

**PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM PENGENDALI  
*SMART GRID* UNTUK PEMBANGKIT HYBRID BERBASIS  
SCADA SEBAGAI MEDIA EDUKASI DI PROGRAM STUDI  
TEKNOLOGI LISTRIK  
POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN**

**TUGAS AKHIR**



**Politeknik Negeri  
Balikpapan**

OLEH :

R. JUNIAR PANGABEKTI TRI CAHYO WIBISONO

NIM 982022033

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LISTRIK  
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN**

**2025**

PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM PENGENDALI  
*SMART GRID* UNTUK PEMBANGKIT *HYBRID* BERBASIS  
SCADA SEBAGAI MEDIA EDUKASI DI PROGRAM STUDI  
TEKNOLOGI LISTRIK  
POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN

TUGAS AKHIR  
KARYA TULIS INI DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT  
UNTUK MEMPEROLEH GELAR AHLI MADYA DARI  
POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN



**Politeknik Negeri  
Balikpapan**

OLEH :

R. JUNIAR PANGABEKTI TRI CAHYO WIBISONO  
NIM. 982022023

POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN  
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LISTRIK

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM PENGENDALI SMART  
GRID UNTUK PEMBANGKIT HYBRID BERBASIS SCADA  
SEBAGAI MEDIA EDUKASI DI PROGRAM STUDI TEKNOLOGI  
LISTRIK

POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN

OLEH :

R. Juniar Pangabekti Tri Cahyo Wibisono

NIM. 982022033

Pembimbing I

Andi Sri Irtawaty S.T., M.Eng.

NIP. 197704012021212005

Penguji I,

Angga Wahyu Aditya, S.ST., M.T.

NIP. 199411012019031015

Pembimbing II

Zulkarnain, S.Pd., M.Pd..

NIP. 199301042020121005

Penguji II,

Maria Ulfah, S.T., M.T.

NIP. 198107182014042001

Mengetahui

Ketua Jurusan Rekayasa Elektro,



Ihsan, S.Kom., M.T.

NIP. 199008272019031011

Koordinator Program Studi  
Teknologi Listrik,

Andi Sri Irtawaty S.T., M.Eng.

NIP. 197704012021212005

SURAT PERNYATAAN  
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademika Politeknik Negeri Balikpapan, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : R. Juniar Pangabekti Tri Cahyo Wibisono.  
NIM : 982022033  
Program Studi : D3-Teknologi Listrik  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Prototype Sistem Pengendali *Smart Grid*  
Untuk Pembangkit *Hybrid* Berbasis Scada Sebagai Media  
Edukasi Di Program Studi Teknologi Listrik Politeknik  
Negeri Balikpapan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan hak kepada Politeknik Negeri Balikpapan untuk menyimpan, mengalih media atau formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*Database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Balikpapan

Pada Tanggal : 23 November 2025

Yang menyatakan,



R. Juniar Pangabekti Tri Cahyo Wibisono

NIM. 982022033

## SURAT PERNYATAAN PENULIS

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : R. Juniar Pangabekti Tri Cahyo Wibisono

NIM : 982022033

Tempat / Tanggal Lahir : Kediri, 21 Juni 2003

Program Studi : D3-Teknologi Listrik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul Perancangan Prototype Sistem Pengendali *Smart Grid* Untuk Pembangkit *Hybrid* Berbasis SCADA sebagai media edukasi di Program Studi Teknologi Listrik Politeknik Negeri Balikpapan adalah hasil karya sendiri baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali dalam kutipan yang disebutkan sumbernya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar, saya bersedia mendapatkan sanksi akademis.

Balikpapan, 23 November 2025



R. Juniar Pangabekti Tri Cahyo

Wibisono

NIM. 982022033

## Abstract

*This research aims to design and build a Smart Grid control system prototype for hybrid power generation (Utility Grid, PV, and Genset) as a SCADA-based educational medium. The system integrates automatic control using Haiwell PLC, HMI visualization, and electrical parameter data acquisition from power meter via the Modbus RS485 communication protocol. The design focuses on implementing renewable energy management and Internet of Things (IoT) technology to enable remote system supervision. Test results demonstrate that the system successfully performs automatic resource switching (Automatic Transfer Switch) and displays real-time monitoring data of voltage, current, and power through HMI interfaces and mobile applications. The precise system response and wireless control capabilities prove that this prototype is feasible for implementation as an effective practical training tool (trainer) to support learning outcomes in the Smart Grid course.*

**Keywords:** *Smart Grid, Hybrid Power Generation, Haiwell PLC, SCADA, Educational Medium.*

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang bangun *prototype* sistem pengendali *Smart Grid* pada pembangkit hibrida (PLN, PLTS, dan Genset) sebagai media edukasi berbasis SCADA. Sistem ini mengintegrasikan kendali otomatis menggunakan PLC Haiwell, visualisasi HMI, serta akuisisi data parameter kelistrikan dari *power meter* melalui protokol komunikasi Modbus RS485. Desain alat difokuskan pada penerapan manajemen energi terbarukan dan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memungkinkan pengawasan sistem secara jarak jauh.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan perpindahan sumber daya secara otomatis (*Automatic Transfer Switch*) dan menampilkan data pemantauan tegangan, arus, serta daya secara *real-time* melalui antarmuka HMI dan aplikasi *mobile*. Kinerja respons sistem yang presisi dan kemampuan pengendalian nirkabel membuktikan bahwa *prototype* ini layak diimplementasikan sebagai alat peraga praktikum (*trainer*) yang efektif untuk menunjang capaian pembelajaran pada mata kuliah *Smart Grid*.

