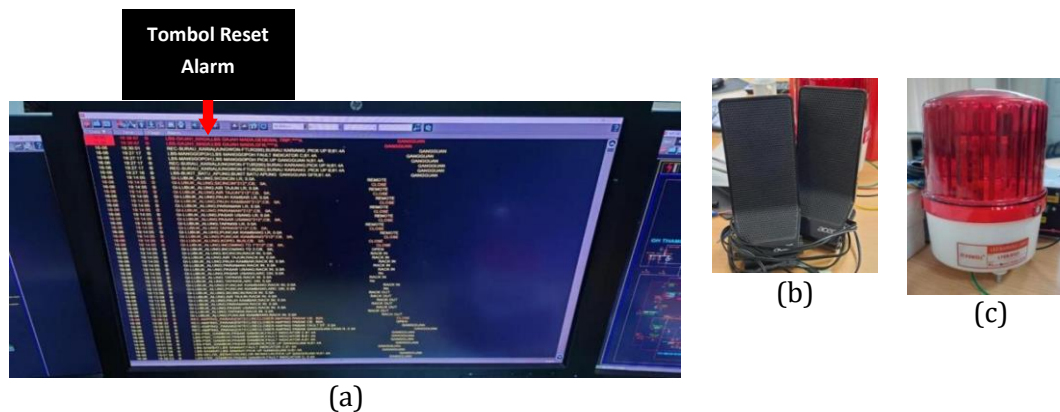
*SmartVU* adalah GUI *intuitif* berbasis *windows* yang menyederhanakan cara pengguna mengelola, mengedit, dan berbagi informasi. Hal ini memungkinkan *operator* untuk mengamati seluruh aspek jaringan listrik secara *real-time*, memberikan wawasan dan kontrol yang mereka perlukan untuk mengelola data jaringan mereka secara efektif. Dengan memanfaatkan fitur *SmartVU* dan kemampuan visualisasi tingkat lanjut, Anda memiliki akses cepat ke peta, *alarm*, log operasi, dan alat analisis serta fitur pengeditan, dan kemampuan untuk menyajikan data dalam berbagai format [16].

### 2.3 Early Warning System (EWS)

Secara pokok, EWS adalah suatu sistem yang memiliki kemampuan untuk melakukan pemantauan, analisis, dan interpretasi hasil secara *real-time* [17]. PT. PLN UP2D SUMBAR dilengkapi dengan *Early Warning System (EWS)* yang terhubung dengan SMART VU SCADA dan terdiri dari :

**Table 1. Input dan Output EWS SMART VU SCADA PLN UP2D SUMBAR**

Input	Output
1. Relay <i>Proteksi</i> .	1. Tampilan alarm <i>SMARTVU SCADA</i> pada monitor. 2. Suara (Output dari Speaker Aktif PC) 3. Lampu <i>warning LED</i> (Sebagai tambahan <i>notifikasi</i> status gangguan yang alatnya penulis buat ).



**Figure 10. Figure Tampilan alarm SMARTVU SCADA pada monitor(a), Figure Speaker Aktif PC Merek ACER(b), Figure Lampu warning LED(c)**

### 2.4 SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Persamaan SAIDI menurut Rochman dalam [18] didefinisikan sebagai berikut :

$$SAIDI = \frac{\sum (\text{Jumlah Pelanggan Padam} \times \text{Durasi Padam})}{\text{Total Pelanggan}} \quad (1)$$

SAIDI dihitung dengan mengalikan jumlah pelanggan dengan total durasi padam yang kemudian akan dibagi dengan jumlah total pelanggan, dengan hasil perhitungan ini maka dapat didefinisikan sebagai rata-rata durasi gangguan per pelanggan yang ada pada jaringan tersebut dalam satu periode tertentu.

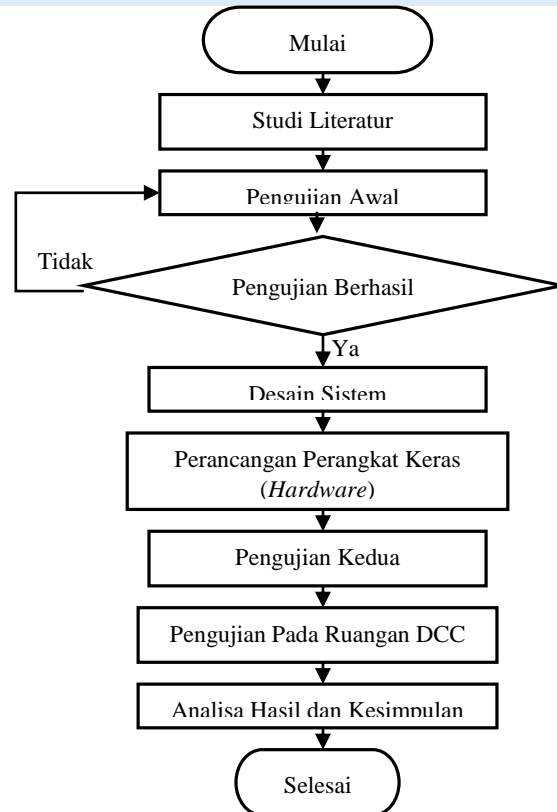
### 2.5 ENS (Energy Not Supplied)

Menurut Rochman dalam [18] *Energy Not Supplied (ENS)* adalah parameter keandalan yang menggambarkan jumlah energi yang tidak dapat disalurkan oleh sistem selama periode gangguan pemadaman atau total KWh yang hilang karena gangguan tersebut. Pada aspek matematis, ENS dapat diungkapkan sebagai berikut :

$$ENS \text{ (Energy Not Supplied)} = \frac{\sqrt{3} VL .IL .Cos\phi x t}{1000} \quad (2)$$

