



© 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



**ANALISIS EFISIENSI BATERAI PADA SISTEM UPS
UNTUK BEBAN CCTV LAB LISTRIK PNJ**

TUGAS AKHIR

HILHAM ANUGRAH MUNGgaran
2203311012

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© 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



**ANALISIS EFISIENSI BATERAI PADA SISTEM UPS
UNTUK BEBAN CCTV LAB LISTRIK PNJ**

TUGAS AKHIR

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

HILHAM ANUGRAH MUNGgaran

2203311012

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Hilham Anugrah Munggaran

NIM : 2203311012

Tanda Tangan :

Tanggal : 19 Juni 2025



© 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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan oleh.

Nama : Hilham Anugrah Munggaran
NIM : 2203311022
Program Studi : D-3 Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : ANALISIS EFISIENSI BATERAI PADA SISTEM UPS
UNTUK BEBAN CCTV LAB LISTRIK PNJ

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Selasa, 24 Juni 2025
dan dinyatakan (.....)

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Imam Halimi, S.T., M.Si
NIP. 197203312006041001

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 8 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murti 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 ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala, karena hanya dengan rahmat, kasih sayang, serta karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Efisiensi Baterai pada Sistem UPS untuk Beban CCTV di Laboratorium Listrik Politeknik Negeri Jakarta” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan jenjang Diploma III di Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan tugas akhir ini tentu tidak lepas dari peran banyak pihak yang telah memberikan dukungan dalam berbagai bentuk, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada Bapak Imam Halimi, S.T., M.Si. dan Bapak Ikhsan Kamil, S.T., M.Kom atas bimbingan, saran, dan dukungan yang sangat berarti selama proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Kepada kedua orang tua tercinta dan seluruh keluarga besar, yang tak pernah lelah memberikan doa, dukungan moral, serta semangat tanpa henti, sehingga penulis mampu menyelesaikan tanggung jawab ini dengan penuh keyakinan dan tekad.
3. Kepada teman-teman seperjuangan, rekan satu tim, dan sahabat-sahabat di lingkungan kampus maupun luar kampus, yang telah menjadi sumber motivasi, berbagi ilmu, dan membantu dalam menyelesaikan berbagai tantangan selama proses penelitian dan penulisan laporan ini.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi pihak-pihak yang memerlukan informasi terkait pengembangan sistem UPS dan efisiensinya dalam aplikasi praktis.

Depok, 1 Maret 2025

Hilham Anugrah Munggaran



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

Analisis Efisiensi Baterai Pada Sistem UPS Untuk Beban CCTV

Lab Listrik PNJ

ABSTRAK

Keberlangsungan pasokan listrik memegang peranan yang sangat krusial dalam menjaga kinerja sistem pemantauan seperti CCTV, terutama di lingkungan pendidikan seperti laboratorium. Studi ini menyoroti efektivitas sistem Uninterruptible Power Supply (UPS) yang dirancang untuk memastikan kelangsungan operasional perangkat CCTV di Laboratorium Listrik Politeknik Negeri Jakarta. Fokus utama dari penelitian ini adalah menilai sejauh mana UPS mampu menyediakan suplai daya cadangan selama terjadi pemadaman, serta mengukur kecukupan kapasitas baterai 12V 100Ah dengan efisiensi 70% dalam memenuhi kebutuhan beban sebesar 50 watt secara terus-menerus. Berdasarkan hasil uji coba, sistem UPS mampu mempertahankan fungsi perangkat CCTV selama kurang lebih 16 jam, dengan total energi yang berhasil disalurkan sebesar 835 watt-jam. Sementara itu, kebutuhan energi harian sistem mencapai sekitar 1200 watt-jam. Ketika dilakukan perbandingan antara data aktual dan perhitungan teoritis, deviasi hanya sekitar 0,6%, menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi dan efisiensi kerja yang cukup tinggi. Namun demikian, kapasitas yang ada belum memadai untuk menopang operasional selama 24 jam penuh. Oleh karena itu, diperlukan strategi peningkatan baik dari sisi kapasitas penyimpanan energi maupun efisiensi konsumsi daya agar sistem pemantauan dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan dalam berbagai kondisi.

