



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Analisis Potensi Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah di Lembang, Bandung Jawa Barat

TESIS

NAMA : DANUR QAHARI

NIM : 2009511004

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
FEBRUARI 2024**

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 Potensi Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah di Lembang, Bandung Jawa Barat

TESIS

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat Magister Terapan Dalam Bidang Rekayasa Tenaga Listrik

DANUR QAHARI

NIM : 2009511004

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
FEBRUARI 2024**

© 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




PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Jika di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diajukan oleh Politeknik Negeri Jakarta kepada saya.

Depok, 15 Februari 2024


Danur Qahari

NIM : 2009511004

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



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Danur Qahari
NIM : 2009511004
Tanda Tangan :

Tanggal : 15 Februari 2024



© 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




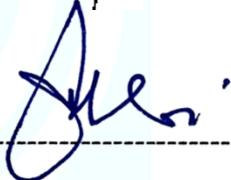
HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini yang diajukan oleh:

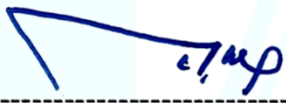
Nama : Danur Qahari
NIM : 2009511004
Program Studi : Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro
Judul : Analisis Potensi Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah di Lembang, Bandung Jawa Barat


Telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari Selasa, tanggal 13 Februari tahun 2024 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh Derajat Gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : Dr. Tossin Alamsyah, S.T., M.T. 

Pembimbing II : Drs. Kusnadi, M.Si. 

Penguji I : Dr. Isdawimah, S.T., M.T. 

Penguji II : Drs. Asrizal Tatang, MT 

Penguji III : Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T. 

Depok, 15 Februari 2024

Disahkan oleh
Kepala Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Isdawimah, S.T., M.T.

NIP. 196305051988112001

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



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya Tesis ini dapat dikerjakan dan diselesaikan dengan baik. Tesis ini berjudul “Analisis Analisis Potensi Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah di Lembang, Bandung Jawa Barat ”, sebagai syarat untuk menyelesaikan Studi di Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Rekayasa Tenaga Listrik Politeknik Negeri Jakarta. Banyak tantangan yang dihadapi baik dalam persiapan, pelaksanaan, maupun penyusunan Tesis ini, namun berkat kerja keras dan bantuan dari berbagai pihak baik dukungan moral maupun material, hingga penulisan Tesis ini dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. A. Tossin Alamsyah, MT, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan ide, serta masukan dalam penyusunan Tesis ini hingga selesai.
2. Drs. Kusnadi, M,Si. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan ide, serta motivasi dalam proses penyusunan Tesis ini.
3. Dr. A. Tossin Alamsyah, MT, selaku kaprodi Magister Teknik Elektro sekaligus sebagai dosen yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta pemikiran yang membangun, memotivasi memberikan saran dan petunjuk dalam penulisan Tesis ini.
4. Segenap staf dan dosen Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Rekayasa Tenaga Listrik Politeknik Negeri Jakarta dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengajar dan mendidik saya sehingga mampu menyelesaikan masa pendidikan tepat waktu.

Saya menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini, untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun bagi perbaikan dan kemajuan penelitian ini ke danur.qahari@live.com atau danur.qahari@gmail.com

Jakarta, Februari 2024


DANUR QAHARI



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Danur Qahari
NIM : 2009511004
Program Studi : Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Potensi Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah di Lembang, Bandung Jawa Barat. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan)*. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalah data (*database*), merawat, dan memublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 15 Februari 2024
Yang menyatakan


Danur Qahari

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



Analisis Potensi Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah di Lembang, Bandung Jawa Barat
Analysis of the Potential of Hybrid PLTS with Low Wind Speed Vertical Axis PLTB in Lembang, Bandung, West Java

Danur Qahari

Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Rekayasa Tenaga Listrik
Politeknik Negeri Jakarta
danur.qahari@gmail.com

ABSTRAK

Danur Qahari. *Analisa Potensi Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah.*

PLTB yang memiliki tantangan tersendiri dalam aplikasinya di dunia pembangkitan tenaga Listrik untuk wilayah Indonesia pada umumnya. Hal ini dikarenakan kondisi sumber daya angin di wilayah Indonesia umumnya tidak memiliki konsistensi yang cukup untuk menjadikan PLTB sebagai sumber utama. Oleh karena itu PLTB sering menjadi momok dalam instalasinya sebagai pembangkit tenaga listrik yang *angin-anginan*. Ada beberapa penelitian untuk menggabungkan teknologi PLTB dengan PLTS untuk wilayah tertentu. Dikarenakan kondisi sumber daya angin di wilayah Indonesia bersifat *angin-anginan* diperlukan studi untuk memanfaatkan kondisi angin dengan kecepatan rendah untuk sistem pembangkitan tenaga listrik. *Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah* ini diharapkan menghasilkan teknologi untuk menyerap sebanyak-banyaknya sumber daya alam dalam pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan.

