pISSN : 0852-0232, eISSN : 2656-582X DOI : 10.14710/gt.v22i1.xxxxx

PROTOTYPE PENDETEKSI GANGGUAN DAN MONITORING ARUS PADA NH-FUSE DI PHB-TR DILENGKAPI DATA LOGGER BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)

Prawira Duta Kusuma[1)], Fakhruddin Mangkusasmito.[2)]
[1)]Program Studi Str. Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
prawiraduta.career@gmail.com [1)] , fakhm17@gmail.com [2)]

ABSTRACT

A Low-Voltage Distribution Panel (PHB-TR) is a component within a Low-Voltage Distribution Network (JTR) that serves to connect, distribute, protect, and control electrical power downstream of a distribution transformer. The protection system within a PHB-TR utilizes NH-fuses as the primary protective device, acting as current limiters and safeguards against overcurrent conditions. According to reports from UP3 Purwokerto, faults within PHB-TR units remain a frequent occurrence. Furthermore, there have been numerous customer reports regarding prolonged response times for faults in the Low-Voltage Distribution Network, as technicians are often required to visit each site individually to perform maintenance. Consequently, there is a need for an innovation that enables PLN personnel to identify faults and monitor the status of PHB-TR units more effectively and efficiently. Data indicates that many PHB-TR faults are caused by damaged or blown NH-fuses that have not yet been replaced. This article addresses these issues by proposing a device for fault detection and current monitoring in PHB-TR NH-fuses, equipped with an IoT-based (Internet of Things) data logger. The device can transmit information to PLN personnel within 15–30 seconds of a fault occurring. It detects several types of issues: blown NH-fuses (when current exceeds the nominal rating), insulation breakdown (detected via input voltage at the fuse holder), and load imbalance during overcurrent conditions (exceeding a 20% variance between phases). When a fault is detected, an LED indicator illuminates, and personnel receive a notification via an application, accompanied by an audible alarm. The core components of this device include the PZEM-004T 10A (version 3) current and voltage sensor; an Arduino Mega 2560 microcontroller for data processing; a 20x4 LCD for real-time display of current and voltage values; and a MicroSD card module combined with an RTC (Real-Time Clock) for data logging. Additionally, an ESP8266 (NodeMCU) Wi-Fi module is integrated to transmit information regarding faults at the low-voltage distribution panel (PHB-TR) to the Blynk application. This device enables faster fault resolution at the PHB-TR, reduces operational maintenance costs, simplifies monitoring for PLN personnel, and improves the company's performance metrics—specifically the Key Performance Indicators (KPIs) related to SAIDI and SAIFI. Furthermore, customers benefit from enhanced service, as power outages become less frequent and shorter in duration, ultimately strengthening PLN's public image.

Keywords: *PHB-TR, Jaringan Tegangan Rendah (JTR), proteksi, NH-Fuse, monitoring gangguan, sensor arus, sensor tegangan, data logger, real time.*

PENDAHULUAN

PT. PLN (Persero) merupakan satu perusahaan yang berada dibawah naungan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang sangat penting keberadaannya. Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi hampir seluruh masyarakat Indonesia bahkan dunia dan sebagai penyedia listrik nasional memiliki visi untuk menjadi perusahaan berkelas dunia *(World Class Service)* yang bertumbuh kembang, unggul dan terpercaya yang dilandasi oleh potensi insani. Dalam perjalanannya menuju perusahaan yang berkelas dunia, tentu menemui banyak kendala dan hambatan. Salah satunya adalah masalah pemadaman listrik yang disebabkan oleh gangguan secara teknis terutama pada PHB-TR, gangguan di dalam PHB-TR yang lebih banyak disebabkan karena NH Fuse yang sudah bekerja namun tidak diganti menjadi yang baru. Gangguan di PHB-TR dapat dilihat pada Tabel 1-1 mengenai data kerusakan yang terjadi karena NH-Fuse putus. Oleh karena itu, artikel ini dibuat dan dibahas untuk memecahkan permasalahan ini yang nantinya akan bermanfaat kedepannya ke perusahaan PLN ataupun masyarakat sekitar.