Kata Kunci: Cadangan listrik, CCTV, Efisiensi baterai, Sistem kelistrikan, UPS,

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

Battery Efficiency Analysis in UPS Systems for CCTV Loads

PNJ Electric Lab

ABSTRACT

Uninterruptible Power Supply (UPS) specifically designed to support the operation of CCTV units at the Electrical Laboratory of the State Polytechnic of Jakarta. The research focuses on the UPS's ability to deliver backup power during outages and evaluates how well a 12V, 100Ah battery—operating at 70% efficiency—can meet the system's consistent power demand of 50 watts. Testing results reveal that the backup system can maintain CCTV operations for approximately 16 hours, supplying a total of 835 watt-hours of energy. However, the laboratory's daily energy requirement for the system stands at around 1200 watt-hours. When comparing actual performance with theoretical estimates, the results are impressively close, showing only about a 0.6% deviation—indicating that the system performs with commendable accuracy. Despite the promising efficiency, the current setup falls short of providing a full 24-hour power backup. To achieve round-the-clock operation, enhancements in battery storage capacity or reductions in power consumption are essential. Strategic improvements in these areas would help ensure continuous, reliable surveillance in critical academic environments.

Keywords: *Backup power, Battery efficiency, CCTV system, Electrical system, UPS*

**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 ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Luaran	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. <i>Uninterruptible Power Supply</i>	4
2.1.1. UPS Tipe <i>Offline</i>	4
2.1.2. UPS <i>Line Interactive</i>	5
2.1.3. UPS Tipe Online	7
2.2. Efisiensi Sistem	9
2.3. Baterai	11
2.3.1. Spesifikasi Baterai	13
2.3.2. <i>Battery Management System</i>	13
2.3.3. <i>Balancer</i>	14
2.4. <i>DC Step Down Buck Converter</i>	15
2.5. <i>Solar Charge Controller</i>	16
2.5.1. Pengosongan (<i>Discharge</i>)	17
2.5.2. Pengisian (<i>Charge</i>)	18
2.6. <i>Power Supply Unit</i>	19



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

2.7.	<i>Low Voltage Disconnect</i>	19
2.8.	Relay MK2P	21
2.9.	Komponen Monitoring.....	21
2.9.1.	Mikrokontroler ESP32.....	21
2.9.2.	PZEM-004T	22
2.9.3.	PZEM-017.....	23
2.10.	<i>Inverter</i>	23
BAB III.....		25
PERENCANAAN DAN REALISASI.....		25
3.1.	Rancangan Alat.....	25
3.1.1.	Deskripsi Alat.....	26
3.1.2.	Cara Kerja Alat	27
3.1.3.	Spesifikasi Alat	28
3.1.4.	Diagram Blok.....	31
3.1.5.	FlowChart Sistem.....	32
3.1.6.	Desain Alat	34
3.2.	Realisasi Alat	36
3.2.1.	Proses Konstruksi Alat.....	36
3.2.2.	Proses Pemasangan Komponen.....	37
3.2.3.	Proses <i>Wiring</i> Rangkaian Panel.....	38
3.2.4.	Hasil Realisasi Alat.....	39
BAB IV		42
PEMBAHASAN		42
4.1.	Pengujian Pengosongan Pada Baterai	42
4.1.1.	Deskripsi Pengujian	42
4.1.2.	Prosedur Pengujian.....	42
4.1.3.	Data Hasil Pengujian	43
4.1.4.	Analisis Data /Evaluasi	44
4.2.	Pengujian Pengisian Pada Baterai	46
4.2.1.	Deskripsi Pengujian	46
4.2.2.	Prosedur Pengujian.....	46
4.2.3.	Data Hasil Pengujian	47
4.2.4.	Analisis Data/Evaluasi	49
4.3.	Evaluasi Sistem UPS Secara Menyeluruh	51



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

4.3.1. Analisis Energi Pengisian Dan Pengosongan.....	51
4.3.2. Perhitungan Efisiensi Sistem.....	54
4.3.3. Kesesuaian Daya UPS Terhadap Beban.....	55
4.3.4. Evaluasi Fungsi Proteksi Sistem	55
BAB V.....	56
PENUTUP.....	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	60
LAMPIRAN.....	61