### 3. Methods

#### 3.1 Alur Penelitian



**Figure 11. Alur Penelitian**

#### 1. Studi Literatur

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan referensi dari berbagai sumber, termasuk sumber offline seperti hasil observasi dan modul-modul materi dari PT PLN (Persero) UP2D SUMBAR (Sumatera Barat), serta sumber online yang terdiri dari jurnal-jurnal nasional yang terpercaya. Dalam penelitian sebelumnya, yang pertama meneliti monitoring system SCADA menggunakan metode AHP [3]. Penelitian kedua meneliti monitoring system SCADA berbasis IoT [17]. Penelitian ketiga meneliti monitoring system SCADA secara visual dan SMS Gateway [20]. Penelitian keempat meneliti monitoring system SCADA berbasis Mikrokontroler Arduino Mega [1].

#### 2. Pengujian Awal



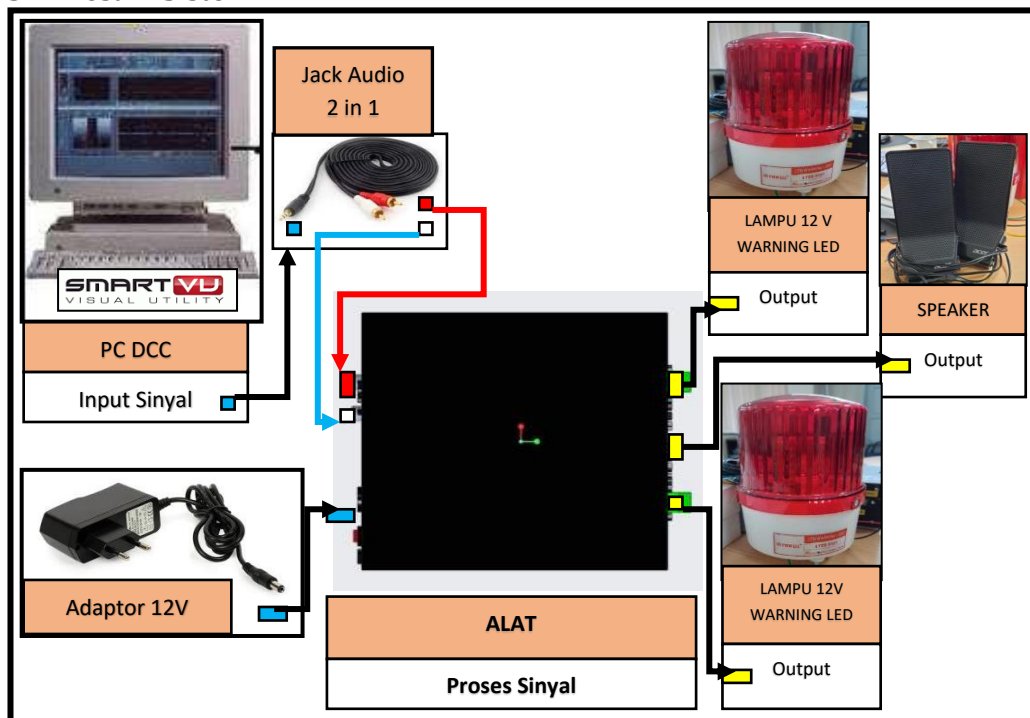
**Figure 12. Pengujian Awal**

Pada tahap ini, dilakukan pengujian sederhana dengan memanfaatkan speaker aktif merk ACER yang peneliti coba rangkai dengan resistor (sebagai pemicu arus), transistor (sebagai saklar), lampu *warning* LED (sebagai tambahan notifikasi *alarm* berupa tampilan cahaya

lampu), adaptor 12 V (sebagai catu daya lampu), modul buck converter (sebagai penurun tegangan dari adaptor 12V menjadi 5V untuk tegangan *input* rangkaian). Proses pengujian awal ini merupakan suatu langkah yang penulis lakukan uji coba untuk mendapatkan rangkaian yang cocok sesuai kebutuhan alat yang akan penulis buat, setelah mendapatkan referensi informasi dari link youtube ini :

- <https://youtu.be/4HdXuOWUhQ0?si=tGPTzMALQb T1-ml>
- <https://youtu.be/9GWHygyZSxc?si=2tCmoslRlo-ezMQF>

