

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL
DAN MONITORING PANEL KUBIKEL TEGANGAN
MENEGAH DENGAN SISTEM REDUNDANSI
MENGUNAKAN *POWERLINE CARRIER
COMMUNICATIONS* (PLCC) BERBASIS IOT**

PROYEK AKHIR



Oleh :

ACHMAD TRI ZAINUDDIN
NIT: 30121001

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL
DAN MONITORING PANEL KUBIKEL TEGANGAN
MENENGAH DENGAN SISTEM REDUNDANSI
MENGUNAKAN *POWERLINE CARRIER
COMMUNICATIONS* (PLCC) BERBASIS IOT**

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya (A.Md.) pada
Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara



Oleh :

ACHMAD TRI ZAINUDDIN

NIT: 30121001

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING PANEL
KUBIKEL TEGANGAN MENENGAH DENGAN SISTEM REDUNDANSI
MENGUNAKAN *POWERLINE CARRIER COMMUNICATIONS* (PLCC)
BERBASIS IOT

Oleh:

ACHMAD TRI ZAINUDDIN

NIT: 30121001

Disetujui untuk diujikan pada:
Surabaya, 6 Agustus 2024

1. Pembimbing 1: Drs. HARTONO, S.T., M.Pd., MM.
NIP. 196107271983031002
2. Pembimbing 2 : TEKAT SUKOMARDOJO, SS, MM
NIP. 19681124 199803 1 001



HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING PANEL KUBIKEL TEGANGAN MENENGAH DENGAN SISTEM REDUNDANSI MENGUNAKAN *POWERLINE CARRIER COMMUNICATIONS* (PLCC) BERBASIS IOT

Oleh:

ACHMAD TRI ZAINUDDIN
NIT: 30121001

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 6 Agustus 2024

Panitia Penguji:

1. Ketua : Dr. KUSTORI, S.T., MM.
NIP. 19590305198503 1 002
2. Sekretaris : TEKAT SUKOMARDOJO, SS, MM
NIP. 19681124 199803 1 001
3. Anggota : Drs. HARTONO, S.T., M.Pd., MM.
NIP. 196107271983031002



Ketua Program Studi
D3 Teknik Listrik Bandara



Dr. GUNAWAN SAKTI, ST, MT.
NIP. 19881001 200912 1 003

ABSTRAK

Pada Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali, memiliki suatu sistem distribusi kelistrikan menggunakan penyaluran beban looping yang memungkinkan penerapan sistem redundansi sebagai suplai cadangan untuk meminimalisir dan memastikan bahwa operasional bandara tidak terganggu dalam situasi apapun. Pengasutan manual yang dilakukan untuk mengalihkan suplai beban mengharuskan para teknisi untuk memastikan komunikasi, koordinasi yang baik. Maka dari itu diperlukan suatu monitoring supaya lebih aman dan efisien. Proyek akhir ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kontrol dan monitoring panel kubikel Tegangan Menengah (TM) yang menerapkan sistem redundansi. Sistem ini menggunakan komunikasi powerline carrier (PLCC) sebagai media transmisi data dan berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk kemudahan akses dan monitoring. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan distribusi listrik di lingkungan bandara.

Hasil dari implementasi rancang bangun sistem ini menunjukkan bahwa penggunaan powerline carrier efektif untuk pengiriman data dalam jarak yang ditentukan. Sistem ini mampu memonitor perpindahan beban dengan waktu respon kurang dari 40 detik, Dimana dari modul receiver 1 mampu mengirim data untuk ditampilkan pada web selama 15 detik dan modul receiver 2 dalam waktu 35 detik yang kemudian ditampilkan secara akurat pada platform monitoring web. Selisih tegangan yang ditampilkan pada LCD dengan pengukuran manual menggunakan multimeter adalah sebesar 0,1 Volt hingga 0,5 Volt, yang menunjukkan tingkat akurasi yang memadai untuk meningkatkan keamanan dan keandalan pada distribusi listrik.

Kata Kunci : *Power Line Carrier* (PLCC), *Internet of Things* (IoT), Kubikel TM, Redundansi, Monitoring

ABSTRACT

I Gusti Ngurah Rai Airport Bali, has an electrical distribution system using looping load distribution that allows the implementation of a redundancy system as a backup supply to minimize and ensure that airport operations are not interrupted under any circumstances. Manual switching of load supply requires technicians to ensure good communication and coordination. Therefore, monitoring is needed to make it safer and more efficient. This final project aims to design and build a control and monitoring system for Medium Voltage (MV) cubicle panels that implement a redundancy system. This system uses Powerline Carrier Communication (PLCC) as a data transmission medium and is based on the Internet of Things (IoT) for easy access and monitoring. With this approach, it is expected to increase efficiency and security in managing electricity distribution in the airport environment.