Kata kunci: *PLTB, Turbin Sumbu Vertikal, Kcepatan Angin, Baterai,*

ABSTRACT

PLTB has its own challenges in its application in the world of electricity generation for the Indonesian region in general. This is because the condition of wind resources in Indonesia generally does not have sufficient consistency to make PLTB the main source. Therefore, PLTB is often a scourge in its installation as a wind-up power generator. And there are several studies to combine PLTB technology with PLTS for certain areas. Because the condition of wind resources in Indonesia is windy, studies are needed to utilize low speed wind conditions for electricity generation systems. Hybrid PLTS with Vertical Axis PLTB with Low Wind Speed is expected to produce technology to absorb as many natural resources as possible in New Renewable Energy Power Plants.

Key Word: *PLTB, Vertical Axis Wind Turbine, Wind Speed, Battery.*

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



DAFTAR ISI

Halaman Sampul	Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme	.....	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas	.....	iii
Halaman pengesahan	.....	iv
Kata pengantar	.....	v
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tesis untuk Kepentingan Akademik	.....	vi
Abstrak	.....	vii
Daftar isi	.....	viii
Daftar tabel	.....	ix
Daftar gambar	.....	ix
Daftar Lampiran	.....	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang Penelitian	.....	1
1.2.Rumusan Permasalahan Dalam Penelitian	.....	3
1.3.Tujuan Penelitian	.....	3
1.4.Batasan Penelitian	.....	3
1.5.Manfaat Penelitian	.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	.....	3
1.7.Sistematika Penulisan	.....	4

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1.Kondisi Kecepatan Angin Daerah	.....	6
2.2.Sel Surya	.....	8
2.3.Solar Charge Controller	.....	10
2.4.Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Angin)	.....	11
2.5.Internet of Things (IoT)	.....	12
2.6.Penelitian Sebelumnya	.....	13

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



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Sumber dan Metode Pengumpulan Data	17
3.2 Pengumpulan Data	20
3.4 Pengolahan Data	21
3.5 Pengamatan dan Perekaman Data Langsung dan Menggunakan IoT	22
3.6 Pembahasan dan Analisis	23

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kecepatan Angin.....	25
4.2 Deskripsi Alat.....	25
4.3 Hasil Ukur Instalasi Sistem PLTB	27
4.4 Investasi	29
4.5 Analisa Efektifitas Penambahan PLTB pada Sistem PLTS terhadap Baterai	29
4.6 Analisa Potensi unit PLTB Sumbu Vertikal untuk Backup sistem PLTS.....	32

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	34

Daftar pustaka	36
----------------------	----

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Data Kecepatan Angin rata-rata pada lokasi Bandung.....	6
Tabel 2.2 Data Kecepatan Angin rata-rata pada lokasi Lembang Bandung.....	7
Tabel 2.3 Data Kecepatan Angin rata-rata pada lokasi Bogor	7
Tabel 3.1 Data Sampling kecepatan angin lokasi 1	18
Tabel 3.2 Data Sampling kecepatan angin lokasi 2, Lembang siang hari	18
Tabel 3.3 Data Sampling kecepatan angin lokasi 2, Lembang malam hari	19
Tabel 4.1 Deskripsi unit PLTB sumbu Vertikal Terpasang	25
Tabel 4.2 Deskripsi unit PLTB sumbu Horizontal Terpasang	26
Tabel 4.3 Data rata-rata voltase output di setiap kecepatan angin di lembang dari IoT	27
Tabel 4.4 Investasi Instalasi PLTS & PLTB	29
Tabel 4.5 Rata-rata energi yang dihasilkan pembangkit	31