### 3. Desain Sistem



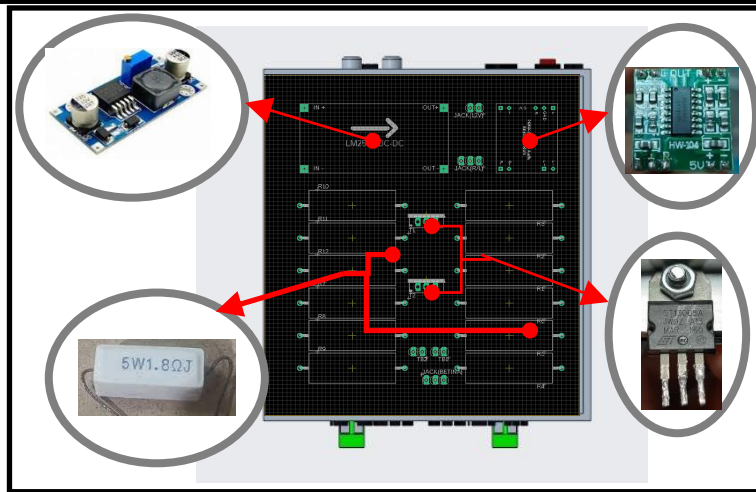
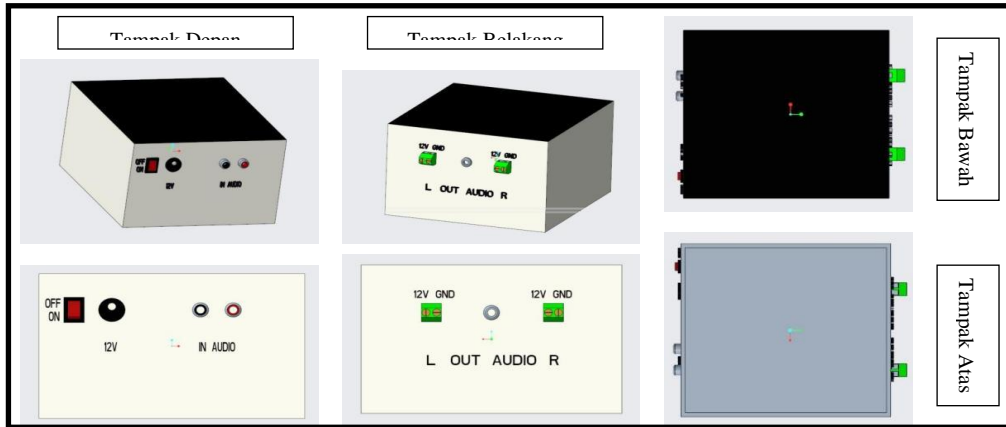
**Figure 13. Blok Diagram Sistem**

Berdasarkan pada *figure 13* menunjukkan perancangan masing-masing blok diagram dengan fungsi-fungsi berikut: 1) Alat, yang merupakan komponen utama sistem ini, berfungsi sebagai proses sinyal sehingga output alat dapat berfungsi sebagaimana mestinya. 2) PC DCC berfungsi sebagai *inputan* sinyal. 3) Jack *audio* berfungsi sebagai perantara/ *interface* sinyal dari *input* ke proses sinyal. 4) Adaptor 12V berfungsi sebagai catu daya alat dan lampu *warning* LED. 5) Speaker aktif berfungsi sebagai *output* sinyal berupa suara. 6) Lampu *warning* LED berfungsi sebagai *output* sinyal berupa cahaya.

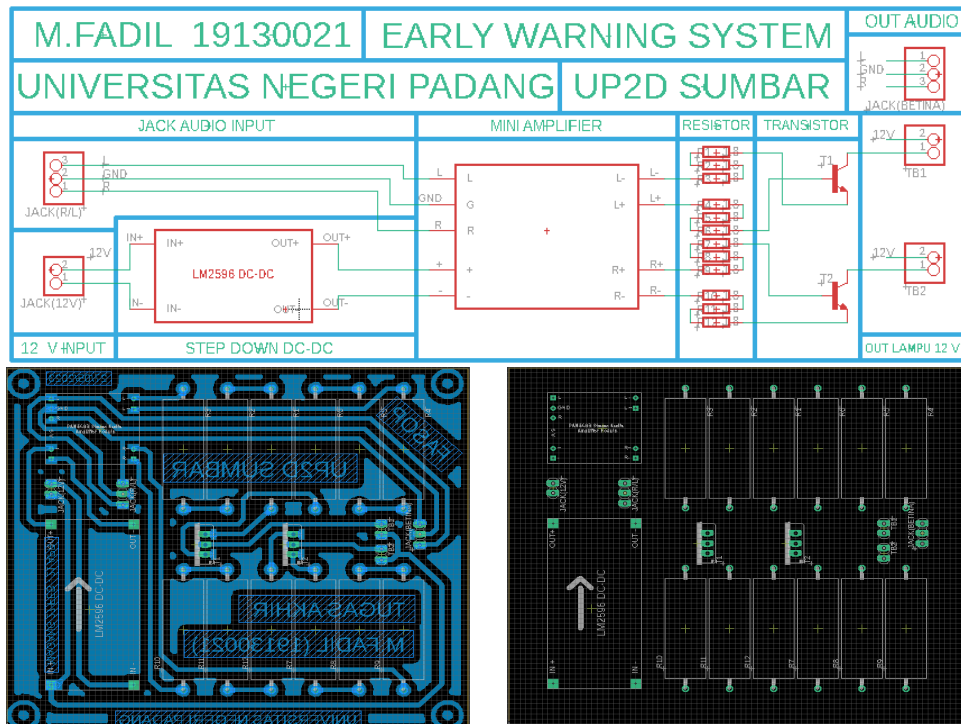
### 4. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam penelitian ini, tahap perancangan perangkat keras memerlukan beberapa komponen, termasuk amplifier PAM8403, modul LM2596, transistor ST 13005A, resistor 5 Watt 1,8 Ohm. Tahap perancangan hardware dimulai dengan menentukan jumlah resistor sebagai pemicu arus untuk transistor dan spesifikasi transistor yang akan digunakan sebagai saklar otomatis dalam rangkaian. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses perakitan dan memastikan struktur rangkaian terorganisir dengan baik. Perancangan hardware alat ini dapat dilihat pada *figure 14*.





**Figure 14. Rancangan Hardware Penelitian Tugas Akhir Penulis**  
Bentuk rangkaian perangkat keras yang akan dibuat dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada figure 15.