**Kata Kunci:** *Smart Grid, Pembangkit Hibrida, PLC Haiwell, SCADA, Media Edukasi.*

## KATA PENGANTAR

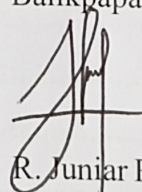
Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Orangtua saya, juga kepada Bapak dan Almh. Ibu yang telah membesarkan dan mendidik hingga penyelesaian pendidikan di DIII Teknik Elektro.

Demikian juga turut mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Emil Azmanajaya, S.T., M.T. sebagai Direktur Politeknik Negeri Balikpapan.
2. Bapak Ihsan S.Kom., M.T. sebagai Ketua Jurusan Rekayasa Elektro Politeknik Negeri Balikpapan.
3. Ibu Andi Sri Irtawaty, S.T., M.Eng. sebagai Ketua Program Studi Teknologi Listrik Politeknik Negeri Balikpapan dan Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan pembelajaran hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Ibu Andi Sri Irtawaty, S.T., M.Eng sebagai Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan pembelajaran hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Semua rekan-rekan Kelas 3TL2 Angkatan 2022 yang telah bersama-sama dari awal pendidikan hingga akhir pendidikan.

Kurang dan lebihnya mohon maaf yang sebesar-besarnya tak luput dari perkataan dan perbuatan yang salah selama menempuh pendidikan. Di sadari tulisan ini masih perlu adanya saran agar dapat lebih sempurna dalam pemerolehan hasil dan cara kerja yang baru. Akhir kata di ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya.

Balikpapan, 16 Desember 2025



R. Juniar Pangabekti

Tri Cahyo wibisono

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Pengajuan .....</b>	<b>ii</b>
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN .....	iv
SURAT PERNYATAAN PENULIS.....	v
Abstrak .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan .....	3
1.4.2 Manfaat .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Landasan Teori .....	5
2.2 SMART GRID .....	5
2.1.1 Sistem Hybrid .....	7
2.1.2 PLC .....	7
2.1.3 HMI.....	9
2.1.4 Kontaktor Magnet .....	9
2.1.5 SCADA .....	10
2.1.6 Power Supply Unit.....	11
2.1.7 Haiwell <i>Cloud SCADA Software</i> .....	11
2.1.8 Power Meter .....	12
2.3 Penelitian terkait.....	13
BAB III Metodologi .....	16
3.1 Peralatan Dan Bahan Yang Digunakan .....	16

3.2	Desain Alat Dan Perancangan .....	18
3.1.1	Perancangan Alat.....	18
3.1.2	Desain Alat.....	21
3.3	<i>Flowchart</i> Pembuatan Alat.....	22
3.4	<i>Flowchart</i> Pembuatan Tugas Akhir .....	24
3.5	Parameter Pengamatan .....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
4.1	Perancangan.....	26
4.1.1	Pembuatan Wiring 2D.....	26
4.1.2	Pembuatan <i>Ladder</i> diagram PLC dan pemasangan PLC .....	27
4.1.3	Mendesain tampilan HMI dan pemasangan HMI .....	29
4.1.4	Pemasangan dan Pengujian Power meter.....	31
4.1.5	Identifikasi Alamat Komunikasi RS485 .....	35
4.2	Pengujian .....	36
4.3	Evaluasi Kelayakan Alat sebagai Trainer Mata Kuliah Smart Grid. 60	
BAB V PENUTUP.....		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....		63
LAMPIRAN.....		66

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Jurnal Penelitian.....	13
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan.....	16
Tabel 4. 1 Pengujian Power Meter.....	33
Tabel 4. 2 Pengambilan data menggunakan semua beban .....	36
Tabel 4. 3 Pengambilan data menggunakan Lampu 35 Watt .....	47
Tabel 4. 4 Pengambilan data menggunakan Lampu 15 Watt .....	50
Tabel 4. 5 Pengambilan data menggunakan Pemanas Air 430 Watt .....	54