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.3 Data rata-rata voltase output di setiap kecepatan angin di lembang dari IoT	27
Tabel 4.4 Investasi Instalasi PLTS & PLTB	29
Daftar gambar	
Gambar 2.1a Perbedaan Fisik Polycrystalline dan Monocrystalline Solar Panel.....	9
Gambar 2.1b Karakteristik Polycrystalline dan Monocrystalline Solar Panel	10
Gambar 2.2 Tipe Turbin Angin sumbu Vertikal dan Horizontal	12
Gambar 2.3 Tipe Turbin Angin sumbu Horizontal	12
Gambar 2.4 Ilustrasi Sistem Internet of Things (IoT)	13
Gambar 3.1 Pengambilan sampling kecepatan angin.....	17
Gambar 3.2 Grafik Data Sampling kecepatan angin lokasi 1	18
Gambar 3.3 Grafik Data Sampling kecepatan angin lokasi 2 siang hari.....	19
Gambar 3.4 Grafik Data Sampling kecepatan angin lokasi 2 malam hari	20
Gambar 3.5 Proses Pengumpulan Data	21
Gambar 3.6 Proses Pemasangan PLTB Sumbu Horizontal.....	21
Gambar 3.7 Blok Diagram	22
Gambar 3.8 Diagram Alir Metologi Penelitian	24
Gambar 4.1. Grafik Kecepatan angin rata-rata harian di Lembang, Bandung Jawa Barat.....	25
Gambar 4.2 Deskripsi unit PLTB sumbu Vertikal terpasang.....	26
Gambar 4.3 Deskripsi unit PLTB sumbu Horizontal terpasang.....	27
Gambar 4.4 Grafik rata-rata voltase output di setiap kecepatan angin di lembang dari IoT	28
Gambar 4.5 Grafik data tegangan keluaran dari masing-masing sistem pembangkit ..	30
Gambar 4.6 Grafik Tegangan baterai sebelum ditambahkan sistem PLTB	30
Gambar 4.7 Grafik Tegangan baterai sesudah ditambahkan sistem PLTB	31
Gambar 4.8 Grafik Tegangan keluaran pada PLTB sumbu Horizontal	32
Gambar 4.9 Grafik Tegangan keluaran pada PLTB sumbu Vertikal	33
Gambar 4.10 Grafik rata-rata Voltase Output di setiap kecepatan angin di Lembang dari IoT. Pada kecepatan dibawah 3m/s dalam keadaan berbeban.....	33
Daftar lampiran	37



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Terdorong dari upaya membantu pemerintah dalam mencapai target penggunaan EBT (Energi Baru Terbarukan) mencapai 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2031. EBT adalah sumber energi yang dapat diperbaharui atau berproses kelanjutan oleh alam. Energi ini ramah lingkungan dan diklaim mampu mengurangi emisi karbon dioksida diudara. Dengan demikian penggunaan EBT ini diharapkan dapat berkontribusi untuk mengatasi pemanasan global. Ada 7 jenis EBT yang dapat digunakan sebagai sumber energi, yaitu Surya, Angin (Bayu), Air, Panas Bumi, Gelombang Laut (Pasang-Surut), Hidrogen, dan Biomassa atau Biogas. Ketujuh sumber energi sebagai sumber energi alternative tersebut memiliki banyak potensi untuk dapat dipergunakan sebagai pembangkit energi listrik. Di Indonesia sudah ada beberapa dari jenis EBT yang digunakan sebagai pembangkit listrik, diantaranya adalah panas bumi, tenaga surya, dan tenaga angin.

Selain panas bumi, penggunaan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin) diharapkan menjadi tonggak dalam pencapaian tersebut. Dimana penggunaan PLTS dimasa ini sudah banyak digunakan, baik skala pembangkit dengan kapasitas besar maupun dengan skala penggunaan rumah pribadi atau untuk penerangan jalan umum (PJU). Dimana PLTS yang dipasang untuk skala perumahan memiliki kapasitas daya pembangkitan yang menyesuaikan dengan kebutuhan pada rumah tersebut. Baik digunakan untuk sebagai daya cadangan ketika terjadinya pemadaman oleh pihak PLN, ataupun sebagai sumber energi listrik kedua. PLTS kini menjadi primadona bagi masyarakat umum kalangan menengah keatas, yakni bertujuan untuk melakukan penghematan konsumsi daya listrik pada PLN. Dengan demikian dapat mengurangi pengeluaran anggaran untuk pembayaran tagihan listrik.