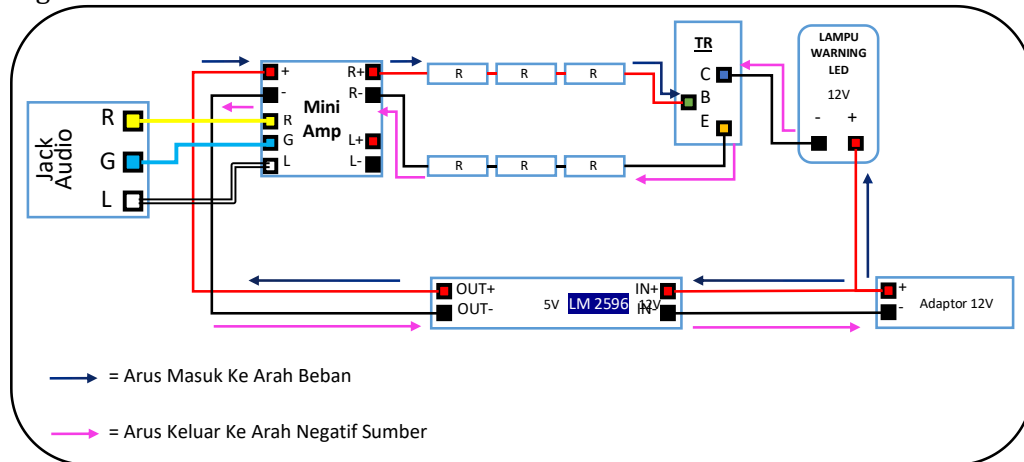


**Figure 15. Rangkaian Pada Perancangan Hardware**

© The Author(s)  
Published by Universitas Negeri Padang  
This is an open-access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Berdasarkan *figure 14 dan 15* tergambar perancangan bentuk rangkaian alat yang akan direalisasikan. Keseluruhan rangkaian perangkat keras (hardware) menunjukkan hubungan yang jelas antara satu komponen dengan komponen lainnya, membentuk suatu sistem yang terintegrasi yang dapat digunakan sebagai alat penambahan notifikasi *alarm* DCC di PT PLN (Persero) UP2D SUMBAR (Sumatera Barat). Pada **modul LM2596** terdapat pin (IN+) dan (IN-) yang dikoneksikan dengan jack12V (adaptor 12V, yang berfungsi sebagai penurun tegangan menjadi 5V untuk suplay tegangan ke *mini amplifier*). Pada **mini amplifier (amplifier PAM8403)** terdapat pin (R,GND,L) yang dikoneksikan dengan *jack audio*, pin (+) dan (-) dikoneksikan dengan keluaran modul LM2596 (sebagai *inputan* catu daya amplifier), pin R(+) dan L(+) dikoneksikan dengan **resistor** yang diserikan (agar arusnya stabil) lalu dikonesikan kembali ke kaki *basis* transistor (sebagai pemicu transistor agar dapat bekerja), dan pin R(-) dan L(-) dikoneksikan dengan **resistor** yang diserikan (agar arusnya stabil) lalu dikonesikan kembali ke kaki *emitor* transistor. Pada **transistor** pin kaki *collector* dikoneksikan dengan *out* lampu(-) dan *out* lampu(+) paralelkan langsung dengan *jack* 12V. Dan untuk **out audio (R,GND,L)** itu langsung diparalelkan dengan *jack audio input* (R,GND,L).

Pada *figure 16* menampilkan skema rangkaian sederhana yang memberikan gambaran tentang prinsip kerja dari rancangan perangkat keras yang akan diimplementasikan dalam tugas akhir ini.



**Figure 16. Prinsip Kerja Rangkaian Perancangan Hardware Tugas Akhir**

Berdasarkan *figure 16* didapatkan sebuah prinsip kerja dari perancangan bentuk rangkaian alat yang akan dibuat. Yaitu adaptor 12V menjadi *catu daya* lampu *warning* LED dan *mini amplifier* (yang tegangannya di step down kan menjadi 5V menggunakan modul *buck converter* LM2596). Setelah diberikan tegangan dari adaptor 12V, *mini amplifier* berfungsi memperbesar sinyal dari *inputan jack audio* untuk di salurkan ke resistor (yang diserikan agar arusnya stabil) lalu ke kaki *basis* transistor (transistor akan berfungsi sebagai saklar, ketika kaki *basis* transistor di *triger* dengan arus “sebagai pemicu” sehingga tegangan transistor sampai melebihi batasan tegangan *threshold* transistor yang mengalirkan arus dari kaki *collector* ke *emittor* transistor). Selanjutnya arus negatif dari beban lampu *warning* LED akan mengalir dari kaki *collector* ke kaki *emittor* transistor, setelah itu lanjut ke resistor, ke *mini amplifier*, ke modul *buck converter* LM2596, dan ke negatif adaptor 12V sehingga membentuk rangkaian tertutup yang saklarnya otomatisnya adalah transistor dan pemicunya dari *jack audio* yang diperbesar oleh *mini amplifier*. Jadi lampu akan hidup ketika ada pemicu sinyal dari *jack audio* lalu dilanjutkan sampai ke transistor yang akan berfungsi menjadi saklar ON.

## 5. Pengujian Kedua

Pada tahap ini, peneliti menguji alat setelah dibuat untuk diujikan pada lampu *warning* LED menggunakan *inputan* sinyal dari laptop.

## 6. Pengujian Pada Ruang DCC

Pada tahap ini, peneliti menguji alat secara langsung di ruangan DCC dengan menggunakan inputan sinyal dari PC DCC, setelah sebelumnya telah melakukan pengujian kedua menggunakan inputan sinyal dari laptop.