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Blok Diagram UPS tipe Offline	5
Gambar 2. 2 Blok Diagram Sistem UPS Line Interactive	6
Gambar 2. 3 Blok Diagram UPS tipe Online	8
Gambar 2. 4 Baterai Lithium Pack	11
Gambar 2. 5 Rangkaian BMS pada Baterai	14
Gambar 2. 6 Wiring Active Balancer pada Baterai	15
Gambar 2. 7 DC Step Down Buck Converter	16
Gambar 2. 8 Solar Charge Controller	17
Gambar 2. 9 Power Supply Unit 30A	19
Gambar 2. 10 Low Voltage Disconnect XH-M609	20
Gambar 2. 11 Sensor Tegangan dan Arus AC PZEM-004T	22
Gambar 2. 12 Sensor Tegangan dan Arus DC PZEM017	23
Gambar 2. 13 Power Inverter	24
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem UPS	32
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem UPS	33
Gambar 3. 3 Desain Panel	34
Gambar 3. 4 Layout Dalam Panel	35
Gambar 3. 5 Realisasi Wiring Pintu Panel	36
Gambar 3. 6 Proses Pengeboran Pilot Lamp	37
Gambar 3. 7 Proses Pemetaan Komponen Serta Pemasangan Komponen	38
Gambar 3. 8 Pelaksanaan Wiring Kontrol Pada Panel	39
Gambar 3. 9 Realisasi Layout Dalam Panel	40
Gambar 3. 10 Realisasi Rangka Panel Pada Sistem UPS	41
Gambar 4. 1 Kurva Karakteristik Pengosongan Baterai	44
Gambar 4. 2 Kurva Karakteristik Pengisian Baterai	48

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



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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Gangguan Jaringan dan Klasifikasi UPS	9
Tabel 2. 2 Spesifikasi Baterai	13
Tabel 3. 1 Spesifikasi Peralatan Sistem UPS	28
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Pengosongan Baterai	43
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Pengisian Baterai	47





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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengerjaan Alat dan Pengambilan Data	61
Lampiran 2 Data Sheet Solar Charge Controller	64
Lampiran 3 Wiring Kontrol Automatic Transfer Switch.....	65



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

Keandalan pasokan listrik merupakan komponen esensial dalam mendukung keberlangsungan operasional perangkat elektronik, terutama pada sistem pemantauan visual seperti CCTV. Di lingkungan kampus, khususnya Laboratorium Listrik PNJ, sistem CCTV berfungsi sebagai alat bantu keamanan yang memantau aktivitas dan menjaga aset penting. Sayangnya, sistem ini sangat bergantung pada sumber listrik utama, yang terkadang mengalami pemadaman atau gangguan distribusi dari pihak penyedia.

Sebagai salah langkah terhadap gangguan daya, penggunaan perangkat *Uninterruptible Power Supply* (UPS) menjadi salah satu solusi yang umum diterapkan. UPS menyediakan pasokan listrik sementara dengan menyimpan energi dalam baterai yang akan aktif saat sumber utama terputus. Akan tetapi, efektivitas UPS sangat bergantung pada efisiensi kinerja baterai. Semakin efisien baterai, semakin lama sistem bisa bertahan dalam kondisi darurat, dan semakin rendah pula beban biaya perawatan dan penggantian. Di lapangan, pemanfaatan UPS masih sering belum optimal, terutama karena kurangnya evaluasi terhadap performa baterai dalam kondisi beban aktual. Tanpa analisis mendalam, pemilihan kapasitas baterai kerap tidak tepat sasaran, yang berdampak pada durasi operasional dan usia pakai baterai itu sendiri (Zhou, 2019).

Meski demikian, penerapan UPS di lapangan masih kerap belum maksimal. Salah satu penyebab utamanya adalah kurangnya evaluasi yang menyeluruh terhadap performa baterai saat menghadapi beban operasional yang sebenarnya. Banyak pengguna memilih kapasitas baterai tanpa mempertimbangkan kondisi riil, sehingga daya tahan UPS menjadi tidak sesuai harapan dan usia pakai baterai pun terpengkas. Tanpa kajian teknis yang tepat, pemanfaatan UPS sering kali tidak sebanding dengan investasi yang dikeluarkan.