PLTS ini menggunakan energi dari matahari sebagai sumber utama pembangkitan tenaga listrik. Dengan metode penyerapan cahaya matahari melalui panel-panel sel PV (photovoltaik) yang dapat mengubah energi cahaya dan panas menjadi energi listrik. Yang kemudian nantinya disimpan atau langsung digunakan sebagai sumber daya pada peralatan-peralatan elektronik. Energi listrik yang dibangkitkan melalui sel-sel PV adalah energi listrik dengan karakteristik listrik searah atau DC. Listrik DC ini perlu diubah menjadi AC untuk dapat digunakan sebagai sumber daya pada peralatan-peralatan elektronik. Untuk mengubah DC menjadi AC diperlukan alat yang bernama inverter, inverter ini bertugas sebagai pengubah listrik DC menjadi menjadi AC dengan menggunakan komponen-komponen elektronika sebagai intinya.

PLTS sangat bergantung pada lamanya penyinaran matahari pada daerah dimana digunakannya PLTS. Namun di Indonesia yang merupakan wilayah kepulauan dan daratannya banyak memiliki kontur gunung dan perbukitan menjadikan lama penyinaran matahari pada setiap wilayah berbeda-beda. PLTS ini sangat baik untuk wilayah dengan lama penyinaran matahari yang lama, namun kurang tepat untuk wilayah dengan curah



hujan tinggi. Hal ini dikarenakan kurangnya waktu penyinaran matahari di wilayah dengan curah hujan tinggi tersebut. Sehingga Penggunaan PLTS pada wilayah dengan curah hujan tinggi akan tidak sebaik penggunaan PLTS pada wilayah dengan curah hujan rendah. Untuk skala besar, PLTS diletakkan di daerah yang memiliki tingkat kebersihan awan (clearness sky) yang tinggi atau dapat dikatakan didaerah dengan sedikit awan. Pemasangan PLTS itu tersendiri memerlukan teknik yang sesuai dengan arah datangnya sinar matahari untuk meningkatkan daya serap energi yang diterima oleh sel-sel PV tersebut.

Selain tenaga surya, sumber tenaga listrik yang dapat digunakan untuk skala kecil adalah tenaga angin, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (angin). PLTB di Indonesia sudah mulai digunakan di wilayah pesisir pantai, dikarenakan intensitas angin yang tinggi dan kecepatan angin yang cukup untuk memutar turbin pembangkit listrik pada PLTB. PLTB adalah pembangkit tenaga listrik yang mengubah energi kinetik dari pergerakan angin yang memutar turbin untuk menghasilkan energi listrik. Turbin angin ini sendiri memiliki karakter-karakter khusus untuk kecepatan angin tertentu. Untuk wilayah Indonesia yang kepulauan dengan kontur gunung dan perbukitan, kecepatan angin akan baik untuk memutar turbin hanya di daerah pesisir pantai dan kecepatan angin akan semakin rendah pada daerah balik bukit atau lembah. Hal ini menjadikan trend “angin-anginan” untuk setiap PLTB yang ada di Indonesia.

Untuk dapat memanfaatkan potensi tenaga angin dengan kecepatan rendah, digunakan jenis turbin angin dengan sumbu vertikal dengan sudu-sudu menggunakan material yang ringan. Turbin dengan sumbu vertikal lebih efisien untuk digunakan pada wilayah dengan kecepatan angin yang rendah, dikarenakan lengan sudu yang tidak besar, dan memutar sumbu vertikal. Turbin angin ini memiliki motor pembangkit pada bagian bawah turbin, sehingga tidak memerlukan pondasi yang besar untuk menahan terpaan angin yang berat. Turbin-turbin ini dapat di pasang pada atap-atap gedung atau rumah-rumah dengan tetap memperhatikan kekuatan pemasangan pondasi turbin. Dibandingkan dengan turbin angin pada umumnya yang memerlukan kecepatan angin tertentu untuk dapat memutar sudu-sudu pada turbin, turbin angin dengan sumbu vertikal axis ini tidak dapat menghasilkan daya yang besar. Sehingga penggunaan turbin ini tidak dapat digunakan sebagai sumber utama pembangkitan tenaga listrik. Namun dengan demikian turbin ini dapat digunakan sebagai cadangan sumber daya listrik pada saat penggunaan PLTS tidak efektif (saat hujan, berawan atau malam).

Dalam hal ini saya memilih lokasi Lembang, Bandung Jawa Barat untuk lokasi penelitian dari beberapa lokasi yang di ambil sampling untuk kecepatan angin rata-rata yaitu, perumahan Ambar Waringin Jaya, Bojonggede, dan Lembang, Bandung Jawa Barat. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan dari hasil pengambilan sampling kecepatan angin yang didapat rata-rata harian. Oleh sebab itu penulis tertarik melakukan penelitian ini yang berjudul “**Analisis Potensi Hybrid PLTS Dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah di Lembang, Bandung Jawa Barat**”.