Tabel 1. Data Gangguan pada PHB-TR

No.	Material	Jumlah Kerusakan
1.	NH Fuse Putus	258
2.	Fuse Base Rusak	134
3.	Pemasangan Bendingan	53
4.	Sepatu Kabel Rusak	6
	Jumlah	451

Dari data table tersebut dapat dilihat bahwa gangguan masih terhitung cukup banyak sebanyak 258 kali, yang mana dilihat juga gangguan yang disebabkan NH Fuse putus lebih mendominan dibandingkan gangguan lainnya. Hal ini harus bisa di tuntaskan lebih cepat, agar kinerja PLN bisa lebih baik dan gangguan dapat teratasi dengan baik serta dapat mengurangi masalah di PHB-TR.

METODE PENELITIAN

Gardu Distribusi

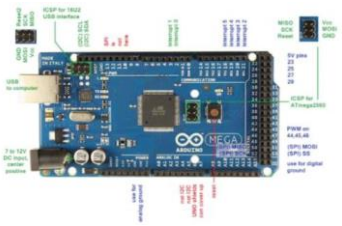
Menurut jurnal tugas akhir [2] , bahwa "Gardu Distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari berbagai instalasi." Dimana nantinya untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380V)

Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)

Satu perangkat peralatan listrik berupa alat hubung, alat pengaman, alat ukur dan alat indikator lainnya yang terpasang pada satu tempat yang disebut panel. Pada sistem distribusi terdapat 2 pengaman yang mana yaitu pengaman primer ada di FCO dan pengaman sekunder ada di PHB-TR. Yang PHB-TR sendiri merupakan bagian dari gardu distribusi pada tegangan rendah di PHB-TR.

Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Didalam artikel ini di perlukan Arduino Mega 2560 pengelolah data , yang nanti nya data di kirim dari sensor PZEM- 004T dan akan di proses menggunakan komunikasi serial.



Gambar 1. Mikrokontroller Mega 2560

Sensor PZEM-004T

Dalam melakukan artikel ini, diperlukan sensor PZEM-004T. Modul PZEM- 004T digunakan versi 10A, komunikasi pin RX, TX dihubungkan ke mikrokontroller serta pin GND dan Vin juga. Dalam artikel ini menggunakan 3 buah PZEM-004T sebagai sensor arus dan tegangan. Pada gambar wiring diagram PZEM-004T Modul ini dilengkapi dengan antarmuka komunikasi data serial.

NH-FUSE

Dalam artikel ini, akan memonitoring NH Fuse apakah sudah bekerja atau belum, karena dalam masalah di lapangan bahwa NH Fuse sudah bekerja, namun petugas tidak mengetahui hal tersebut sehingga, tidak dilakukan pergantian. NH fuse sering digunakan pada pengaman di dalam PHB-TR.



Gambar 2. NH-FUSE

Daya Listrik

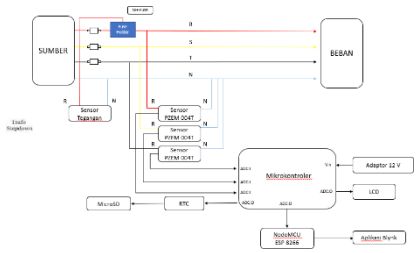
Daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha di dalam sistem tenaga listrik [7] . Satuan untuk daya listrik umumnya adalah Watt. Daya pada suatu sistem tegangan bolak-balik (AC) dikenal dengan tiga macam yaitu daya aktif (nyata) dengan simbol (P) satuannya adalah Watt (W), daya reaktif simbolnya (Q).

Data Logger

Sesuai dengan isi referensi artikel penelitian, bahwa "Data logger adalah perangkat elektronik yang mencatat data selama waktu tertentu. Komponen datalogger terdiri dari sensor atau instrument baik itu internal maupun eksternal". Yang mana data logger sendiri sebenarnya sudah ada di MicroSD secara kesatuan. Dalam bentuk yang paling dasar, datalogger bertugas penyimpan dan merekam data.