Melalui Tugas Akhir ini, penulis berfokus pada analisis efisiensi baterai dalam sistem *Uninterruptible Power Supply* (UPS) yang difungsikan sebagai penopang daya untuk perangkat CCTV di Laboratorium Listrik Politeknik Negeri Jakarta (PNJ). Tujuan utama dari kajian ini adalah untuk menyajikan data teknis dan



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

analisis mendalam mengenai kemampuan UPS dalam menjalankan perannya secara optimal, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat efisiensinya.

Pemahaman yang menyeluruh terhadap kinerja komponen dalam proses pelepasan energi (*discharge*) dan pengisian ulang (*charge*) menjadi kunci untuk menilai efektivitas sistem dalam kondisi operasional yang nyata. Pada tahap *discharge*, sistem diharapkan mampu mengalirkan energi dari baterai ke perangkat beban secara stabil dan efisien, tanpa terjadi fluktuasi tegangan atau lonjakan arus yang bisa mengganggu fungsi perangkat seperti CCTV. Sebaliknya, pada fase pengisian ulang, UPS harus mampu mengatur aliran daya masuk ke baterai dengan presisi mengontrol tegangan dan arus pengisian agar tidak terjadi kelebihan muatan (*overcharge*) ataupun kerusakan dini pada sel baterai akibat pengisian yang tidak terkendali. Proses ini harus berjalan sesuai dengan parameter teknis yang telah dirancang agar UPS dapat memberikan kinerja maksimal dalam siklus penggunaan berulang.

Sebagai pendekatan ilustratif, digunakan model analogi barrel atau tong untuk menggambarkan karakteristik kerja sistem penyimpanan energi seperti baterai. Dalam analogi ini, baterai digambarkan sebagai sebuah tong berisi cairan. Tinggi permukaan cairan mencerminkan jumlah energi yang tersimpan, sementara aliran masuk dari atas menggambarkan proses pengisian, dan aliran keluar dari bawah mewakili proses pelepasan daya. Ukuran saluran masuk dan keluar menunjukkan keterbatasan fisik dalam kecepatan aliran energi, yang merepresentasikan hambatan internal pada sistem. Seiring waktu, tong tersebut mulai mengalami kebocoran, yang mengilustrasikan fenomena *self-discharge*, yaitu hilangnya energi walau baterai tidak digunakan. Selain itu, adanya batu-batu di dalam tong menggambarkan penyusutan kapasitas akibat proses penuaan, dan karat pada dinding tong melambangkan peningkatan kebocoran serta kerugian energi dari waktu ke waktu.

Analogi ini memberikan cara pandang yang sederhana namun bermakna untuk memahami bagaimana baterai secara bertahap mengalami penurunan efisiensi, performa, dan kapasitas akibat siklus pemakaian dan faktor usia. Oleh karena itu, evaluasi terhadap proses *discharge* dan *charge* menjadi sangat penting agar sistem



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

tetap berjalan pada efisiensi terbaik dan umur pakai baterai dapat diperpanjang secara signifikan (Dr. Ekkehard Füglein, n.d.).

1.2.Perumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan baterai dalam sistem UPS untuk memberikan cadangan daya yang efektif saat terjadi pemadaman listrik dari PLN pada beban CCTV?
2. Berapa durasi optimal baterai UPS mampu menopang operasional CCTV di Laboratorium Listrik PNJ sebelum perlu pengisian ulang?
3. Apa saja faktor yang berperan dalam menentukan performa baterai selama proses pengisian dan pengosongan daya pada sistem UPS?
4. Apakah kapasitas dan spesifikasi sistem UPS yang digunakan sudah memadai untuk memenuhi kebutuhan energi CCTV di laboratorium tersebut?

1.3.Tujuan

1. Mengidentifikasi kemampuan baterai dalam sistem UPS mampu menyediakan suplai daya cadangan yang handal ketika terjadi gangguan pasokan listrik utama pada beban CCTV.
2. Mengukur berapa lama baterai UPS dapat mendukung operasional CCTV di Lab Listrik PNJ sebelum memerlukan pengisian ulang.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi performa baterai selama siklus pengisian dan pelepasan daya pada sistem UPS.
4. Memeriksa kesesuaian kapasitas dan spesifikasi sistem UPS yang diterapkan dengan kebutuhan energi beban CCTV di laboratorium tersebut.

1.4.Luaran

1. Tulisan akademik yang diterbitkan dalam media jurnal ilmiah.
2. Publikasi yang muncul dalam jurnal atau prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro.

