



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM PLTS *HYBRID* UNTUK SUPLAI
HEATER PENGENDALI SUHU DAN KELEMBAPAN PADA
KUBIKEL 20kV**

TUGAS AKHIR

Moehammad Akbar Hambali

(2303311002)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM PLTS *HYBRID* UNTUK SUPLAI
HEATER PENGENDALI SUHU DAN KELEMBAPAN PADA
KUBIKEL 20kV**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

Moehammad Akbar Hambali

(2303311002)

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama

: Mochammad Akbar Hambali

NIM

2303311002

Tanda Tangan

: 

Tanggal

: 22 Juni 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Moehammad Akbar Hambali
NIM : 2303311002
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem PLTS *Hybrid* untuk Suplai
Heater Pengendali Suhu dan Kelembapan pada Kubikel
20kV

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 22 Juni 2026 dan
dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I

Ajeng Bening Kusumaningtyas, S.S.T., M.Tr.T.
NIP. 199405202020122017

Pembimbing II

Ikhsan Kamil, S.T., M.Kom.
NIP. 196111231988031003

Depok, 22 Juni 2026

Disahkan oleh

Kepala Jurusan Teknik Elektro



Dr. Mutie Dwiyaniti, S.T., M. T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga

Tugas akhir penulis berisi tentang rancang bangun sistem PLTS Hybrid untuk sumber energi heater dalam mengendalikan suhu dan kelembapan pada kubikel 20Kv.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Ibu Ajeng Bening Kusumaningtyas, S.S.T.,M.Tr.T dan Bapak Ikhsan Kamil, S.T., M.kom, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Bapak Rezky selaku perwakilan dari pihak PLN UP3 Bekasi yang telah banyak membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini;
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Abel Sofian Sitorus dan Ananda Lula Trusena selaku teman kelompok Tugas Akhir yang telah berkomitmen dalam pembuatan Tugas Akhir ini;
5. Brilian Dara Luvita yang tanpa hentinya memberikan support kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 22 Juni 2026

Penulis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Rancang Bangun Sistem PLTS Hybrid untuk Suplai Heater Pengendali Suhu dan Kelembapan pada Kubikel 20kV

ABSTRAK

Kubikel 20 kV memerlukan kondisi suhu dan kelembapan yang terjaga untuk menjaga keandalan operasi serta mencegah terjadinya kondensasi yang dapat menurunkan kualitas isolasi peralatan. Penelitian ini bertujuan merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hybrid sebagai sumber energi bagi heater dan cooling fan untuk mengendalikan suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV. Sistem dirancang menggunakan panel surya monokristalin 160 Wp, baterai LiFePO₄ 12 V 60 Ah, inverter hybrid 1000 VA, pengendali suhu dan kelembapan STC-3028, serta tetap melibatkan sumber listrik PLN sebagai sumber cadangan (standby) untuk menjaga kontinuitas suplai daya apabila energi dari PLTS dan baterai tidak mencukupi. Pengujian dilakukan terhadap kinerja inverter serta ketahanan operasi sistem selama 12 jam dengan mengukur parameter tegangan, arus, daya, dan perpindahan sumber energi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa inverter hybrid memiliki efisiensi rata-rata sebesar 69,11% dan mampu melakukan perpindahan sumber energi secara otomatis sesuai dengan ketersediaan energi dari panel surya dan baterai, sementara sumber PLN tetap berada dalam kondisi siaga sebagai cadangan sistem. Selama pengujian ketahanan, sistem berhasil mempertahankan kontinuitas suplai daya ke heater dan cooling fan tanpa mengalami gangguan operasi. Berdasarkan hasil penelitian, sistem PLTS hybrid yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan daya beban serta bekerja secara andal sebagai sistem pengendali suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV.