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

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah membuat model hybrid PLTS dengan PLTB turbin sumbu vertikal dengan kecepatan rendah, dengan sumber listrik utama memanfaatkan tenaga matahari dan sumber listrik tenaga angin sebagai cadangan (*backup*) pada saat penyinaran matahari terhalang oleh awan atau hujan dan malam hari. Dengan rumusan masalah yaitu :

1. Hasil sampling kecepatan angin rata-rata harian;
2. Hasil pengukuran tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh PLTB turbin sumbu vertikal dan PLTS

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengalaisa potensi dari rancang bangun Model Hybrid PLTS dengan PLTB Sumbu Vertikal Dengan Kecepatan Angin Rendah sebagai alternatif untuk kelistrikan pada pemanfaatan di rumah sebagai pengganti atau subsidi suplai energi listrik. Yang nantinya dapat dikembangkan untuk daerah 3T.

1.4 Batasan Penelitian

Mengingat luasnya permasalahan dalam penelitian ini, maka penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian tentang PLTS dengan KWP Rendah,
2. Penelitian turbin angin sumbu vertikal dengan kecepatan angin rendah.
3. Instalasi kombinasi sumber daya

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai pertimbangan penggunaan hybrid PLTS dengan PLTB sumbu vertikal sebagai sumber pembangkit listrik di daerah tidak terjangkau jaringan listrik PLN.
2. Sebagai bahan kontribusi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya berkaitan dengan Energi Baru Terbarukan (EBT).
3. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Metodologi Penelitian

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Langkah-langkah metodologi dalam penelitian ini sebagai berikut:



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

1. Observasi

Observasi ini bertujuan untuk mengetahui lokasi penelitian serta dilanjutkan dengan pengumpulan data. Data yang diperlukan dalam observasi ini berupa sampling pengukuran kecepatan angin rata-rata harian pada lokasi-lokasi observasi

2. Pengumpulan data

Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder/ Data primer merupakan data yang diambil dari dokumen BMKG atau Badan Statistika Daerah terhadap kecepatan angin rata-rata, sementara data sekunder diperoleh dari hasil penelitian atau jurnal terdahulu dan dilengkapi dengan survei dan dokumentasi.

3. Memasang atau menginstal unit PLTB dan PLTS.

Setelah dilakukan observasi maka selanjutnya dilakukan Pemasangan PLTS dan PLTB pada lokasi. Serta memasang system IoT untuk penarikan rekaman data.

4. Melakukan Pengukuran Langsung.

Selanjutnya dilakukan pengukuran langsung terhadap tegangan, arus dan daya keluaran dari masing masing unit PLTB Vertikal, PLTB Horizontal dan PLTS

5. Membandingkan Pengukuran Langsung dengan hasil perekaman data dengan IoT.

Tahap ini untuk memverifikasi hasil pengukuran yang dilakukan remote dengan IoT untuk mengetahui pergeseran dan perbedaan pembacaan data dari unit penelitian.

6. Menarik Kesimpulan dan Saran dari hasil penelitian.

Menarik kesimpulan dari hasil yang didapatkan dari penelitian untuk dapat di realisasikan.

1.7 Sistematika Penulisan dalam Penelitian

Outline penulisan dalam penelitian terdiri dari beberapa bagian diantaranya: pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian dan objek penelitian, hasil penelitian dan pembahasan, kesimpulan dan saran. Penjelasan dari bagian yang telah disebutkan sebelumnya seperti dibawah ini:

Bab I : Pendahuluan

Bab ini menguraikan latar belakang, identifikasi masalah, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penelitian.



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 II : LandasanTeori

Bab ini berisikan tentang dasar teori yang melandasi penelitian ini yaitu: Terkait PLTS dan PLTB, teknologi IoT sebagai basis pengumpulan perekaman data secara remote.

Bab III : Metodologi penelitian.

Dalam bab ini membahas tentang metode pengumpulan data, cara pengolahan data dan aplikasi/tools yang digunakan.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan

Dalam bab ini membahas kondisi hasil pengukuran dari unit PLTS dan PLTB yang di pasang pada lokasi, analisa tegangan, arus dan daya dikeluarkan pada kondisi kecepatan angin tertentu.