The results of the implementation of this system design show that the use of powerline carrier is effective for data transmission within a specified distance. This system is able to monitor load switching with a response time of less than 40 seconds, where from receiver module 1 is able to send data to be displayed on the web for 15 seconds and receiver module 2 within 35 seconds which is then displayed accurately on the web monitoring platform. The difference between the voltage displayed on the LCD and the manual measurement using a multi-component device.

Keywords : Power Line Carrier (PLCC), Internet of Things (IoT), Cubicle MV, Redundant, Monitoring

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Achmad Tri Zainuddin
NIT : 30121001
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandara
Judul Proyek Akhir/Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Panel Kubikel Tegangan Menengah Dengan Sistem Redundansi Menggunakan *Powerline Carrier Communications* (PLCC) Berbasis Iot

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (Database), merawat, dan mempublikasikan Proyek akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.



Surabaya, 6 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan


ACHMAD TRI ZAINUDDIN
NIT. 30121001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Proyek Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan Proyek Akhir ini dimaksudkan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan bagi taruna program Diploma 3 di Politeknik Penerbangan Surabaya sehingga dapat memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.).

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, terutama kepada :

1. Kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa
2. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Dr. Gunawan Sakti, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Listrik Bandara.
4. Bapak Dr. Kustori, S.T., MM. Selaku ketua penguji proyek akhir.
5. Bapak Drs. Hartono, S.T., M.Pd., MM. selaku pembimbing I yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
6. Bapak Tekat Sukomardojo, SS, MM, selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
7. Kedua orang tua dan serta saudara saudari penulis, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan penuh baik berupa moril maupun materi.
8. Seluruh dosen dan civitas akademika Prodi D-3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya.
9. Teman-teman sekelas, atas kebersamaan dan kerjasamanya.
10. Teman-teman seangkatan, adik kelas TLB XVII atas dukungan yang telah diberikan.

Tentunya karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu saran, kritik, dan masukan yang membangun penting bagi penulis demi karya yang lebih baik di masa mendatang. Atas segala kesalahan dan kata – kata yang kurang berkenan, penulis memohon maaf.

Surabaya, 6 Agustus 2024



ACHMAD TRI ZAINUDDIN
NIT. 30121001

MOTTO

**“ORANG BIJAK ADALAH ORANG BERSUKA CITA DENGAN
SEMUA YANG DIMILIKINYA DAN TIDAK BERDUKA ATAS
SEGALA YANG BELUM DIMILIKI”**



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
MOTTO.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Panel Tegangan Menengah.....	8
2.1.1 Panel Kubikel Tegangan Menengah Sistem Redundansi	10
2.2 Powerline Carrier Communication (PLCC)	12
2.3 Mikrokontroller	14
2.3.1 Modul Powerline Carrier Communication (PLCC) KQ330	15
2.3.2 Node MCU ESP 8266	16
2.3.3 Sensor PZEM-004T.....	19
2.4 Circuit Breaker	20
2.5 Relay.....	22
2.6 Rotary Selector Switch.....	23
2.7 Arduino IDE	24

2.8 Internet of Things (<i>IOT</i>)	25
2.9 Kajian Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Desain Penelitian	29
3.2 Perancangan Alat	31
3.2.1 Desain Alat	31
3.2.2 Rangkaian <i>flowchart</i> dan Cara Kerja Alat.....	32
3.3 Komponen Alat.....	33
3.3.1 Perangkat Keras.....	33
3.3.2 Perangkat Lunak.....	36
3.4 Teknik Pengujian Alat	37
3.5 Teknik Analisis Data.....	38
3.6 Tempat dan Waktu Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Penelitian.....	41
4.1.1 Pembuatan Perangkat Keras.....	42
4.1.2 Pembuatan Perangkat Lunak.....	46
4.1.3 Sinkronisasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	47
4.2 Hasil Pengujian.....	48
4.2.1 Pengujian Perangkat Keras.....	48
4.2.2 Pengujian Perangkat Lunak.....	57
4.3 Kelebihan dan Kekurangan Alat.....	60
4.3.1 Kelebihan alat.....	60
4.3.2 Kekurangan Alat.....	61
BAB V PENUTUP	62
5.1 Simpulan.....	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Pengunjung Mancanegara ke Bali 2023	1
Gambar 1. 2 Wiring Diagram Distribusi Listrik Bandara Bali	4
Gambar 2. 1 Panel Kubikel Tegangan Menengah.....	8
Gambar 2. 2 Incoming Cubicle	9
Gambar 2. 3 Modul PLCC KQ330	15
Gambar 2. 4 Pin Modul KQ330	16
Gambar 2. 5 Mapping Pin NodeMCU ESP 8266.....	17
Gambar 2. 6 Node MCU ESP8266	17
Gambar 2. 7 Sensor PZEM-004T.....	20
Gambar 2. 8 <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB).....	21
Gambar 2. 9 Relay.....	22
Gambar 2. 10 Selector Switch.....	23
Gambar 2. 11 Arduino Software	24
Gambar 2. 12 Penggunaan (IOT).....	26
Gambar 3. 1 Blok Diagram Alat	31
Gambar 3. 2 Blok Diagram \ Monitoring Alat	31
Gambar 3. 3 Flowchart alur cara kerja alat.....	32
Gambar 3. 4 Node MCU ESP 8266	33
Gambar 3. 5 Sensor PZEM-004T.....	34
Gambar 3. 6 Pin Modul KQ330	34
Gambar 3. 7 Relay.....	35
Gambar 3. 8 <i>Miniature Circuit Breaker</i>	35
Gambar 3. 9 Selector Switch.....	35
Gambar 3. 10 Aplikasi Arduino IDE.....	36
Gambar 4. 1 Letak Panel Sistem Redundansi	41
Gambar 4. 2 Wiring Single Line Diagram Rancang Bangun Sistem Redundansi	43
Gambar 4. 3 Tampilan Dalam Alat.....	44
Gambar 4. 4 Tampilan luar Alat.....	44
Gambar 4. 5 Wiring Diagram Mikrokontroler Modul Transmitter (Master)	45
Gambar 4. 6 Wiring Diagram Mikrokontroler Modul Receiver (slave)	46
Gambar 4. 7 Tampilan <i>Interface</i> monitoring web	47
Gambar 4. 8 Wiring Diagram Skematik ESP8266.....	48
Gambar 4. 9 Dokumentasi Pengujian ESP8266.....	49
Gambar 4. 10 Dokumentasi Pengukuran Input MCB slave 1	50
Gambar 4. 11 Dokumentasi Pengukuran Input dan Output MCB slave 2	50
Gambar 4. 12 Tampilan LCD dari sensor	50
Gambar 4. 13 Wiring Diagram Skematik Sensor PZEM-004T	51
Gambar 4. 14 Dokumentasi pengujian sensor PZEM-004T pada Slave 1.....	52
Gambar 4. 15 Dokumentasi pengujian sensor PZEM-004T pada Slave 2.....	52
Gambar 4. 16 Tampilan LCD pembacaan sensor.....	53