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 V PENUTUP

5.1.Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem UPS untuk beban CCTV di Laboratorium Listrik PNJ, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem UPS dengan baterai LiFePO₄ berkapasitas 12V 100Ah dan efisiensi sistem sekitar 70% terbukti mampu menyuplai beban CCTV sebesar 50W selama kurang lebih 16 jam. Durasi ini mendekati estimasi teoritis sebesar 16,8 jam, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang stabil dan efisien dalam mendistribusikan energi.
2. Efisiensi sistem secara keseluruhan tercatat sebesar 69%, dihitung dari perbandingan energi keluar sebesar 835 Wh terhadap energi masuk sebesar 1.206 Wh selama proses pengisian. Nilai ini termasuk kategori efisien untuk sistem UPS berbasis baterai lithium, terutama dengan dukungan proteksi BMS dan balancer yang menjaga keamanan proses pengisian dan pelepasan daya.
3. Waktu pengisian aktual memakan waktu sekitar 11,2 jam, sedikit lebih lama dari estimasi 10,4 jam. Perbedaan ini disebabkan oleh fase akhir pengisian (CV phase), di mana arus menurun secara bertahap untuk melindungi sel dari overcharging. Proses ini menunjukkan bahwa sistem proteksi bekerja dengan baik, menjaga baterai tetap dalam kondisi aman dan seimbang.
4. Peran BMS dan active balancer sangat penting dalam menjaga performa sistem. Keduanya terbukti efektif dalam menghindari kondisi berlebih saat pengisian dan memastikan seluruh sel dalam paket baterai tetap dalam keseimbangan tegangan. Sistem juga mampu menghentikan pengosongan tepat pada titik SOC minimum (11,7V), sehingga melindungi baterai dari kerusakan akibat discharge berlebih.
5. Sistem UPS berhasil berfungsi dengan baik untuk kebutuhan cadangan daya jangka menengah, namun belum mampu menjamin operasional penuh selama 24 jam. Oleh karena itu, untuk penggunaan skala penuh, diperlukan



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

peningkatan kapasitas penyimpanan atau strategi penghematan daya dari sisi beban.

5.2.Saran

Berdasarkan hasil pengujian terhadap kinerja alat sistem UPS berbasis IoT, penulis memberikan beberapa rekomendasi berikut guna mendukung peningkatan performa dan keandalan sistem:

1. Peningkatan Kapasitas Baterai, yakni ntuk menunjang operasional perangkat CCTV selama 24 jam penuh tanpa gangguan, disarankan untuk menambah kapasitas baterai atau menambahkan unit paralel agar total kapasitas sistem meningkat tanpa mengorbankan durasi pemakaian.
2. Melakukan pengecekan dan pengujian ulang terhadap kerja BMS, balancer, serta modul LVD secara berkala agar proteksi terhadap sistem tetap berjalan akurat sesuai parameter batas aman yang telah ditentukan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR PUSTAKA