BAB V : Penutup

Dalam bab ini akan menyampaikan kesimpulan dan saran-saran dari hasil penelitian.



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

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, berikut beberapa kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan tegangan real rata-rata pada PLTB sumbu Vertikal dengan spesifikasi tegangan keluaran 12 Volt pada kecepatan angin adalah setara 1:1, sedangkan untuk tegangan real rata-rata pada PLTB sumbu Horizontal dengan spesifikasi tegangan keluaran 24-57 Volt pada kecepatan angin adalah eksponensial.
2. Kecepatan minimum untuk PLTB sumbu vertikal untuk menghasilkan tegangan stabil adalah 1,2 m/s sedangkan untuk PLTB sumbu horizontal adalah 2.5 m/s. sehingga PLTB sumbu vertikal lebih sering menangkap angin yang berhembus untuk menjadikan tenaga Listrik.
3. Untuk daerah dengan intensitas kecepatan angin rata-rata hariannya dibawah 3m/s, PLTB dengan sumbu vertikal lebih efektif untuk digunakan sebagai sistem pembangkit Listrik.
4. Didapatkan pada pembangkit PLTS rata-rata tertinggi yang dihasilkan adalah 67,48 watt/jam. Pada pembangkit PLTB Vertikal jumlah energi yang dibangkitkan tertinggi adalah 6,05 watt/jam dan pada pembangkit PLTB Horizontal energi yang dibangkitkan tertinggi adalah 2,25 watt/jam.
5. Dengan ditambahkan sumber pembangkit PLTB pada sistem PLTS dapat membantu menjaga suplai pengisian pada baterai. Ditandai pada sistem IoT yang dapat terus menerus berfungsi 24 jam yang sebelumnya terbatas pada saat kondisi cuaca sedang hujan.
6. Penggunaan baterai harus ditambah kapasitasnya untuk mengakomodir energi yang terbuang dikarenakan jika baterai dalam kondisi jenuh dan energi tidak digunakan untuk mengisi baterai.

5.2. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis jumlah unit yang dibutuhkan terhadap aliran udara untuk pemasangan PLTB dengan kapasitas yang lebih besar.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Dari hasil uji pada lokasi Lembang, paling sedikit dibutuhkan 10 unit PLTB untuk kebutuhan daya 60 watt/jam

2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait peningkatan efisiensi Energi yang dibangkitkan dengan sumber energi alternatif lainnya.
3. Pemasangan hybrid PLTB pada sistem PLTS dengan kapasitas pembangkitan yang lebih besar diperlukan adanya kombinasi antara PLTB sumbu vertikal dengan PLTB sumbu horizontal untuk dapat mengakomodir kebutuhan daya yang lebih besar.

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





DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Lambertus Sinaga*), Hermawan, dan Agung Nugroho, 2018 “Optimasi Sistem Pembangkit Listrik Hibrida Tenaga Surya, Angin, Biomassa, Dan Diesel Di Pulau Nyamuk Karimunjawa Jawa Tengah Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Homer” Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- [2]. Samir J. Deshmukh*1, Sagar M.Charthal2 ,2019 “Design and Development of Vertikal Axis Wind Turbine”International Conference on Science & Engineering for Sustainable Development& The Institution of Engineers (India).
- [3]. Alpan Hadi1, Samsul Kamal2, 2019 “Simulasi Numerik Aerodinamika Turbin Angin Poros Horizontal *Hybrid Solar Cell*” *Prosiding Seminar Nasional XII “Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta*.
- [4]. Juliana D’ Angela Mariano1, Henrique M. Campos1, Fabianna S. Tonin2, Jair Urbanetz Junior1, 2 ,Eloy F. Casagrande Junior1, 2018 “Performance Of Photovoltaic Systems: Green Office’s Case Study Approach” International Journal Of Energy And Environment.
- [5]. Hilmansyah1, Risty Jayanti Yuniar2, Ramli3 “Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Kendali PI” Jurnal Sains Terapan No.1 Vol. 3 Issn 2406 – 8810.
- [6]. Mohammad I. Al-Najideen, Saad S. Alrwashdeh , 2017* “Design of a solar photovoltaic system to cover the electricity demand for the faculty of Engineering-Mu’tah University in Jordan” Resource-Efficient Technologies 3 (2017) 4 40–4 45
- [7]. Mohite, V. P., & Butale, M. C. (2019). Parametric Study of Grid Connected PV System with Battery for Single Family House. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 6(8), 66–70.
- [8]. Omar, M. A., & Mahmoud, M. M. (2018). Grid connected PV- home systems in Palestine: A review on technical performance, effects and economic feasibility. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 82, 2490–2497. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2017.09.008> Peraturan Menteri ESDM No 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik,
- [9]. Prediction Of Worldwide Energy Resources. (2021). NASA’s Open Data Portal. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2016 tentang Percepatan Pembangunan Infrastruktur Ketengalistrikan, (2016).
- [10]. Pujawan, I. N. (2019). Ekonomi Teknik (3rd ed.). Lautan Pustaka. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011, (2011). Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional. (2019). Outlook Energi Indonesia 2019. Kementerian ESDM.
- [11]. Tossin Alamsyah dkk, 2023, Implementasi BTS IoT Dengan ESP now pada Lahan Pertanian Terbuka.” Seminar Nasional Rekayasa, Sains dan Teknologi ,Tahun 2023, [snarstek \(tau.ac.id\)](http://snarstek.tau.ac.id)