Gambar 4. 17 Tampilan LCD.....	54
Gambar 4. 18 Coding Modul Transmitter ESP8266	58
Gambar 4. 19 Coding Monitoring Web.....	58
Gambar 4. 20 Coding Modul Receiver/slave 1	59
Gambar 4. 21 Coding Modul Receiver/slave 2.....	59
Gambar 4. 22 Tampilan Pengujian Monitoring Web	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konfigurasi Pin Modul KQ330	16
Tabel 2. 2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	27
Tabel 3. 1 <i>Timeline</i> Waktu Penelitian.....	40
Tabel 4. 1 Pengujian MCB pada Modul Receiver/slave 1 dan 2	51
Tabel 4. 2 Pengujian sensor pada Slave 1	53
Tabel 4. 3 Pengujian sensor PZEM-004T pada slave 2.....	53
Tabel 4. 4 Pengujian Panel sistem redundansi	55
Tabel 4. 5 Data Hasil Percobaan	56



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. <i>Standard Operational Procedure</i> (SOP)	A-1
Lampiran B. Pengkodean Alat.....	B-1
Lampiran C. Daftar Riwayat Hidup	C-1



DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A., Muharnis, M., Ariadi, A., & Lianda, J. (2020). Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 32–41. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i1.31249>
- Anang Dasa Novfowan, Mochammad Mieftah, Wijaya Kusuma, & Slamet Nurhadi. (2023). Power Line Carrier (PLC) sebagai Media Pendeteksi Phasa Pelanggan Tegangan Rendah. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(3), 154–159. <https://doi.org/10.33795/elposys.v10i3.4166>
- Arihutomo, M., Rivai, M., Elektro, J. T., & Industri, F. T. (2012). Sistem Monitoring Arus Listrik Jala-Jala. *Jurnal Teknik Its*, 1(1), 150–153.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)*. www.bsn.go.id
- Choa, F. R. O. O. (2023). *P Rofiting With P Ivot- B Ased M Oving a Verages*. 19(1), 37–44.
- Faisal, F. B., Rakhman, E., & Handayani, P. (2017). Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis PLC Dengan Metode HSB (Hot Standby) Vital Safety Critical System. *Polban*, 612–616.
- Fajri, M., & Risfendra, R. (2020). Sistem Pengukuran dan Pengiriman Data Arus Listrik menggunakan Power Line Carrier. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 37–42. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.33>
- Felycia, F., Safaah, E., & Anwar, R. (2022). Electric RANCANG BANGUN SISTEM ATS (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH) DAN AMF (AUTOMATIC MAIN FAILURE) 1 FASA SECARA OTOMATIS. *ProTekInfo(Pengembangan Riset Dan Observasi Teknik Informatika)*, 9(2), 22–29. <https://doi.org/10.30656/protekinf.v9i2.5260>
- Hakiki, M. I., Darusalam, U., & Nathasia, N. D. (2020). Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 150. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1876>
- Hendarji Anjar Asban, A., Saputra, J., Antarissubhi, & Suryani. (2023). Rancang Bangun Kontrol Ups Redundant Pada Kubikel Mv Bandar Udara Sultan Hasanuddin. *VERTEX ELEKTRO Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 15(1), 40–47.