- Aamir, M., Ahmed Kalwar, K., & Mekhilef, S. (2016). Review: Uninterruptible Power Supply (UPS) system. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.335>
- Aji, P., & Roza, I. (2023). Unit Pengendali Sistem Hibrida Panel Surya Dengan PLN Pada Penggunaan Rumah Tinggal. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 8(2), 74–77. <https://doi.org/10.30743/jet.v8i2.7682>
- Apriani, Y., Saleh, Z., & Rabiansyah, A. (2020). Rancang Bangun Inverter Pada Generator Aksial Satu Fasa. *Electrician*, 14(3), 71–75.
- Arwanda, D. (2017). *Monitoring Output dan Pencatatan Data pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Bekiarov, S. B., & Emadi, A. (2002). Uninterruptible power supplies: Classification, operation, dynamics, and control. *Conference Proceedings - IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC*, 1(c), 597–604. <https://doi.org/10.1109/apec.2002.989305>
- Cholish, C., Rimbawati, R., & Hutasuhut, A. A. (2017). Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1(2), 90–102. <https://doi.org/10.22373/crc.v1i2.2079>
- Darcovich, K., Recoskie, S., & Fattal, F. (2020). Fast operational mode switching effects on battery degradation. *Journal of Applied Electrochemistry*, 50(1), 111–124. <https://doi.org/10.1007/s10800-019-01373-4>
- Davis, R. J., & Smith, D. D. (2012). *Adaptive Low Voltage Disconnect Controller, Method of Protecting a Battery and a Power System Manager*. Google Patents.
- Dewi, D. L., Susilo, S., & Widodo, B. (2022). Analisa Ketahanan Baterai Lithium Ion pada Sepeda Listrik Roda Tiga. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 5(1). <https://doi.org/10.33541/lektrokom.v5i1.5243>
- DNK Power. (n.d.). *How to Calculate Battery Run Time*. <https://www.dnkpower.com/how-to-calculate-battery-run-time/>
- Dr. Ekkehard Füglein. (n.d.). *About the Efficiency of Charging and Discharging Processes in Lithium-Ion Accumulators*. 2.
- Engla Desita, & Endah Fitriani. (2025). Pemanfaatan Panel Surya Berbasis Internet Of Things untuk Penyediaan Energi Pada Pemanas Air Listrik. *Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains Dan Informatika*, 3(1), 200–208. <https://doi.org/10.61132/uranus.v3i1.690>
- Haryanto, A., Lanya, B., Triyono, S., Saputra, M., & Setyowati, N. (2011). Input-Output Energy Analysis in Oil Palm Production. *Journal of Agritech*, 31(3), 153–160. file:///C:/Users/Adilla/Downloads/9739-17826-1-PB.pdf
- Juarez-Robles, D., Rauhala, T., & Jeevarajan, J. (2022). Exploring the Safety

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



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

Aspects of Redox Flow Batteries. *ECS Meeting Abstracts*, MA2022-02(1), 44. <https://doi.org/10.1149/MA2022-02144mtgabs>

Majid, M. F., Nadhiroh, N., & others. (2024). Pengujian Kinerja Sensor PZEM-004 & PZEM-017 Pada Sistem PLTS. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 10(1), 88–92.

Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>

S, H. (2021). Overview of cell balancing methods for Li-ion battery technology. *Energy Storage*, 3(2), e203. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/est2.203>

Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, H. I., & Hidayat, S. (2016). PENGARUH LUAS ELEKTRODA TERHADAP KARAKTERISTIK BATERAI LiFePO₄. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 06(02), 43–48.

Sharkh, S. M., Abusara, M., Orfanoudakis, G. I., & Hussain, B. (2014). Line Interactive UPS. In *Uninterruptible Power Supplies and Active Filters*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470824054.CH9>

Sreedhar, R., & Karunanithi, K. (2021). WITHDRAWN: Design, simulation analysis of universal battery management system for EV applications. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.136>

Zhou, S. (2019). *Uninterruptible power supply UPS, power supply system and battery capacity test method*.

**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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



HILHAM ANUGRAH MUNGgaran

Lulus dari SDN 1 Surade tahun 2016, MTsN 2 Sukabumi tahun 2019, dan MAN 3 Sukabumi pada tahun 2022. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2025 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengerjaan Alat dan Pengambilan Data