Kata Kunci : Heater, Inverter Hybrid, Kubikel 20kV, LiFePO₄, PLTS Hybrid, STC-3028

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Design and Development of a Hybrid Photovoltaic (PV) System for Supplying a Temperature and Humidity Control Heater in a 20 kV Switchgear

ABSTRACT

A 20 kV switchgear requires controlled temperature and humidity conditions to maintain operational reliability and prevent condensation, which can reduce the insulation performance of electrical equipment. This study aims to design a hybrid Photovoltaic (PV) system as the power supply for a heater and cooling fan to regulate the temperature and humidity inside a 20 kV switchgear. The proposed system consists of a 160 Wp monocrystalline solar panel, a 12 V 60 Ah LiFePO₄ battery, a 1000 VA hybrid inverter, and an STC-3028 temperature and humidity controller. In addition, the utility grid (PLN) is integrated as a standby backup power source to ensure continuous operation whenever the energy supplied by the PV system and battery is insufficient. System performance was evaluated through inverter performance testing and a 12-hour endurance test by measuring voltage, current, power, and power source transitions. The results show that the hybrid inverter achieved an average efficiency of 69.11% and successfully performed automatic power source switching according to the availability of solar energy and battery capacity, while the PLN grid remained on standby as a backup source. During the 12-hour endurance test, the system maintained uninterrupted power supply to the heater and cooling fan without operational interruptions. Therefore, the proposed hybrid PV system is capable of supplying the required load and can reliably regulate the temperature and humidity of a 20 kV switchgear.

Key words : Hybrid Photovoltaic (PV) System, Heater, Hybrid Inverter, LiFePO₄, STC-3028, 20 kV Switchgear

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran.....	3
BAB II.....	2
TINJAUAN PUSTAKA.....	2
2.1 Heater Kubikel 20kV.....	2
2.2 Sel Surya.....	4
2.2.1 Monocrystalline Silicon.....	4
2.2.2 Polycrystalline Silicon.....	4
2.2.3 Thin Film.....	5
2.3 Inverter <i>Hybrid</i>	5
2.4 Baterai.....	6
2.5 Miniature Circuit Breaker (MCB).....	9
2.5.1 MCB AC.....	9
2.5.2 MCB DC.....	10
2.6 Konektor MC 4.....	10
2.7 Kabel NYM.....	11
2.8 Kabel AWG.....	11
2.9 STC-3028.....	12



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.10	Cooling Fan.....	13
2.11	Perhitungan Kebutuhan PLTS.....	13
2.11.1	Menentukan Besaran Daya dari <i>Inverter</i>	13
2.11.2	Menentukan Maksimal Kapasitas Energi Baterai.....	13
2.11.3	Menentukan lama waktu baterai <i>mem-backup</i>	14
2.11.4	Menentukan kebutuhan daya PV (Photovoltaic).....	14
2.11.5	Menentukan jumlah panel surya.....	14
2.11.6	Menentukan jumlah baterai yang diperlukan.....	15
2.12	Perhitungan Pengaman Komponen dan Luas Penampang Penghantar.....	15
2.12.1	Menentukan Kapasitas Pengaman Komponen.....	15
2.12.2	Menentukan Luas Penampang Penghantar.....	16
BAB III		22
PERENCANAAN DAN REALISASI		22
3.1	Rancangan Alat.....	22
3.1.1	Deskripsi Alat.....	26
3.1.2	Cara Kerja Alat.....	27
3.1.3	Spesifikasi Alat.....	28
3.1.4	Flowchart.....	34
3.1.5	Diagram Blok.....	36
3.1.6	Wiring Diagram.....	36
3.2	Realisasi Alat.....	38
3.2.1	Perancangan Desain Prototipe.....	38
3.2.2	Perancangan Layout Penempatan Komponen.....	39
3.2.3	Perhitungan Kebutuhan PLTS.....	40
3.2.4	Perhitungan Pengaman Komponen.....	42
3.2.5	Perhitungan Luas Penampang Penghantar.....	44
BAB IV		47
PEMBAHASAN		47
4.1	Pengujian Kontinuitas Tanpa Bertegangan.....	47
4.1.1	Deskripsi Pengujian.....	47
4.1.2	Prosedur Pengujian.....	47
4.1.3	Data Hasil pengujian.....	47
4.1.4	Analisa Data.....	50