- Hidayatullah, S., Andang, A., & Maulana, F. (2022). Penerangan jalan umum pintar dengan kendali power line carrier berbasis Internet of Things. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 2(1), 47–56. <https://doi.org/10.35313/jitel.v2.i1.2022.47-56>
- Imania. (2019). Bab 2 dasar teori 2.1. *Repository IT Telkom Porwokerto, d*, 5–17. [http://repository.ittelkom-pwt.ac.id/6282/2/BAB II.pdf](http://repository.ittelkom-pwt.ac.id/6282/2/BAB%20II.pdf)
- Jiang, H., Lin, J., & Wu, C. (2015). Design of smart home monitoring system based on ARM and power line carrier communication. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 10(7), 123–130. <https://doi.org/10.14257/ijmue.2015.10.7.13>
- Julianto, S. (2018). Bab III - Metode Penelitian Metode Penelitian. *Metode Penelitian*, 1, 32–41.
- Lestari, N., Suwanto, H., & Gunawan, R. (2020). Sistem Pemantauan Kubikel Tegangan Menengah Berbasis Internet of Things. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 5(1), 37–42. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2020.5.1.5>
- Lukitasari, G., Haryadi, A., & Perdana, R. H. Y. (2018). Implementasi Power Line Communication (Plc) Untuk Monitoring Penggunaan Arus Di Politeknik Negeri Malang. *Jurnal JARTEL*, 7(2), 36–39.
- Ramdoni, R., Supriyadi, S., & Nugraha, N. (2018). RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING LAMPU OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO DENGAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS ANDROID (Studi Kasus Koridor Lantai 1 dan 2 Fakultas Ilmu Komputer). *Nuansa Informatika*, 12(1). <https://doi.org/10.25134/nuansa.v12i1.1348>
- Saputra, M. V., Wiryajati, I. K., Bagus, I., & Citarsa, F. (2022). *Analysis of Induction Motor Based on Field Oriented Control with Modulation Techniques Carrier Based Pulse Width Modulation (CBPWM)*. 9(2), 158–166.
- Sarosa. (2017). BAB II Landasan Teori. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 8–24.
- Setiawan, H. M., & Yohana, P. A. (2019). Metode Pengoperasian Kubikel 24 Kv Tipe Sm6 Pada Laboratorium Proteksi Dan Distribusi Di Politeknik Negeri Banjarmasin. *Integrated Lab Journal*, 07(02), 68–79.

- Sistem, I., Dengan, R., & Kristiadi, N. D. W. I. (2023). *Implementasi sistem redudansi dengan metode hot standby router protocol (hsrp) pada pt. pratama siaga mandiri.*
- Tambunan, J. M., & Munajich, A. W. (2018). riki,+45-52+PROSES+PERAKITAN+DAN+PENGUJIAN+KUBIKEL+SM6+VA CUUM+CIRCUIT+BREAKER+20+kV+DI+PT.+GALLEON+CAHAYA +INVESTAMA. *Energi & Kelistrikan*, 10, 1–93.
- Wahyuni, U. (2020). Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Pada Panel Tegangan Menengah Berbasis Arduino Di Gardu Hubung 126 Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta. *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya Edisi XXVIII*, 5(2), 69–77.
<https://ejournal.poltekbangsby.ac.id/index.php/jurnalpenelitian/article/view/498>
- Wibisono, G., Sukoco, M. H., & Nugroho, K. (2021). Studi Implementasi Komunikasi Data Menggunakan Power Line Communication di Kampus ITTP. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 8(1), 1–6.
<https://doi.org/10.21107/triac.v8i1.10038>
- Wicaksono, B., & Istoni, R. (2020). Monitoring Penerangan Jalan Umum Bertenaga Surya Menggunakan Komunikasi Power Line Carrier Communication. *Electrices*, 2(1), 30–36.
<https://doi.org/10.32722/ees.v2i1.3589>

LAMPIRAN

A. *Standard Operational Procedure (SOP)*

Lampiran A. *Standard Operational Procedure (SOP)*

Standard Operational Procedure (SOP) dalam pengoperasian alat adalah panduan yang merinci langkah-langkah yang harus diikuti untuk menggunakan alat dengan benar dan aman. SOP ini bertujuan untuk memberikan panduan yang jelas dan terstruktur mengenai cara mengoperasikan “**Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Panel Kubikel Tegangan Menengah Dengan Sistem Redundansi Menggunakan *Powerline Carrier Communications (PLCC)* Berbasis Iot**”. Dengan adanya SOP ini diharapkan supaya dapat mengoperasikan rancang bangun ini dengan aman dan efisien untuk memastikan alat berfungsi dengan optimal, menjaga alat dalam kondisi baik dan dapat meminimalisir kesalahan operasional dan kerusakan pada alat.