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Dokumentasi

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 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





© 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

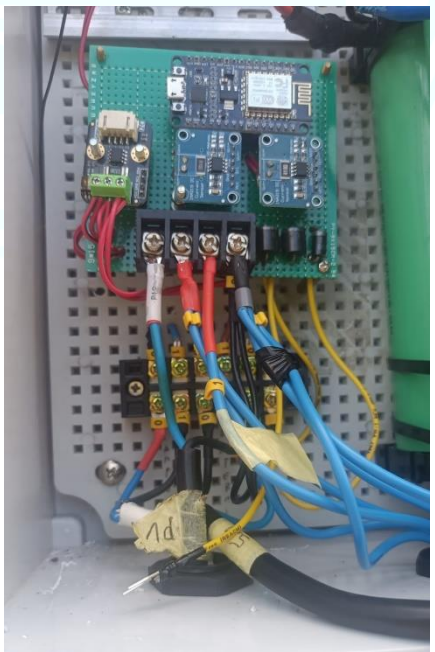




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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





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





© 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





Lampiran

Hak Cipta :

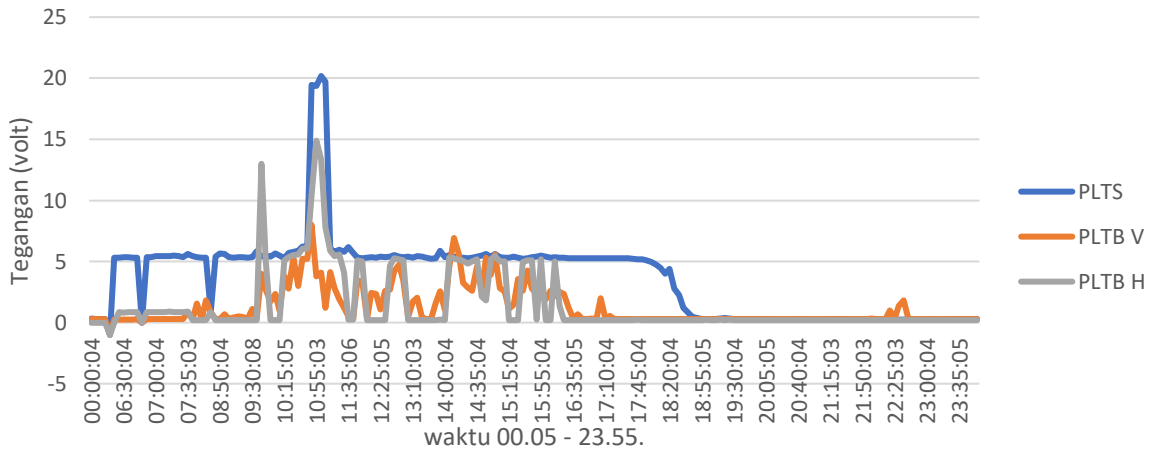
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