Blok Diagram

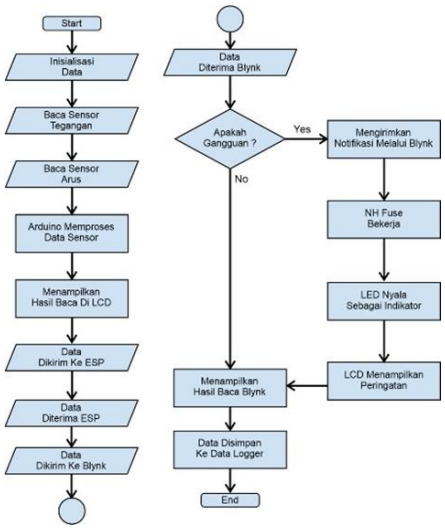
Sistem yang dibuat pada proyek ini secara umum berfungsi mendeteksi putusnya NH-Fuse dan monitoring arus pada PHB-TR karna gangguan *over current,* gangguan ketidakseimbangan arus dan tegangan tembus di holder fuse.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Flowchart

Dalam pembuatan artikel, terdapat *flowchart* yang ada di sistem yang nantinya akan dijadikan sebagai alur dari awal hingga akhir system berjalan. *Flowchart* ini berfungsi sebagai proses kerja, dimana dari awal hingga akhir sampai terkirim ke user PLN. Dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. *Flowchart* Sistem Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Ketika Dalam Keadaan Normal

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah seluruh komponen, terutama komponen sensor PZEM-004T (nilai arus dan tegangan) dapat berjalan normal. Dimana, keadaan normal, arus tidak melebihi 1A pada MCB sebaga alat prototype sehingga dikatakan normal. Dari pengujian normal ini didapat dilihat, hasil pada Tabel 2 sensor arus sebagai berikut:

Tabel 2. Data Pengujian Normal

Percobaan ke-	Fasa R		Fasa S		Fasa T		Ket LED	Ket NH-Fuse
	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Arus (A)		
1	214.7	0.28	202.7	0.62	223.4	0.21	OFF	Normal
2	214.7	0.28	203.0	0.64	223.2	0.29	OFF	Normal
3	213.8	0.28	201.2	0.65	221.7	0.27	OFF	Normal
4	213.6	0.27	201.9	0.66	222.0	0.28	OFF	Normal
5	212.5	0.27	201.2	0.62	225.2	0.28	OFF	Normal
6	212.7	0.29	201.4	0.64	226.0	0.26	OFF	Normal
7	212.6	0.29	201.4	0.64	225.9	0.25	OFF	Normal
8	213.3	0.28	200.9	0.64	225.4	0.27	OFF	Normal

Pengujian Gangguan *overcurrent*

Pada pengujian gangguan pertama, sistem akan mendeteksi ketika NH-Fuse putus dari ketiga fasa R-S-T yang disebabkan karna arus melebih batas yang sudah di tentukan yaitu 1 Ampere, jadi pada arus melebihi batas dan terjadi gangguan sehingga menyebabkan NH-Fuse bekerja.

Tabel 3. Data Gangguan *Over current*

Arus (I)			Waktu (t)			Ket NH-Fuse
Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T	
2A	-	-	31 detik	-	-	Trip (Fasa R)
-	2.5A	-	-	19 detik	-	Trip (Fasa S)
-	-	2.8A	-	-	16 detik	Trip (Fasa T)
1.21A	-	-	-	70 detik	-	Trip (Fasa R)
-	-	3,21A	-	-	5 detik	Trip (Fasa T)

Dari data Tabel 3 di atas merupakan percobaan pada saat arus melebihi batas yang sudah ditentukan yaitu 1A. Bahwa, semakin besar arus yang melebihi kapasitas yang ada pada pengamaan, maka akan lebih cepat putusnya, karena pengaman langsung bekerja dengan cepat. Dalam pengujian tampilan informasi dapat dilihat pada gambar berikut, akan lebih cepat putusnya, karena pengaman langsung bekerja dengan cepat.