Untuk Langkah – langkah operasionalnya adalah :

1. Pastikan socket Modul slave/receiver telah terpasang pada box panel modul master/transmitter.
2. Sambungkan masing masing modul receiver ke sumber dari PLN.
3. Nyalakan MCB pada masing-masing modul receiver untuk menyalakan modul master yang ada di dalam box.
4. Ketika kedua MCB pada modul receiver sudah dalam posisi ON dan dalam beberapa detik modul master sudah menampilkan monitoring tegangan dan arus pada LCD,
5. Kemudian nyalakan hotspot yang sudah di setting agar dapat memonitoring arus dan tegangan pada web server yang telah dibuat.
6. Setelah menampilkan nilai tegangan dan arus pada monitoring dapat dilakukan suatu pengalihan beban dengan meng OFF kan salah satu MCB pada modul receiver.
7. Setelah di tunggu beberapa saat maka hasil monitoring tegangan dan arus pada web akan muncul kembali.

Langkah – langkah mematikan alat sesuai SOP :

1. Matikan Hotspot yang terhubung untuk memutuskan koneksi dengan web server.
2. Matikan kedua MCB pada modul receiver
3. Lepas kembali socket modul receiver yang tersambung ke modul transmitter.



B. Pengkodingan Alat

Lampiran B. Pengkodingan Alat

a.) Modul Receiver/ Slave 1

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
//#include <Wire.h>
```

```
PZEM004Tv30 pzem(5,6);
SoftwareSerial mySerial(9, 10); // RX, TX
String c;
char a;//,b;
int len;
float volt,pwer,curent;
void setup() {
  // Open serial communications and wait for port to open:
  //Serial.begin(9600);

  //Serial.println("Goodnight moon!");

  // set the data rate for the SoftwareSerial port
  mySerial.begin(9600);
}
```

```
void(*resetFunc)(void)=0;
void loop() { // run over and over
  if(mySerial.available()){
    a = mySerial.read();
    if(a == '~')
    {
```

```

c = mySerial.readStringUntil('\n');
len=c.length();
char buff[len];
c.toCharArray(buff,len);
//Serial.println(buff[len-2]);
//len=strlen(c);
//char o[len];
// b=buff[len-2];
//Serial.println(b);
if(buff[len-2] == 'a')
{

// float
volt = pzem.voltage();
if(isnan(volt)){volt=0;}
Serial.print("V=");
Serial.println(volt);
//float
curent = pzem.current();
if(isnan(curent)){curent=0;}
//float
pwer = pzem.power();
if(isnan(pwer)){pwer=0;}

```

```

// Serial.println("Sending a");
JsonObject doc;
doc[0] = String(volt,1);
doc[1] = String(curent,3);
doc[2] = String(pwer,1);
doc[3] = "A";

```

```

String output;
serializeJson(doc, output);
mySerial.print("kotakota" + output + '\n');
mySerial.flush();
// Serial.print("kotakota");
//Serial.println(output+'\n');
//Serial.println(output);
delay(500);
resetFunc();

}

//Serial.println(c);
}
//delay(10);
}
}

```



b.) Modul Receiver/Slave 2

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
//#include <Wire.h>
```

```
PZEM004Tv30 pzem(5,6);
SoftwareSerial mySerial(9, 10); // RX, TX
```

```
String c;
```

```
char a;//,b;
```

```
int len;
```

```
float volt,pwer,curent;
```

```
void setup() {
```

```
    // Open serial communications and wait for port to open:
```

```
    //Serial.begin(9600);
```

```
    // Serial.println("Goodnight moon!");
```

```
    // set the data rate for the SoftwareSerial port
```

```
    mySerial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void(*resetFunc)(void)=0;
```

```
void loop() { // run over and over
```

```
if(mySerial.available()){
```

```
    a = mySerial.read();
```

```
    if(a == '~')
```

```
    {
```

```
        c = mySerial.readStringUntil('\n');
```

```
        len=c.length();
```

```

char buff[len];
c.toCharArray(buff,len);
//Serial.println(buff[len-2]);
//len=strlen(c);
//char o[len];
//b=buff[len-2];
//Serial.println(b);
if(buff[len-2] == 'b')
{
// float
volt = pzem.voltage();
if(isnan(volt)){ volt=0;}
//float
curent = pzem.current();
if(isnan(curent)){ curent=0;}
//float
pwer = pzem.power();
if(isnan(pwer)){ pwer=0;}

//Serial.println("Sending b");
StaticJsonDocument<64> doc;
doc[0] = String(volt,1);
doc[1] = String(curent,3);
doc[2] = String(pwer,1);
doc[3] = "B";

String output;
serializeJson(doc, output);
mySerial.print("kotakota" + output + "\n");
mySerial.flush();
//Serial.print("kotakota");