Proses Melubangi Panel untuk LCD I2C



Proses Pemetaan dan Pemasangan Komponen UPS



Proses Pemasangan dan Pengaturan Kontrol Charge



Proses Maintenance Sistem UPS

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



Proses Pembuatan Rangka Sistem UPS



Pengecekan Berkala Pada Panel



Proses *Wiring* Kontrol Sistem UPS



Pemantauan Suhu Baterai Secara Berkala

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



Tampilan Measuring Display Pada Sistem UPS



Tampilan Pada Platform Blynk

Lampiran 2 Data Sheet Solar Charge Controller

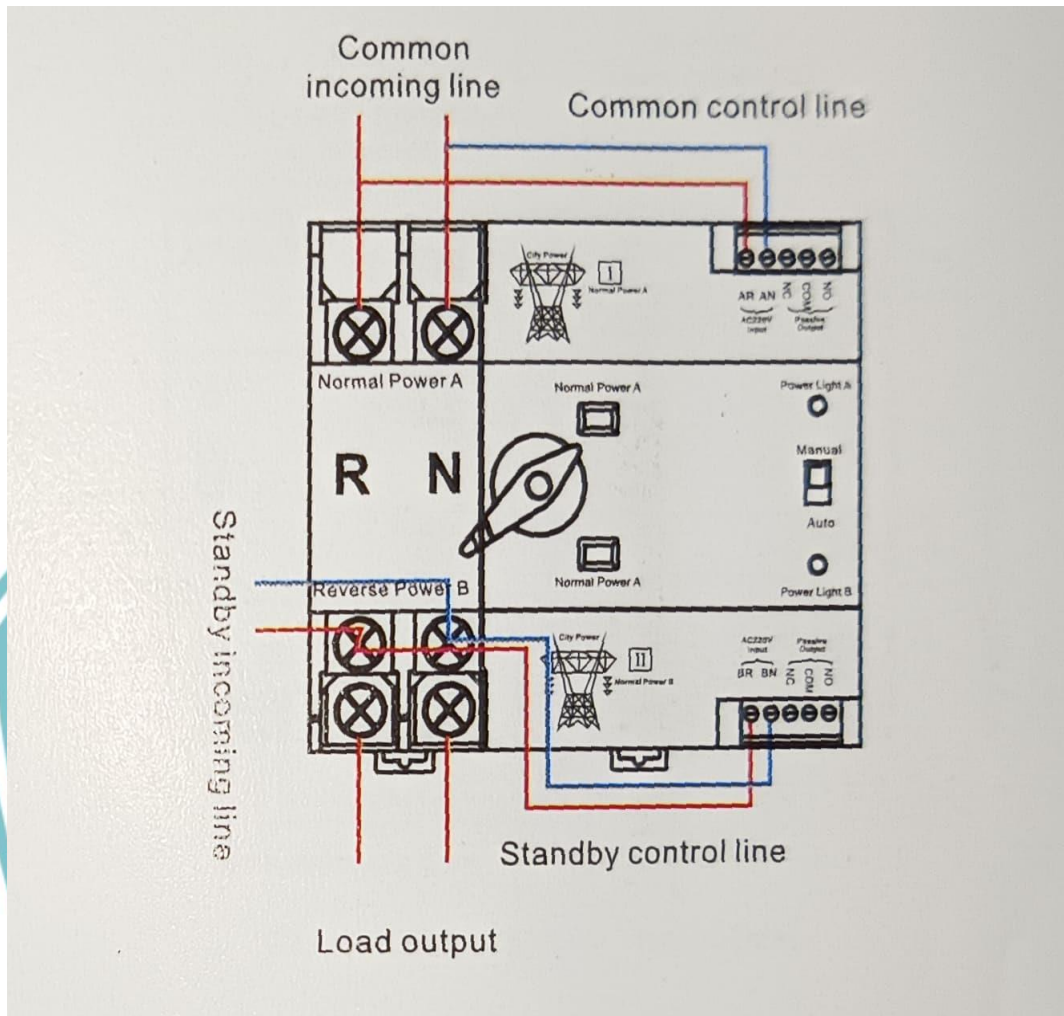
CONTROLLER ELECTRICAL PARAMETER TABLE			
Model	ST-S1210	ST-S1220	ST-S1230
System voltage	12V/24V		
Maximum input voltage	<50V		
Rated current	10A	20A	30A
External 12V battery recommended Solar panel specifications	100W/18V	200W/18V	300W/18V
External 24V battery recommended Solar panel specifications	100W/36V	200W/36V	300W/36V
External battery	12V 100-150Ah	12V 100-150Ah	12V 100-150Ah
	24V 100-150Ah	24V 100-150Ah	24V 100-150Ah
Battery Type	B01=Lead Acid Battery 12V		
	B02=Lithium-ion battery 3 series 3.7V=11.1V		
	B03=Lithium iron phosphate battery 4 series 3.2V=12.8V		
Charging voltage	*14.3V(B01)	*12.6V(B02)	*14.6V(B03)
Low-voltage cut-off voltage	*10.7V(B01)	*9V(B02)	*10V(B03)
Low power recovery voltage	*12.6V(B01)	*10.5V(B02)	*12V(B03)
USB output	5V/2A		
Standby current	<10mA		
Working temperature	-35~+60℃		
Size / Weight	125*86*34mm/200g		

Mark:* tagged voltage only corresponds to 12V solar system, if users use 24 system, please multiply by 2

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

Lampiran 3 Wiring Kontrol Automatic Transfer Switch



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