Gambar 5. Tampilan Informasi pada aplikasi *blynk*

Tampilan Informasi pada aplikasi Blynk dapat dilihat pada Gambar 5 Informasi Gangguan pertama, yaitu ketika gangguan pada saat NH-Fuse putus fasa R dari data diatas membutuhkan

waktu 40 detik dengan arus 1.21 A sebelum NH-Fuse putus. Setelah putus didapat nilai Vr = nan, Ir : nan dan MCB fasa R trip. Informasi tersebut nantinya akan diterima sebagai notifikasi pada aplikasi yang dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah:



Gambar 6. Notifikasi mengenai gangguan *over current*

Pengujian Gangguan Ketidakseimbangan Arus

Gangguan yang kedua, yaitu ketidakseimbangan atau *unbalance,* jadi cara kerjanya yaitu sistem akan mendeteksi ketidakseimbangan dengan arus melebihi 20%. Ketika beban tidak seimbang, melebihi rating arus yang ditentukan maka alat akan mendeteksi mengenai hal ini. Dimana dapat dilihat pada **Gambar 7** mengenai pembebanan tidak seimbang saat dilakukan pengujian di lab sekolah vokasi.



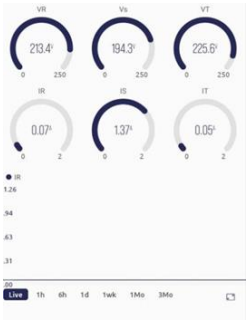
Gambar 7. Pengujian ketidakseimbangan

Dapat dilihat pada hasil percobaan pada data tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Data Percobaan Ketidakseimbangan

I(A)			Over Current	Keseimbangan (%)	Notifikasi gangguan	Ket NH Fuse
Fasa R	Fasa S	Fasa T				
0.06	0.05	0.07	X	11.2%	X	Normal
1.49	1.23	0.05	√	12,6 %	X	Trip (Fasa R & S)
1.50	1.24	2.40	√	26,7%	√	Trip (Fasa R,S,T)
0.02	1.23	3.21	√	77,2%	√	Trip (Fasa S & T)
0.00	0.00	3.14	√	133 %	√	Trip Fasa T

Yang mana dapat dilihat juga mengenai standart dari PLN mengenai presentasi ketidakseimbangan beban yang ada pada antar fasa, menerapkan standart yaitu 20% (sesuai dengan apa yang terjadi di lapangan). Berdasarkan SPLN D3.002-1, 2007 dengan indikator perbedaan 20%.



Gambar 8. Tampilan pada *blynk* saat tidak seimbang (arus)

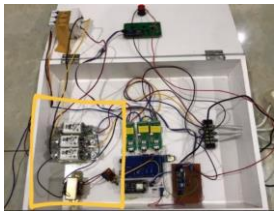
Dari Gambar 8 terlihat mengenai tampilan pada *blynk* saat tidak kesimbangan beban gangguan untuk ketidakseimbangan ini yaitu ketika beban tidak seimbang dan ketika arus melebihi rating 20% dimana rating tersebut didapatkan saat penulis sedang melakukan Magang di PLN. Petugas akan mendapatkan notifikasi seperti Gambar 9.



Gambar 9. Notifkasi mengenai gangguan ketidakseimbangan arus

Pengujian Gangguan Tegangan Bocor

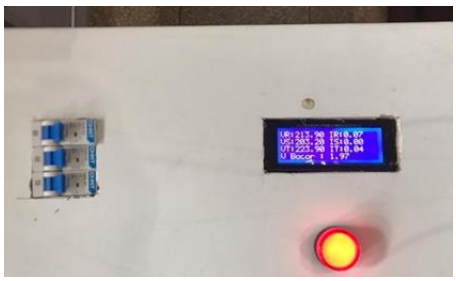
Gangguan ketiga yang akan dideteksi pada proyek ini, yaitu gangguan tahanan isolasi fuse holder tembus atau tegangan tembus. Gangguan ini nantinya, akan menggunakan pemicu tegangan dari potensiometer untuk akan diberikan pemicu tegangan, sebagai simulasi.