```

```
// Serial.println(output+'\n');  
//Serial.println(output);  
delay(500);  
  
resetFunc();  
}  
  
//Serial.println(c);  
}  
//delay(10);  
}  
}
```



c.) Modul Transciever/Master

```
#include <ArduinoJson.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include<SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial serial_plcc(3,6);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
//SoftwareSerial esp_8266(10,11);
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    serial_plcc.begin(9600);
    //esp_8266.begin(9600);
    lcd.begin();
    lcd.backlight();
}
float volt_1, current_1, power_1, volt_2, current_2, power_2, k;
//String data_in;
//char k;
char ar[200];
int len,posdat,leno,posdato;
int m=6000;//delay

//String h;
bool toggle=LOW;
void asr(){
    serial_plcc.println("~a");
    // Serial.println("~a");
    for(int f=0;f<=200;f++){
        ar[f]=0;
    }
    posdat=0;
```

```

len=0;
String lc = serial_plcc.readStringUntil('\n');
//Serial.println(lc);
len=lc.length();
for(int e=0;e<=len;e++){
    ar[e]=lc.charAt(e);
    for(int i=0;i<31;i++){
        if(ar[e]==i){ar[e]='a';}
    }
}
lc=String(ar);
posdat=lc.lastIndexOf("kotakota");
delay(100);
// Serial.println(len);
//Serial.println(posdat);
len=len+1;
posdat=posdat+8;
String q=lc.substring(posdat,len);
// Serial.println(q);
StaticJsonDocument<64> doc;
deserializeJson(doc, q);
if (doc[3] == "B")
{
    volt_2 = doc[0];
    current_2 = doc[1];
    power_2 = doc[2];
    k='B';
}
if (doc[3] == "A")
{
    volt_1 = doc[0];

```

```

        current_1 = doc[1];
        power_1 = doc[2];
        k='A';
    }
    sendesp();
    delay(m);
}

void bsr(){
    serial_plcc.println("~b");
    //Serial.println("~b");
    for(int f=0;f<=200;f++){
        ar[f]=0;
    }
    posdato=0;
    leno=0;
    String c = serial_plcc.readStringUntil('\n');
    // Serial.println(c);
    leno=c.length();
    for(int e=0;e<=leno;e++){
        ar[e]=c.charAt(e);
        for(int i=0;i<31;i++){
            if(ar[e]==i){ar[e]='a';}
        }
    }
    c=String(ar);

    posdato = c.lastIndexOf("kotakota");
    //Serial.println(leno);
    //Serial.println(posdato);
    leno=leno + 1;
    posdato=posdato+8;
    String o=c.substring(posdato,leno);

```

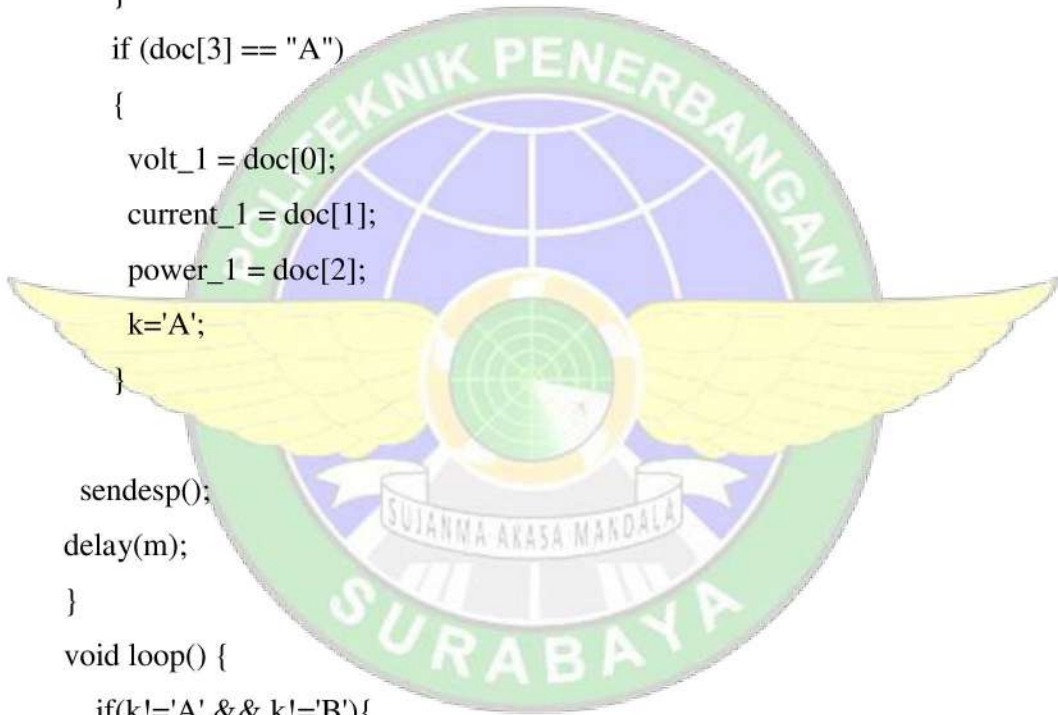
```

//Serial.println(o);
StaticJsonDocument<64> doc;
deserializeJson(doc, o);
if (doc[3] == "B")
{
    volt_2 = doc[0];
    current_2 = doc[1];
    power_2 = doc[2];
    k='B';
}
if (doc[3] == "A")
{
    volt_1 = doc[0];
    current_1 = doc[1];
    power_1 = doc[2];
    k='A';
}

sendesp();
delay(m);
}

void loop() {
    if(k!='A' && k!='B'){
        bsr();
        serial_plcc.flush();
    }
    else if (k=='B'){
        asr();
        serial_plcc.flush();
        asr();
    }
}