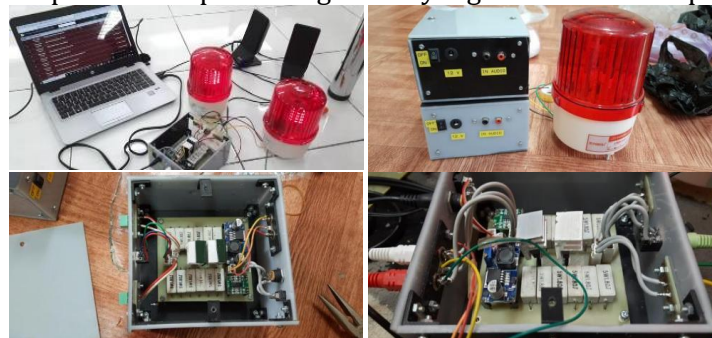
## 7. Analisa Hasil dan Kesimpulan

Proses ini melibatkan penilaian terhadap keberhasilan perancangan alat yang dirancang untuk diaplikasikan di ruangan DCC. Kesimpulan yang diambil mencakup rangkuman dari perancangan yang telah dilaksanakan, dan saran untuk penelitian lebih lanjut.

## 4. Results and discussion

### 1. Hasil Perancangan

Pada *figure 17* merupakan hasil perancangan alat yang telah dilakukan pada penelitian ini.



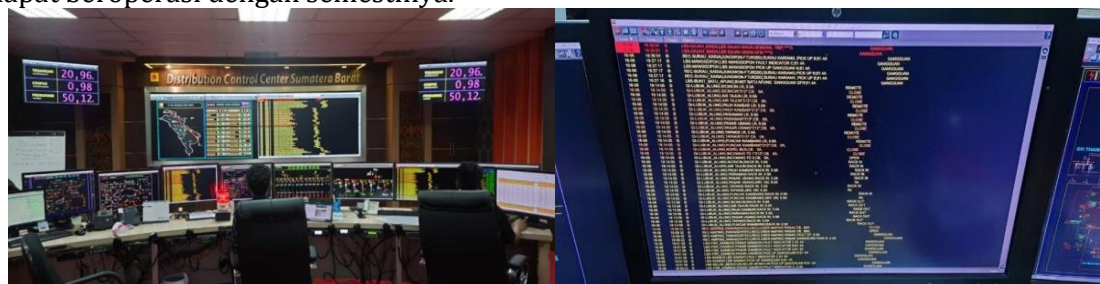
**Figure 17. Hasil Alat Tugas Akhir**

Berdasarkan *figure 17* diatas tergambar sebuah alat yang telah selesai dibuat sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Dimulai dari studi literatur, pengujian awal, blok diagram system, rancangan desain *hardware*, rancangan rangkaian hardware sehingga Alhamdulillah dapat teraplikasikan dengan baik.



**Figure 18. Alat Telah Dipasang Pada Ruang DCC**

Pada *figure 18* diatas merupakan gambar *dispatcher* DCC (*Distribution Control Center*) yang sedang melakukan pemantauan dan *manuver/* penormalan terhadap gangguan jaringan Distribusi 20 KV. Dimana pada gambar diatas alat yang peneliti buat telah dipasang pada ruangan DCC, sehingga *dispatcher* tinggal menunggu saja adanya gangguan baru alat nya dapat beroperasi dengan semestinya.



**Figure 19. Adanya Indikasi Gangguan Pada Jaringan Distribusi 20KV**

Pada *figure 19* diatas dapat kita lihat ketika adanya indikasi gangguan jaringan distribusi 20 KV pada *SMART VU SCADA*, Lampu indicator *WARNING LED* langsung hidup sehingga memberikan notifikasi kepada *dispatcher* DCC secara refleks untuk melakukan penormalan

gangguan jaringan Distribusi 20 KV. Dimana *dispatcher* DCC akan melakukan koordinasi dengan UP3, GI/GH, UP2B (Sesuai alur komunikasi UP2D) menggunakan *via* Radio untuk melakukan penormalan gangguan jaringan distribusi 20 KV tersebut.

## 2. Hasil Pengujian

SAIDI (System Average Interrupt Duration Index).

Table 2. Rekapitan Data Bulanan SAIDI Pada Tahun 2023

TAHUN 2023					
Bulan	Target SAIDI	Realisasi SAIDI	Capaian	Jam x Pelanggan Padam	Jumlah Pelanggan
Januari	25,37	14,79	141,7%	402.649	1.633.047
Februari	50,74	31,60	137,7%	862.613	1.638.115
Maret	76,12	42,90	143,6%	1.174.896	1.643.151
April	101,49	53,15	147,6%	1.458.459	1.646.497
Mei	126,86	67,02	147,2%	1.844.538	1.651.264
Juni	152,23	83,39	145,2%	2.303.254	1.657.265
Juli	177,60	97,41	145,2%	2.699.594	1.662.774
Agustus	202,97	113,25	144,2%	3.150.057	1.668.906
September	228,35	128,04	143,9%	3.574.247	1.674.892
Oktober	253,72	151,51	140,3%	4.245.837	1.681.441
November	279,09	187,68	132,8%	5.277.732	1.687.286
Desember	304,46	203,83	133,1%	5.752.021	1.693.179

Pada *table 2* diatas merupakan data SAIDI pada tahun 2023. Dapat kita lihat pada bulan November memiliki target SAIDI yang bernilai 279,09 menit sedangkan yang terealisasi adalah **187,68 menit** dan pada bulan Desember memiliki target SAIDI yang bernilai 304,46 menit sedangkan yang terealisasi **203,83 menit**, terdapat peningkatan penekanan nilai SAIDI pada bulan Desember. Dimana nilai perbandingan SAIDI dari bulan Desember adalah **16,15 menit** yang didapat dari hasil (data realisasi Desember – data November, yaitu 203,83 – 187,68 = 16,15 menit). Sedangkan nilai perbandingan SAIDI dari bulan November adalah **36,17 menit** yang didapat dari hasil (data realisasi November – data Oktober, yaitu 187,68 – 151,51 = 36,17 menit). Jadi dapat kita lihat terjadi peningkatan pada penekanan nilai SAIDI di bulan Desember ketika alat telah dipasang.