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Desaign Smart Grid .....	6
Gambar 2. 2 Program Logic Control (PLC).....	8
Gambar 2. 3 Human Machine Interface (HMI).....	9
Gambar 2. 4 Kontaktor Magnet.....	10
Gambar 2. 5 Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA).....	10
Gambar 2. 6 Power Supply Unit (PSU) .....	11
Gambar 2. 7 Platform cloud Haiwell.....	11
Gambar 2. 8 Power Meter .....	12
Gambar 4. 1 Wiring 2D .....	26
Gambar 4. 2 Ladder Diagram PLC 1 .....	27
Gambar 4. 3 Ladder Diagram PLC 2 .....	28
Gambar 4. 4 Ladder Diagram PLC 3 .....	28
Gambar 4. 5 Proses Pemasangan PLC .....	29
Gambar 4. 6 Variabel HMI Monitoring.....	29
Gambar 4. 7 Variabel Ladder PLC .....	30
Gambar 4. 8 Desain Tampilan HMI .....	30
Gambar 4. 9 proses pemasangan HMI .....	31
Gambar 4. 10 proses pemasangan power meter .....	32
Gambar 4. 11 Pengujian power meter 1 .....	33
Gambar 4. 12 Pengujian power meter1 .....	33
Gambar 4. 13 Pengujian power meter 1 .....	33
Gambar 4. 14 Pengujian power meter1 .....	33
Gambar 4. 17 Pengujian power meter 2.....	34
Gambar 4. 18 Pengujian power meter 2.....	34
Gambar 4. 19 Pengujian power meter 3.....	34
Gambar 4. 20 Pengujian power meter 3.....	34
Gambar 4. 21 Pengujian power meter 3.....	34
Gambar 4. 22 Pengujian power meter 3.....	34

Gambar 4. 23 Pengujian power meter 4.....	34
Gambar 4. 24 Pengujian power meter 4.....	34
Gambar 4. 25 Pengujian power meter 4.....	34
Gambar 4. 26 Pengujian power meter 4.....	35
Gambar 4. 27 Proses Identifikasi Alamat Power Meter .....	35
Gambar 4. 28 Pengambilan data monitoring daya pukul 11.00 .....	39
Gambar 4. 29 Pengambilan data monitoring beban pukul 11.00 .....	39
Gambar 4. 30 Pengambilan data monitoring daya pukul 11.33 .....	40
Gambar 4. 31 Pengambilan data monitoring beban pukul 11.33 .....	40
Gambar 4. 32 Pengambilan data monitoring daya pukul 12.03 .....	41
Gambar 4. 33 Pengambilan data monitoring beban pukul 12.03 .....	41
Gambar 4. 34 Pengambilan data monitoring daya pukul 12.40 .....	42
Gambar 4. 35 Pengambilan data monitoring beban pukul 12.40 .....	42
Gambar 4. 36 Pengambilan data monitoring beban pukul 13.03 .....	43
Gambar 4. 37 Pengambilan data monitoring daya dan beban pukul 13.33.....	43
Gambar 4. 38 Pengambilan data monitoring daya dan beban pukul 14.06.....	44
Gambar 4. 39 Pengambilan data monitoring daya dan beban pukul 14.32.....	44
Gambar 4. 40 Pengambilan data monitoring beban pukul 15.03 .....	45
Gambar 4. 41 Pengambilan data monitoring daya pukul 15.03 .....	45
Gambar 4. 42 Pengambilan data monitoring daya dan beban pukul 15.36.....	46
Gambar 4. 43 Pengambilan data monitoring daya dan beban pukul 16.04.....	46
Gambar 4. 44 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 35 watt pukul 10.01 .....	47
Gambar 4. 45 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 35 watt pukul 11.02 .....	48
Gambar 4. 46 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 35 watt pukul 12.01 .....	48
Gambar 4. 47 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 35 watt pukul 13.02 .....	49
Gambar 4. 48 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 35 watt pukul 14.03 .....	49
Gambar 4. 49 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 35 watt pukul 15.01 .....	50
Gambar 4. 50 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 15 watt pukul 10.01 .....	51
Gambar 4. 51 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 15 watt pukul 11.02.....	51
Gambar 4. 52 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 15 watt pukul 12.01 .....	52
Gambar 4. 53 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 15 watt pukul 13.02 .....	52
Gambar 4. 54 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 15 watt pukul 14.03 .....	53

Gambar 4. 55 Pengambilan data hanya menggunakan lampu 15 watt pukul 15.01 .....	53
Gambar 4. 56 Pengambilan data hanya menggunakan pemanas air 430 watt pukul 10.01 .....	54
Gambar 4. 57 Pengambilan data hanya menggunakan pemanas air 430 watt pukul 11.02 .....	55
Gambar 4. 58 Pengambilan data hanya menggunakan pemanas air 430 watt pukul 12.01 .....	55
Gambar 4. 59 Pengambilan data hanya menggunakan pemanas air 430 watt pukul 13.03 .....	56
Gambar 4. 60 Pengambilan data hanya menggunakan pemanas air 430 watt pukul 14.03 .....	56
Gambar 4. 61 Pengambilan data hanya menggunakan pemanas air 430 watt pukul 15.02 .....	57
Gambar 4. 62 Tampilan Monitoring daya .....	57
Gambar 4. 63 Tampilan Jadwal Daya Menyala.....	58
Gambar 4. 64 Tampilan Jadwal Daya Mati .....	58
Gambar 4. 65 Tampilan Instalasi Menyala.....	59