```



```
else if (k=='A'){
```

```
    bsr();
```

```
    serial_plcc.flush();
```

```
    bsr();
```

```
}
```

```
}
```

```
void sendesp(){
```

```
    lcd.clear();
```

```
    lcd.setCursor(0,0);
```

```
    lcd.print("V1:");
```

```
    lcd.print(volt_1,1);
```

```
    lcd.setCursor(9,0);
```

```
    lcd.print("I1:");
```

```
    lcd.print(current_1,2);
```

```
    lcd.setCursor(0,1);
```

```
    lcd.print("V2:");
```

```
    lcd.print(volt_2,1);
```

```
    lcd.setCursor(9,1);
```

```
    lcd.print("I2:");
```

```
    lcd.print(current_2,2);
```

```
StaticJsonDocument<200> pac;
```

```
pac[0] = String(volt_1,1);
```

```
pac[1] = String(current_1,3);
```

```
pac[2] = String(power_1,1);
```

```
pac[3] = String(volt_2,1);
```

```
pac[4] = String(current_2,3);
```

```
pac[5] = String(power_2,1);
```

```
String output_esp;
```

```
serializeJson(pac,output_esp );
```

```
Serial.println(output_esp);  
delay(100);  
  
}
```



d.) Monitoring WEB

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ArduinoJson.h>

SoftwareSerial uno(14,12);//rx,tx
// WiFi credentials
const char* ssid = "wifi";
const char* password = "12345678";

// Variabel untuk menyimpan nilai bacaan sensor
float teganganSumber1 ;
float teganganSumber2 ;
float arusSumber1 ;
float arusSumber2 ;
float power1, power2;
String mode = "auto";
String output1 = "Sumber 1";
String output2 = "Sumber 2";

// Inisialisasi objek web server
ESP8266WebServer server(80);

void setup() {
  // Inisialisasi Serial Monitor
  pinMode(5,INPUT);
  pinMode(4,INPUT);
  pinMode(0,INPUT);
  digitalWrite(5,HIGH);//sumber 1 on==low
```

```

digitalWrite(4,HIGH);//sumber 2 on==low
digitalWrite(0,HIGH);//switch auto==low
Serial.begin(115200);
uno.begin(9600);

// Inisialisasi WiFi
WiFi.begin(ssid, password);
Serial.println("");

// Tunggu koneksi WiFi
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}

// Tampilkan informasi koneksi WiFi
Serial.println("");
Serial.print("Connected to ");
Serial.println(ssid);
Serial.print("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

// Mengatur pin sebagai input atau output

// Mulai web server
server.on("/", HTTP_GET, handleRoot);
server.on("/data", HTTP_GET, handleData); // Menambah route baru untuk
data
server.begin();
Serial.println("HTTP server started");
}

```

```

void loop() {
    // Handle client requests
    server.handleClient();
    while(unio.available()){

        // Baca nilai sensor setiap 500ms
        bacaSensor();
    }
}

void handleRoot() {
    // Kirim halaman HTML ke client
    String html = "<!DOCTYPE html><html><head><meta name='viewport'
content='width=device-width,          initial-scale=1.0'><title>Monitoring
Data</title>";
    html += "<style>body { font-family: Arial, sans-serif; margin: 0; padding:
20px; } h1 { text-align: center; } table { border-collapse: collapse; width:
80%; margin: 0 auto; } th, td { padding: 8px; text-align: left; border-bottom:
1px solid #ddd; } th { background-color: #f2f2f2; }</style>";
    html += "</head><body><h1>Monitoring Kubikel</h1><table>";
    html += "<tr><th>Data</th><th>Nilai</th></tr>";
    html      +=      "<tr><td>Tegangan          Sumber          1</td><td
id='teganganSumber1'></td></tr>";
    html      +=      "<tr><td>Tegangan          Sumber          2</td><td
id='teganganSumber2'></td></tr>";
    html += "<tr><td>Arus Sumber 1</td><td id='arusSumber1'></td></tr>";
    html += "<tr><td>Arus Sumber 2</td><td id='arusSumber2'></td></tr>";
    html += "<tr><td>Power 1</td><td id='power1'></td></tr>";
    html += "<tr><td>Power 2</td><td id='power2'></td></tr>";
    //html += "<tr><td>Mode</td><td id='mode'></td></tr>";

```