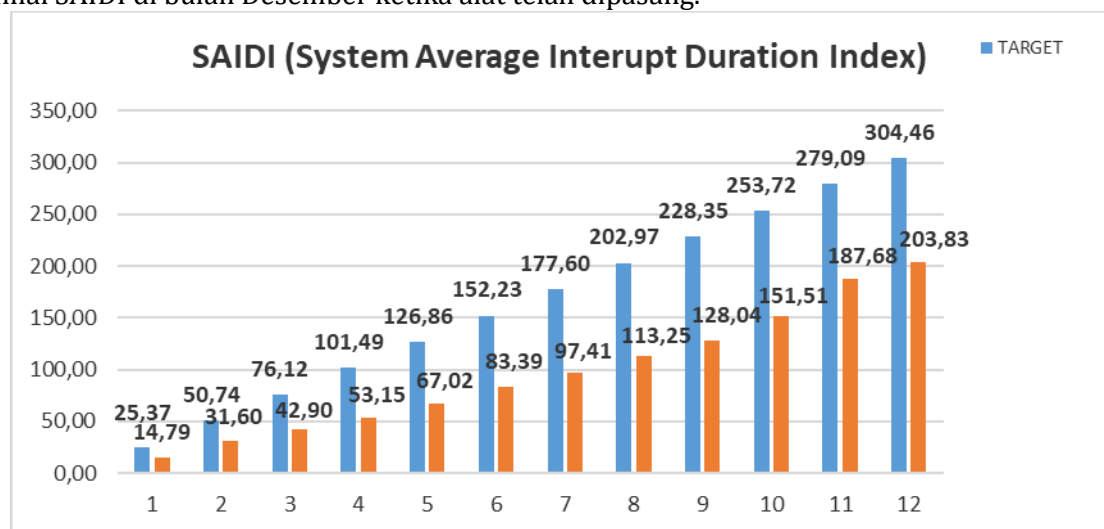


Figure 20. Diagram Target Dan Realisasi SAIDI Pada Tahun 2023

Pada *figure 20* diatas terdapat diagram targetan dan realisasi dari SAIDI pada tahun 2023. Dari targetan yang direncanakan alhamdulillah dapat terealisasi pada bulan 11 "November" dan bulan 12 "Desember" terjadinya **peningkatan penekanan** pada nilai

SAIDI yaitu sebesar **16,15 menit**, dimana pada bulan sebelumnya SAIDI bernilai 36,17 menit.

Analisa Perhitungan.

$$SAIDI = \frac{\Sigma (\text{Jumlah Pelanggan Padam} \times \text{Durasi Padam})}{\text{Total Pelanggan}}$$

Analisa bulan November (Sebelum alat dipasang).

$$SAIDI = \frac{5.277.732}{1.687.286} = 3,12794143375812 \text{ (Jam/Plg)}$$

$$SAIDI = 3,12794143375812 \text{ (Jam/Plg)} \times 60 = 187,676486025487 \text{ (Menit/Plg)}$$

Analisa bulan Desember (Setelah alat dipasang).

$$SAIDI = \frac{5.752.021}{1.693.179} = 3,39717236630031 \text{ (Jam/Plg)}$$

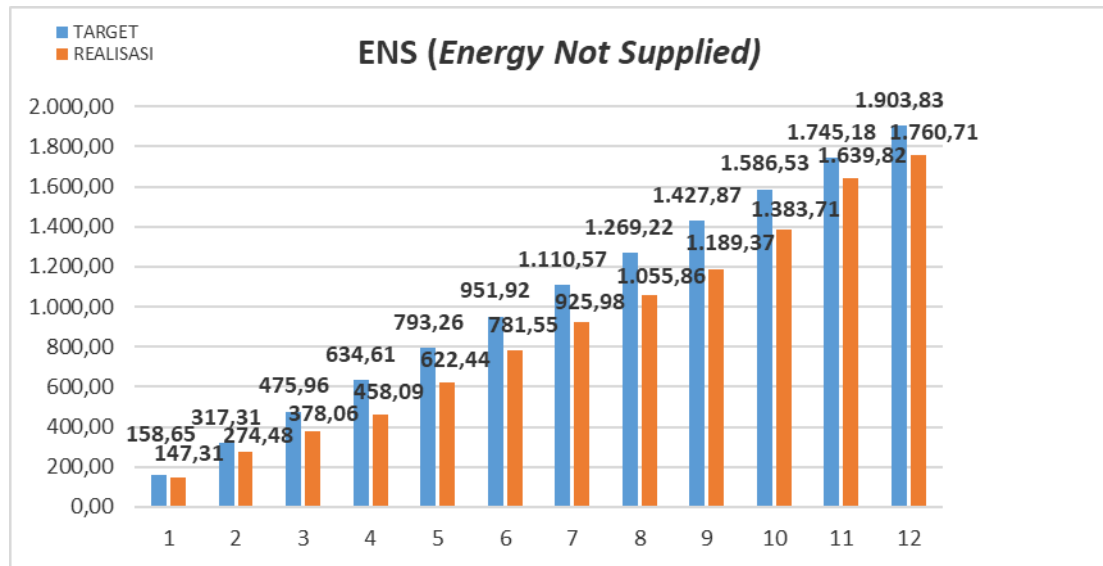
$$SAIDI = 3,39717236630031 \text{ (Jam/Plg)} \times 60 = 203,830341978019 \text{ (Menit/Plg)}$$