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2	Pengujian Kontinuitas Bertegangan.....	51
4.2.1	Deskripsi Pengujian.....	51
4.2.2	Prosedur Pengujian.....	51
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	52
4.2.4	Analisa Data.....	53
4.3	Pengujian PLTS.....	53
4.3.1	Deskripsi Pengujian.....	54
4.3.2	Prosedur Pengujian.....	54
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	54
4.3.4	Analisa Data.....	56
4.4	Pengujian Inverter Hybrid.....	56
4.4.1	Deskripsi Pengujian.....	57
4.4.2	Prosedur Pengujian.....	57
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	58
4.4.4	Analisa Data.....	63
4.5	Pengujian Ketahanan Sistem Selama 12 Jam.....	64
4.5.1.	Deskripsi Pengujian.....	64
4.5.2.	Prosedur Pengujian.....	64
4.5.3.	Data Hasil Pengujian.....	64
4.5.4.	Analisa Data.....	66
BAB V.....		67
PENUTUP.....		67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS.....		70
LAMPIRAN.....		70

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Heater Kubikel 20kV.....	2
Gambar 2. 2 Panel Surya.....	4
Gambar 2. 3 Hybrid Solar Inverter.....	5
Gambar 2. 4 Baterai LiFePO4.....	9
Gambar 2. 5 MCB AC.....	9
Gambar 2. 6 MCB DC.....	10
Gambar 2. 7 Konektor MC4.....	10
Gambar 2. 8 Kabel NYM.....	11
Gambar 2. 9 Kabel AWG.....	12
Gambar 2. 10 STC-3028.....	12
Gambar 2. 11 Cooling Fan.....	13
Gambar 3. 1 Tampak Depan Prototipe.....	22
Gambar 3. 2 Tampak Belakang Prototipe.....	23
Gambar 3. 3 Tampak Samping Kiri dan Kanan Prototipe.....	23
Gambar 3. 4 Layout Dalam Panel Box PLTS Hybrid.....	24
Gambar 3. 5 Layout Dalam Panel Box Baterai.....	25
Gambar 3. 6 Layout Dalam Box Acrylic.....	25
Gambar 3. 7 Flowchart Tahapan Pembuatan Alat.....	35
Gambar 3. 8 Flowchart Cara Kerja Alat.....	35
Gambar 3. 9 Diagram Blok Sistem.....	36
Gambar 3. 10 Wiring Diagram Panel Box PLTS Hybrid.....	36
Gambar 3. 11 Wiring Diagram Panel Box Baterai.....	37
Gambar 3. 12 Wiring Diagram Box Acrylic.....	37
Gambar 3. 13 Desain Rangka Prototipe.....	38
Gambar 3. 14 Realisasi Prototipe Tampak Depan.....	39
Gambar 3. 15 Realisasi Prototipe Tampak Belakang.....	39
Gambar 3. 16 Realisasi Layout Panel Box PLTS Hybrid.....	39
Gambar 3. 17 Realisasi Layout Panel Box Baterai.....	39
Gambar 3. 18 Realisasi Layout Acrylic Box.....	40
Gambar 4. 1 Grafik $[P = f(t)]$ Hasil Pengujian PLTS.....	55
Gambar 4. 2 Grafik $[P=f(t)]$ Efisiensi Inverter Hyrbrid Terhadap Baterai.....	59
Gambar 4. 3 Grafik $[P=f(t)]$ Efisiensi Inverter Hyrbrid Terhadap PLTS.....	61
Gambar 4. 4 Grafik $[P=f(t)]$ Efisiensi Inverter Hyrbrid Terhadap Sumber PLN....	63