```

//html += "<tr><td>Output 1</td><td id='output1'></td></tr>";
//html += "<tr><td>Output 2</td><td id='output2'></td></tr>";
html += "</table><script>function
updateData(){fetch('/data').then(response => response.json()).then(data =>
{ document.getElementById('teganganSumber1').textContent
data.teganganSumber1
+
V';document.getElementById('teganganSumber2').textContent
data.teganganSumber2
+
V';document.getElementById('arusSumber1').textContent
data.arusSumber1
+
A';document.getElementById('arusSumber2').textContent
data.arusSumber2 + ' A';document.getElementById('power1').textContent
data.power1 + ' W';document.getElementById('power2').textContent
data.power2
+
W'}});setInterval(updateData,
500);</script></body></html>";

//document.getElementById('mode').textContent
data.mode;document.getElementById('output1').textContent
data.output1;document.getElementById('output2').textContent
data.output2;
server.send(200, "text/html", html);
}

//
//void handleRoot() {
// // Kirim halaman HTML ke client
// String html = "<!DOCTYPE html><html><head><meta name='viewport'
content='width=device-width, initial-scale=1.0'><title>Monitoring
Data</title><style>body { font-family: Arial, sans-serif, margin: 0; padding:
20px; } h1 { text-align: center; } table { border-collapse: collapse; width:
80%; margin: 0 auto; } th, td { padding: 8px; text-align: left; border-bottom:
1px solid #ddd; } th { background-color: #f2f2f2; }</style>";

```



```

data.arusSumber1;document.getElementById('arusSumber2a').value      =
data.arusSumber2;document.getElementById('arusSumber2').value      =
data.arusSumber2;document.getElementById('mode').textContent        =
data.mode;document.getElementById('output1').textContent            =
data.output1;document.getElementById('output2').textContent          =
data.output2;});}setInterval(updateData, 500);</script></body></html>";
// server.send(200, "text/html", html);
//}

```

```

void bacaSensor() {
    // Baca tegangan dan arus dari pin analog
    String data_in=uno.readStringUntil('\n');
    StaticJsonDocument<200> pac;
    deserializeJson(pac, data_in);
    teganganSumber1 = pac[0];
    teganganSumber2 = pac[3];
    arusSumber1 = pac[1];
    arusSumber2 = pac[4];
    power1=pac[2];
    power2=pac[5];
    Serial.println(data_in);
}

```

```

// Baca posisi switch output
if ( digitalRead(5)== LOW) {
    output1 = "Sumber 2";
} else {
    output1 = "Sumber 1";
}

```

```

if (digitalRead(4)== LOW) {
    output2 = "Sumber 2";
} else {
    output2 = "Sumber 1";
}

```

```

if (digitalRead(0)== LOW) {
    mode = "Auto";
} else {
    mode = "Manual";
}
}

```

```

void handleData() {
    // Membuat objek JSON untuk data sensor
    StaticJsonDocument<200> doc;
    doc["teganganSumber1"] = String(teganganSumber1,1);
    doc["teganganSumber2"] = String(teganganSumber2,1);
    doc["arusSumber1"] = String(arusSumber1,3);
    doc["arusSumber2"] = String(arusSumber2,3);
    doc["power1"] = String(power1,3);
    doc["power2"] = String(power2,3);
    doc["mode"] = mode;
    doc["output1"] = output1;
    doc["output2"] = output2;

```

```

    // Mengonversi JSON menjadi string
    String json;
    serializeJson(doc, json);
    Serial.println(json);

```

```
// Kirim respon JSON ke client  
server.send(200, "application/json", json);  
}
```



C. Daftar Riwayat Hidup

Lampiran C. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



ACHMAD TRI ZAINUDDIN, Lahir di Kota Magelang, Pada Tanggal 3 Januari 2002, anak ketiga dari 4 bersaudara dari pasangan Bapak Budiyo dan Ibu Anik Andarwati. Mempunyai 3 saudara kandung, Achmad Faizal, Anirotul Qori'ah, dan Dian Nantasari. Beragama Islam. Bertempat tinggal di Dusun Kwijilan, Kelurahan Sumurarum, Kecamatan Grabag, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Dengan pendidikan formal yang pernah diikuti sebagai berikut :

1. SD Negeri Gelangan 5 Kota Magelang Lulus tahun 2014
2. SMP Negeri 5 Kota Magelang Lulus Tahun 2017
3. SMK Yudya Karya Kota Magelang Lulus Tahun 2020

Pada bulan September 2021 diterima sebagai Taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya pada Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandara Angkatan XVI Alpha. Melaksanakan *On The Job Training* (OJT) di Bandar Udara Halu Oleo Kendari pada 8 Mei 2023 sampai 12 September 2023 dan Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali pada 2 Oktober 2023 sampai dengan 29 Februari 2024. Telah melaksanakan Proyek Akhir sebagai syarat kelulusan dalam Pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.