**ENS (Energy Not Supplied)**

**Table 3. Rekap Data Bulanan ENS Pada Tahun 2023**

TAHUN 2023					
Bulan	Target	Realisasi	Capaian	Beban (A)	Lama Padam (Jam)
Januari	158,65	147,31	107,1%	0,0006407044	7.374,65
Februari	317,31	274,48	113,5%	0,0006634361	13.270,28
Maret	475,96	378,06	120,6%	0,0006510779	18.624,88
April	634,61	458,09	127,8%	0,0006414759	22.905,17
Mei	793,26	622,44	121,5%	0,0007058689	28.283,83
Juni	951,92	781,55	117,9%	0,0007532017	33.282,14
Juli	1.110,57	925,98	116,6%	0,0007818872	37.985,99
Agustus	1.269,22	1.055,86	116,8%	0,0007959631	42.548,23
September	1.427,87	1.189,37	116,7%	0,0008054934	47.361,15
Oktober	1.586,53	1.383,71	112,8%	0,0008524668	52.063,48
November	1.745,18	1.639,82	106,0%	0,0009273852	56.715,75
Desember	1.903,83	1.760,71	107,5%	0,0009296497	60.748,54

Pada *table 3* diatas merupakan data ENS pada tahun 2023. Dapat kita lihat pada bulan November memiliki target ENS yang bernilai 1.745,18 kWh sedangkan yang terealisasi adalah **1.639,82 kWh** dan pada bulan Desember memiliki target ENS yang bernilai 1.903,83 kWh sedangkan yang terealisasi adalah **1.760,71 kWh**, terdapat peningkatan penekanan nilai ENS pada bulan Desember. Dimana nilai perbandingan ENS dari bulan Desember adalah **120,89 kWh** yang didapat dari hasil (data realisasi Desember – data November, yaitu 1.760,71 – 1.639,82 = 120,89 kWh). Sedangkan nilai perbandingan ENS dari bulan November adalah **256,12 kWh** yang didapat dari hasil (data realisasi November – data Oktober, yaitu 1.639,82 – 1.383,71 = 256,12 kWh). Jadi dapat kita lihat terjadi peningkatan pada penekanan nilai ENS di bulan Desember ketika alat telah dipasang.



**Figure 21. Diagram Target Dan Realisasi ENS Pada Tahun 2023**

Pada *figure 21* diatas terdapat diagram targetan dan realisasi dari ENS pada tahun 2023. Dari targetan yang direncanakan alhamdulillah dapat terealisasi pada bulan 11 “November” dan bulan 12 “Desember” terjadinya **peningkatan penekanan** pada nilai ENS yaitu sebesar **120,89 kWh** dimana sebelumnya ENS bernilai 256,12 kWh. Analisa Perhitungan.

$$ENS (Energy Not Supplied) = \frac{\sqrt{3} VL .IL .Cos\phi \times t}{1000}$$

Analisa bulan November (Sebelum alat dipasang).

$$ENS = \frac{1,7320508076 \times 20.000 \times 0,0009273852 \times 0,9 \times 56.715,75}{1000}$$

$$ENS = \frac{1.639.822,9971731}{1000} = 1.639,8229971731 = \mathbf{1.639,82 \text{ kWh}}$$

Analisa bulan Desember (Setelah alat dipasang).

$$ENS = \frac{1,7320508076 \times 20.000 \times 0,0009296497 \times 0,9 \times 60.748,54}{1000}$$

$$ENS = \frac{1.760.711,9456288}{1000} = 1.760,7119456288 = \mathbf{1.760,71 \text{ kWh}}$$

## 5. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk implementasi tambahan *Early Warning System (EWS)* pada SMART VU SCADA di ruangan DCC PT.PLN UP2D SUMBAR dengan lampu warning LED, dapat disimpulkan bahwa alat yang peneliti buat ini efektif meningkatkan kenyamanan *dispatcher* dimana *Early Warning System (EWS)* sebelumnya ada berupa peringatan suara yang sengaja dinonaktifkan karena kebisingan sehingga sekarang ada 2 pilihan yaitu dengan lampu *warning LED* dan tetap bisa juga menggunakan suara sesuai kebutuhan, selanjutnya meningkatkan kewaspadaan/ kehati-hatian *dispatcher*, mempercepat *respon time dispatcher* dalam melakukan *monitoring* dan penormalan gangguan jaringan distribusi 20 KV. Dari hasil pengujian dapat dilihat ada peningkatan penekanan nilai SAIDI (16,15 menit) dan ENS (120,89 kWh) pada bulan Desember Ketika alat telah dipasang. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa implementasi tambahan *Early Warning System (EWS)* pada SMART VU SCADA di ruangan DCC PT.PLN UP2D SUMBAR telah berhasil meningkatkan kenyamanan *dispatcher*, kewaspadaan/ kehati-hatian *dispatcher*, mempercepat *respon time dispatcher* yang dapat dilihat kinerja dari hasil data SAIDI DAN ENS pada bulan November dan Desember tahun 2023. Temuan ini harapannya bisa dikembangkan kedepannya untuk para peneliti berikutnya.