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	28
Tabel 4. 1 Data Pengujian Kontinuitas Tanpa Bertegangan pada PLTS.....	48
Tabel 4. 2 Data Pengujian Kontinuitas Tanpa Bertegangan pada PLN.....	48
Tabel 4. 3 Data Pengujian Kontinuitas Tanpa Bertegangan pada Baterai.....	48
Tabel 4. 4 Data Pengujian Kontinuitas Tanpa Bertegangan pada Beban.....	49
Tabel 4. 5 Data Pengujian Kontinuitas Bertegangan Pada PLTS.....	52
Tabel 4. 6 Data Pengujian Kontinuitas Bertegangan Pada PLN.....	52
Tabel 4. 7 Data Pengujian Kontinuitas Pada Baterai.....	52
Tabel 4. 8 Data Pengujian Kontinuitas Bertegangan Pada Beban.....	52
Tabel 4. 9 Data Pengujian PLTS.....	55
Tabel 4. 10 Data Pengujian Baterai sebagai Input Beban Inverter Hybrid.....	58
Tabel 4. 11 Data Perhitungan Daya Baterai dan Efisiensi Inverter Hybrid.....	59
Tabel 4. 12 Data Pengujian PLTS sebagai Input Beban Inverter Hybrid dan Charging Baterai.....	60
Tabel 4. 13 Data Perhitungan Daya PLTS dan Efisiensi Inverter Hybrid.....	60
Tabel 4. 14 Data Pengujian Sumber PLN sebagai Input Beban Inverter Hybrid dan Charging Baterai.....	61
Tabel 4. 15 Data Perhitungan Daya Sumber PLN dan Efisiensi Inverter Hybrid.	62
Tabel 4. 16 Data Hasil Pengujian Ketahanan Sistem Selama 12 Jam.....	65

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Panel hubung bagi (PHB) pada jaringan distribusi Tegangan Menengah 20 kV yang biasa disebut kubikel, merupakan salah satu peralatan penting yang berfungsi sebagai penghubung, pengaman, dan pengendali sistem penyaluran tenaga listrik. Kubikel umumnya ditempatkan pada lingkungan yang rentan mengalami perubahan suhu dan kelembapan udara. Tingkat kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya kondensasi atau pengembunan pada bagian dalam kubikel, terutama pada komponen konduktor, isolator, dan sambungan listrik. Kondisi tersebut dapat menurunkan kualitas isolasi, mempercepat korosi pada peralatan, serta meningkatkan risiko terjadinya gangguan listrik. Oleh karena itu, heater dipasang pada kubikel 20 kV untuk menjaga suhu tetap berada di atas titik embun sehingga kelembapan dapat dikendalikan dan keandalan peralatan listrik tetap terjaga.

Penelitian mengenai pengendalian suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV telah dilakukan oleh A. Rahmadani pada tahun 2022 dengan judul *"Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan serta Kendali Dua Heater pada Kubikel 20 kV Berbasis Sistem Informasi Geografis"*. Penelitian tersebut mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan secara real-time serta pengendalian dua unit heater yang terintegrasi dengan sistem informasi geografis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu memantau kondisi lingkungan kubikel dan mengendalikan operasi heater secara otomatis sehingga suhu dan kelembapan dapat dijaga sesuai batas yang ditentukan. Meskipun demikian, sumber energi yang digunakan untuk mengoperasikan sistem tersebut masih berasal dari jaringan listrik PLN.

Berdasarkan penelitian tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pengendalian suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan berupa Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hybrid. Pemilihan konfigurasi PLTS hybrid didasarkan pada kebutuhan suplai daya yang andal untuk mendukung operasi heater kubikel secara terus-menerus dalam menjaga suhu dan kelembapan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penggunaan sistem PLTS Off-Grid dinilai kurang sesuai karena seluruh kebutuhan energi hanya bergantung pada produksi daya panel surya dan kapasitas baterai. Akibatnya, ketika iradiasi matahari menurun atau kapasitas baterai tidak mencukupi, pasokan energi menuju beban berpotensi terganggu. Di sisi lain, sistem PLTS On-Grid juga belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut karena tidak dilengkapi dengan media penyimpanan energi, sehingga beban tidak dapat disuplai apabila terjadi gangguan atau pemadaman pada jaringan PLN. Oleh sebab itu, sistem PLTS hybrid dipilih karena mampu mengintegrasikan panel surya, baterai, dan jaringan PLN dalam satu sistem.