Gambar 10. Simulasi Isolasi Tegangan Bocor

Pada gambar diatas dalam melakukan percobaan tegangan bocor, yang mana dilakukan pemicu

tegangan dari *potensiometer*, sehingga Fuse Holder yang ada pada alat terdapat tegangan, sehingga alat akan medeteksi dan akan ditampilkan ke indikator CD. Tegangan yang dapat dibaca adalah tegangan
> 0 volt.



Gambar 11. Tampilan monitoring LCD saat tegangan bocor

Dari Gambar 11 diatas untuk gangguan isolasi NH-Fuse tembus ini menggunakan metode simulasi dengan menggunakan *potensiometer* dalam memberikan tegangan, antara NH-Fuse ke fuse holder atau body dengan menghubungkan. Apabila terdapat tegangan pada fuse holder sebagai indikasi bahwa ada tegangan masuk ke fuse holder atau body nya maka itu dianggap bahwa isolasi NH- Fuse tembus. Berikut merupakan hasil pengujiannya.

Tabel 5. Pengujian Tegangan Bocor

Percobaan ke-	Indicator			
	Tegangan Tembus	Notifikasi Blynk	Lampu LED Merah	Tampilan LCD
1	0 volt	TIDAK	OFF	OFF
2	0.3 volt	YA	ON	ON
3	0.8 volt	YA	ON	ON
4	1.3 volt	YA	ON	ON
5	2.4 volt	YA	ON	ON

Selain itu, akan ada notifikasi mengenai gangguan ini yang nantinya akan di kirimkan ke aplikasi sehingga nantinya petugas PLN bisa melihat notifikasi itu dengan mudah, yang mana dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Notifkasi mengenai gangguan tegangan bocor

Pengujian Data Logger

Dimana, dalam pengujian Data logger diperlukan untuk mendapatkan data sesuai dengan *record* pengukuran dan pengujian yang dilakukan, dimana dalam hal ini data logger sebagai penyimpan data baik dari arus dan juga tegangan saat di uji. Dalam hal ini, data logger berperan penting untuk mengetahui *history* data yang ada, sehingga bisa ter *record* dengan baik dan juga bisa Perekaman data logger dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 6. Pengujian Data Logger

Vr (V)	Ir (A)	Vs (V)	Is (A)	Vt (V)	It (V)	V bocor (V)	(%)	Waktu (s)
215.80	0.28	202.50	0.61	228.70	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:48:58'
215.80	0.28	202.30	0.61	228.70	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:00'
215.80	0.28	202.20	0.61	228.70	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:03'
215.60	0.28	203.00	0.61	228.40	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:06'
215.70	0.28	203.10	0.61	228.60	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:09'
215.70	0.28	202.80	0.61	228.70	0.21	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:12'
215.70	0.28	202.70	0.61	228.60	0.21	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:16'
215.70	0.28	202.40	0.61	228.60	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:19'
216.00	0.28	202.40	0.61	228.50	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:23'
216.20	0.02	202.20	1.31	228.60	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:26'
215.70	0.02	202.10	1.32	228.60	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:29'
215.70	0.02	202.10	1.32	228.80	0.23	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:33'
215.70	0.02	202.20	1.32	228.80	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:36'
215.70	0.02	202.40	1.32	228.70	0.22	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:39'
215.70	0.02	202.50	1.32	228.80	0.21	1.25	0.00	20/06/2023 10:49:43'
215.70	0.02	202.30	1.32	228.90	0.22	1.34	0.00	20/06/2023 10:49:46'
215.70	0.02	201.60	1.32	229.20	0.22	1.34	0.00	20/06/2023 10:49:49'
215.80	0.02	201.60	1.32	229.50	0.22	1.34	0.00	20/06/2023 10:49:53'
215.70	0.02	201.60	1.32	229.50	0.22	1.34	0.00	20/06/2023 10:49:56'
215.30	0.02	201.50	1.23	229.80	3.21	0.00	72.2	20/06/2023 10:49:59'
215.50	0.02	201.60	1.23	229.60	3.21	0.00	72.2	20/06/2023 10:50:03'
215.50	0.02	201.50	1.23	229.80	3.21	0.00	72.2	20/06/2023 10:50:06'