### Nomenclature

Esafe/ SavingKWH	: Energi yang Berhasil Diselamatkan (kWh)
VL	: Tegangan pada Jalur (Volt)
IL	: Arus pada Saluran (ampere)
Cos $\Phi$	: Faktor Daya
t	: Durasi Waktu Pemadaman/ Pengerjaan (Jam)

### References

- [1] R. Pratama, Y. Saragih, and U. Latifa, "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler pada Studi Kasus Prototype Gardu Distribusi PLN," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 88–92, 2023, doi: 10.30596/rele.v5i2.13084.
- [2] H. Ridha A.M and M. Muskhir, "Alat Ukur Pemakaian Energi Dan Biaya Listrik Berbasis Arduino," *JTEIN (Jurnal Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 760–770, 2023, doi: <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.476>.
- [3] R. A. Putra, S. Budiprayitno, and D. F. Syahbana, "Implementasi Metode Analytical Hierarchy Process pada Pemilihan Sensor Alat Deteksi Busur Api yang Terintegrasi SCADA," *J. Tek. ITS*, vol. 12, no. 1, pp. B42–B49, 2023, doi: 10.12962/j23373539.v12i1.111861.
- [4] A. Nuril, N. Dany, Y. Dwi, and P. U. Malang, "Remote Terminal Unit ( RTU ) SCADA pada Kubikel Tegangan Menengah 20kV," vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [5] A. Budiman, J. Jupriyadi, and S. Sunariyo, "Sistem Informasi Monitoring dan Pemeliharaan Penggunaan Scada ( Supervisory Control and Data Acquisition )," *J. TEKNO KOMPAK*, vol. 15, no. 2, pp. 168–179, 2021, doi: <https://doi.org/10.33365/jtk.v15i2.1159>.
- [6] P. P. D. P. PT PLN Persero, "Overview SCADA," 2016.
- [7] P. P. C. U. PT PLN Corporate University, "Pemahaman Master Station," 2016.
- [8] P. P. D. P. PT PLN Persero, "Pengenalan Sistem Tenaga Listrik," 2016.
- [9] R. A. ; Fakih and R. Hidayat, "Analisa Penerapan Supervisory Control And Data Acquisition (Scada) Di Gardu Induk 150 Kv Poncol Baru Pt Pln (Persero) Unit Pelaksana Transmisi Bekasi," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. xx, no. xx, pp. 137–143, 2022, doi: <https://doi.org/10.30604/jti.v4i2.120>.
- [10] M. Yusri Samsurya and A. Hafid, "Analisis Kebocoran Gas SF6 di Bay Line Power Breakers (PMT) Bontoala di GI Tallo Lama," *J. Tek. Elektro Unismuh*, vol. 15, no. 1, pp. 9–16, 2023.
- [11] M. K. Dr. Mukhlidi Muskhir, S.Pd, *Modul Guru Pembelajar "Paket Keahlian Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik."* 2016. [Online]. Available: <https://repositori.kemdikbud.go.id/8583/>
- [12] R. Dwi, A. Hermawan, and R. Agung, "Analisis Resetting Relay Dan Load Presentase Terhadap Pola Pelaksanaan Dan Pemeliharaan Pada Gardu Induk 150 Kv Saketi Banten," *J. Sist. Kelistrikan*, vol. xx, no. 9, pp. 16–22, 2021.
- [13] B. Desriyanto, "Analisis Penempatan Recloser Untuk Mendapatkan Keandalan Yang Optimal Menggunakan Metode Section Technique dan Ant Colony Optimization," pp. 1–67, 2022, [Online]. Available: [http://repository.uin-suska.ac.id/62424/%0Ahttp://repository.uin-suska.ac.id/62424/13/SKRIPSI SIAP.pdf](http://repository.uin-suska.ac.id/62424/%0Ahttp://repository.uin-suska.ac.id/62424/13/SKRIPSI%20SIAP.pdf)
- [14] I. W. Sukadana and I. N. Suartika, "Optimalisasi LBS Motorized Key Point Pada Jaringan Distribusi 20 KV untuk Meningkatkan Keandalan Sistem," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 5, no. 1.1, p. 141, 2019, doi: 10.24036/jtev.v5i1.1.106345.
- [15] I. Nurmalasari, Nurwijayanti, and Hindardi, "Analisa Pemilihan Relai Proteksi Pada Panel Listrik Untuk Studi Kasus Tegangan Menengah 20kV," *J. Teknol. ...*, pp. 1–11, 2021, [Online]. Available:

- <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jti/article/view/303%0Ah>  
<https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jti/article/download/303/278>
- [16] S. T. C. Survalent Technology Corporation, "Real-time, automated monitoring & control of network infrastructure for improved reliability & streamlined operations." [Online]. Available: [https://www.survalent.com/wp-content/uploads/resource/Survalent\\_SCADA-Brochure\\_.pdf](https://www.survalent.com/wp-content/uploads/resource/Survalent_SCADA-Brochure_.pdf)
- [17] B. E. Prasetyo, W. Hayuhardhika, N. Putra, D. Syauqy, and A. Bhawiyuga, "Sistem Monitoring Trafo Distribusi Pt . Pln ( Persero ) Berbasis IoT," *Jtiik*, vol. 7, no. 1, pp. 205–210, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202071951.
- [18] F. Rahmat, "Analisis Penerapan Pemecahan Konfigurasi Jaringan Pada Feeder 5 Matur Dalam Pengoptimalan Saidi Saifi Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya dari Politeknik Negeri Padang Pada Feeder 5 Matur Dalam Pengoptimalan SAIDI," 2020.
- [19] H. T. Aprilianto, G. Budiono, P. Studi, and T. Elektro, "Keadaan Bertegangan ( Pdkb ) Pada Sutm 20 Kv Di Pt . Pln ( Persero ) Up3 Pendahuluan PT . PLN ( Persero ) menyalurkan energi listrik melalui jaringan transmisi serta jaringan distribusi sampai ke beban pelanggan dari pembangkit . dengan meningkatnya konsu," vol. 2, pp. 634–640, 2023.
- [20] M. Musthofa and U. N. Rahman, "Sistem Monitoring Beban Trafo Distribusi Secara Visual Dan Sms Gateway di PT PLN (Persero)," *Energi & Kelistrikan*, vol. 13, no. 1, pp. 67–74, 2021, doi: 10.33322/energi.v13i1.1286.