Melalui inverter hybrid, perpindahan sumber daya dapat dilakukan secara otomatis sesuai kondisi ketersediaan energi. Dengan demikian, energi surya dapat dimanfaatkan sebagai sumber utama, baterai sebagai penyimpan energi, dan jaringan PLN sebagai sumber cadangan, sehingga kontinuitas pasokan listrik untuk heater tetap terjaga dan keandalan sistem pengendalian suhu serta kelembapan pada kubikel dapat dipertahankan.

Dengan penerapan sistem PLTS hybrid, diharapkan kebutuhan energi heater dan sistem pengendali suhu serta kelembapan dapat dipenuhi secara lebih efisien, mendukung pemanfaatan energi terbarukan pada sistem distribusi tenaga listrik.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah diatas, maka didapatkan perumusan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana proses perancangan sistem PLTS hybrid untuk menyuplai beban heater pengendali suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV?
- 2) Bagaimana karakteristik keluaran panel surya yang digunakan pada sistem PLTS hybrid berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan?
- 3) Bagaimana kinerja inverter hybrid dalam mengelola dan menyalurkan energi yang berasal dari panel surya, baterai, dan jaringan PLN berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan?

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin diraih dalam penelitian ini adalah :

- 1) Menghasilkan rancangan sistem PLTS hybrid yang mampu menyuplai beban heater sebagai pengendali suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV.
- 2) Mengetahui karakteristik keluaran panel surya pada sistem PLTS hybrid melalui pengujian parameter tegangan, arus, dan daya.
- 3) Mengetahui kinerja inverter hybrid dalam mengelola dan menyalurkan energi dari panel surya, baterai, dan jaringan PLN.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari hasil tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Terwujudnya prototipe sistem PLTS hybrid yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk menyuplai beban heater dalam mengendalikan suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV.
- 2) Tersusunnya laporan tugas akhir yang mencakup proses perencanaan, perancangan, implementasi, serta analisis kinerja sistem PLTS hybrid dalam menyuplai beban heater pada kubikel 20 kV.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian sistem PLTS hybrid sebagai penyuplai beban heater pengendali suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem PLTS hybrid berhasil dirancang dan direalisasikan menggunakan panel surya monocrystalline 160 Wp, baterai LiFePO₄ 12 V 60 Ah, dan inverter hybrid 800 W. Sistem mampu menyuplai kebutuhan daya heater dan cooling fan dengan total beban sebesar 84 W.
2. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan energi harian sebesar 588 Wh dan nilai Peak Sun Hour (PSH) wilayah Depok sebesar 4,6 jam, penggunaan panel surya 160 Wp dan baterai LiFePO₄ 60 Ah telah memenuhi kebutuhan energi sistem yang dirancang.
3. Hasil pengujian efisiensi inverter hybrid pada ketiga sumber input (Baterai, PLTS, dan PLN) menunjukkan bahwa nilai rata-rata efisiensi pada inverter hybrid adalah 69,11%.
4. Berdasarkan pengujian ketahanan sistem selama 12 jam, sistem PLTS hybrid mampu beroperasi secara kontinu tanpa mengalami gangguan suplai daya. Inverter hybrid mampu melakukan perpindahan sumber energi dari panel surya ke baterai secara otomatis sesuai ketersediaan energi, dan Sumber dari PLN tetap siaga aktif, apabila energi dari panel surya dan baterai tidak mampu memenuhi kebutuhan beban sehingga heater dan cooling fan tetap bekerja sesuai pengaturan suhu dan kelembapan yang telah ditetapkan.