Sheet1

Setelah melakukan berbagai percobaan pengujian baik saat normal dan gangguan, dapat di analisa bahwa :

1. Pertama, selisih waktu antara adanya alat ini dan petugas melakukan *checking* dalam keadaan normal, dilakukan secara manual. Memiliki perbedaan yang sangat beda, yang mana akan menghemat waktu dalam proses pemeliharaan PHB-TR,Pada saat dilakukan di real, petugas memerlukan waktu 15-30 menit
2. Kedua, yang mana proses alat ini sangat mempercepat antisipasi petugas PLN saat melakukan proses *recovery gangguan* pada peralatan/jaringan. Dimana jika dilihat dari percobaan alat dapat memberikan informasi trip kurang lebih 30 – 60 detik
3. Ketiga, Bila dibandingkan dengan laporan pelanggan, juga akan biaya operasional, mempermudah petugas PLN dalam pekerjaannya
4. Terakhir, jika dibandingkan dengan peralatan secara *real,* prototype ini sudah sangat memadai, yang mana alat ini dapat bekerja dengan baik dalam mengidentifikasi ada nya gangguan

KESIMPULAN

1. Alat pendeteksi gangguan dan monitoring arus di NH Fuse pada PHB-TR berjalan dengan baik dan bisa dipraktikan pada saat melakukan pengujian.

2. Dalam pengujian, didapatkan pengukuran sensor yang sangat akurat, dengan nilai error sebesar 1,75% pada sensor tegangan PZEM-004T dan sebesar 2,03% pada sensor arus PZEM-004T.
3. Dalam proyek ini, petugas PLN dapat melihat *history* mengenai keadaan PHB-TR dengan memantau nilai arus dan tegangan secara *real time,* dilengkapi perekam data (data logger).
4. Alat yang dibuat penulis akan sangat bermanfaat untuk perusahaan milik negara (PLN), dimana akan membantu mengidentifikasi mengenai gangguan yang ada di PHB-TR.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini menyatakan ucapan terima kasih kepada pihak yang berperan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian, misalnya laboratorium tempat penelitian. Peran donor atau yang mendukung penelitian disebutkan perannya secara ringkas. Dosen yang menjadi penulis tidak perlu dicantumkan di sini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bimo Putra Prakoso, Joko Dwi Santoso.2019.Rancangan Prototype Sistem Peringatan Dini Gangguan Pembatas Arus Listrik Pada PHB-TR Menggunakan Sensor Tegangan Berbasis Sms Gateway.
2. Dokumen SPLN 1 1995 “Tegangan – Tegangan Standar” oleh Kelompok Pembakuan Bidang Transmisi Dengan Surat Keputusan Direksi Perusahaan Umum Listrik Negara.
3. Farhan Adani, Salma Salsabil. 2021. Internet Of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya, Jurusan : Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Bandung.
4. Fita Novianti. 2020. Analisa Gangguan Gardu Distribusi GT.PUN 03 Perumahan Griya Panakukang Indal Jalan Herstasning Barat
5. Gilang Dwi Saktiadi. 2022. Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, dan Suhu pada PHB-TR berbasis IoT (Internet of Things)
6. Ilham Pratomo. 2020. Monitoring Tegangan Pada Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah Berbasis IOT.
7. Imam Syukhron, Reni Rahmadewi, Ibrahim. 2021. Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT.
8. Iqbal Pramudya, Syaifurrahman, Seno D. 2020. Penerapan Aplikasi Blynk untuk pada sistem Kontrol dan Monitoring Stopkontak Cerdas.
9. Isbahus Sururi. 2019. Alat Pendeteksi Dini Gangguan pada PHB-TR melalui SMS. Surabaya : PENS
10. L. Yuda Aji Pratama. 2022. Analisis Pemilihan Rating Nh Fuse Sebagai Pengaman jaringan Tegangan Rendah Pada PHB-TR Di Pt Pln (Persero)