5. Secara keseluruhan, sistem PLTS hybrid yang dirancang telah memenuhi tujuan penelitian sebagai sumber energi alternatif untuk menyuplai heater pengendali suhu dan kelembapan pada kubikel 20 kV. Penerapan sistem ini berpotensi meningkatkan kontinuitas catu daya, mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik PLN, serta mendukung pemanfaatan energi terbarukan pada sistem distribusi tenaga listrik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Menambahkan sistem pemantauan (monitoring) berbasis Internet of Things (IoT) sehingga parameter tegangan, arus, daya, suhu, kelembapan, dan kondisi baterai dapat dipantau secara real-time dari jarak jauh.
2. Mengembangkan kapasitas sistem dengan menggunakan panel surya dan baterai yang lebih besar sehingga sistem mampu menyuplai beban dengan daya yang lebih tinggi serta memiliki waktu operasi cadangan yang lebih lama ketika intensitas radiasi matahari rendah.
3. Menambahkan sistem pencatatan data (data logger) sehingga seluruh parameter pengujian dapat direkam secara otomatis dan menghasilkan data yang lebih akurat untuk analisis performa sistem.
4. Melakukan implementasi dan pengujian sistem pada kubikel 20 kV di lingkungan operasional secara langsung sehingga kinerja sistem dapat dievaluasi pada kondisi kerja yang sebenarnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng Bening Kusumaningtyas, I. K. (2024). Analisis Pengaruh Kelembapan terhadap Kinerja Peralatan Tegangan Menengah pada Kubikel 20kV. *Jurnal Teknik Elektro*, 15, 45-52.
- Alifyanti, D. F., & Tambunan, J. M. (2016). Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO*, 79-95.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bambang Hari Purwoto, J. J. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Teknik Elektro*, 10-14.
- Emidiana, M. W. (2018). KARAKTERISTIK KABEL YANG DI TEKUK SAAT. *Jurnal Ampere*, 3(1), 155-162.
- Peng, C.-C., & Su, C.-Y. (2021). Modeling and Parameter Identification of a Cooling Fan for Online Monitoring. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 70, 1-14. doi:10.1109/TIM.2021.3104375
- Prayitno, S. M., & Hariyanto, B. (2024). Sistem Otomatisasi Pengatur Suhu Dan Kelembapan Pada (Germinator) Portabel. *Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium*, 3(1), 24-29.
- Rahmadani, A. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan serta Kendali Dua Heater pada Kubikel 20 kV Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 9.
- Retno Aita Diantari, E. C. (2017). STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS . *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, 9.
- Siallagan, T. F., & Susanti, E. (2023). Sistem Pengendalian Lampu Ruangan Menggunakan Sumber Energi Panel Surya Berbasis IoT (Internet of Thing). *Jurnal Manajemen Sistem Informasi (JMASIF)*, 2(1), 1-8.
- Supratman, S. (2025). Analisis Risiko Kebakaran pada Instalasi PLTS Atap di Indonesia: Kajian Teknis, Regulasi, dan Evaluasi Penerapan Standar Keselamatan. *KONSULI : Knowledge on Sustainability, Longevity, and Interdisciplinary*, 1(4), 12-27.
- Vara Susilowati, S., & Darmawan, S. (2025). IMPLEMENTASI ALAT PENGUPAS DAN PEMOTONG KABEL OTOMATIS. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(1), 446-454.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Widjanarko, P. W., & Alia, N. (2019). STUDI IMPLEMENTASI SMALL PLT SOFF GRID BERBASIS BATERAI LiFePO_4 PADA RUMAH TINGGAL DAYA TENAGA SURYA 200 W. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, 13, 10-14.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Moehammad Akbar Hambali

Lulus dari SDN Kampung Bambu III tahun 2016, SMPN 2 Pagedangan tahun 2019, SMKN 7 Kabupaten Tangerang tahun 2023. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2026 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