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

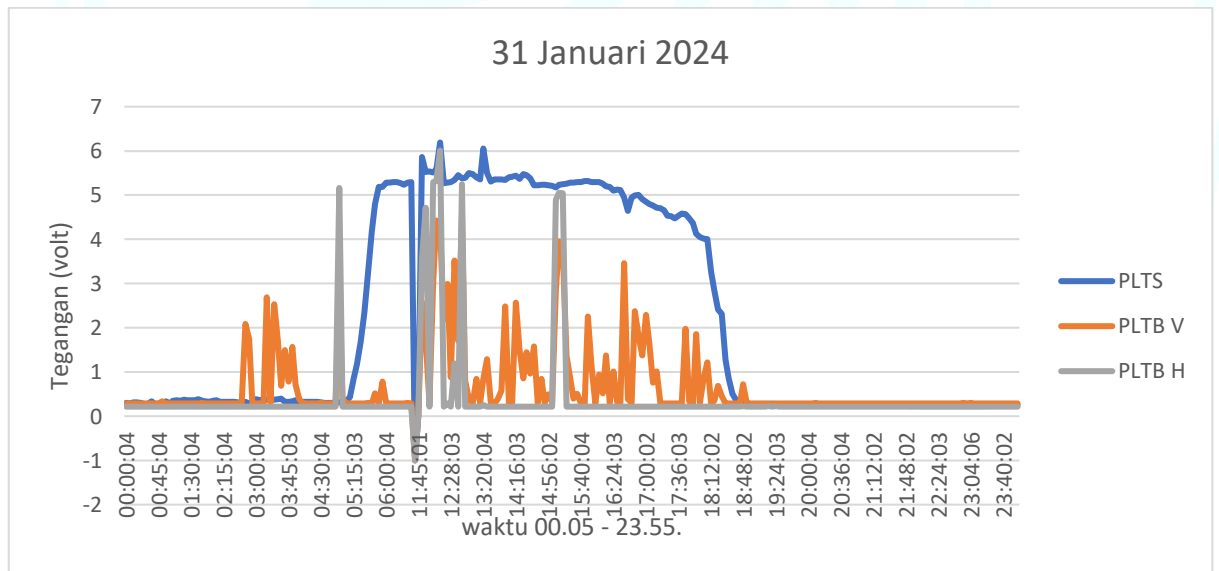
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

30 Januari 2024



Lampiran 1.1. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 30 Januari 2024

31 Januari 2024



Lampiran 1.2. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 31 Januari 2024



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

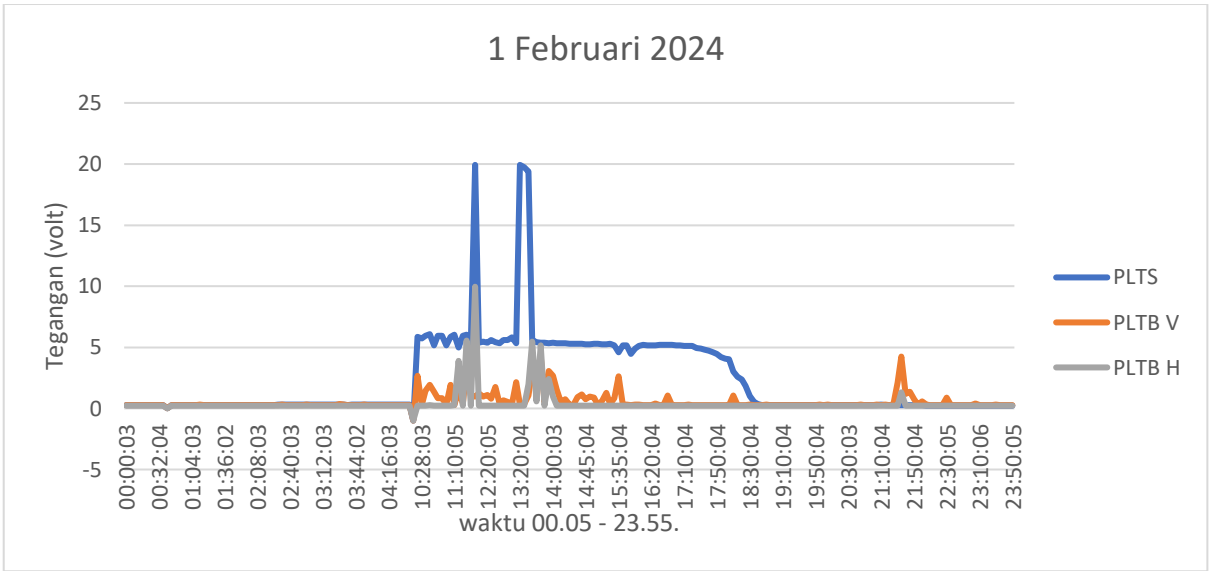
Hak Cipta :

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

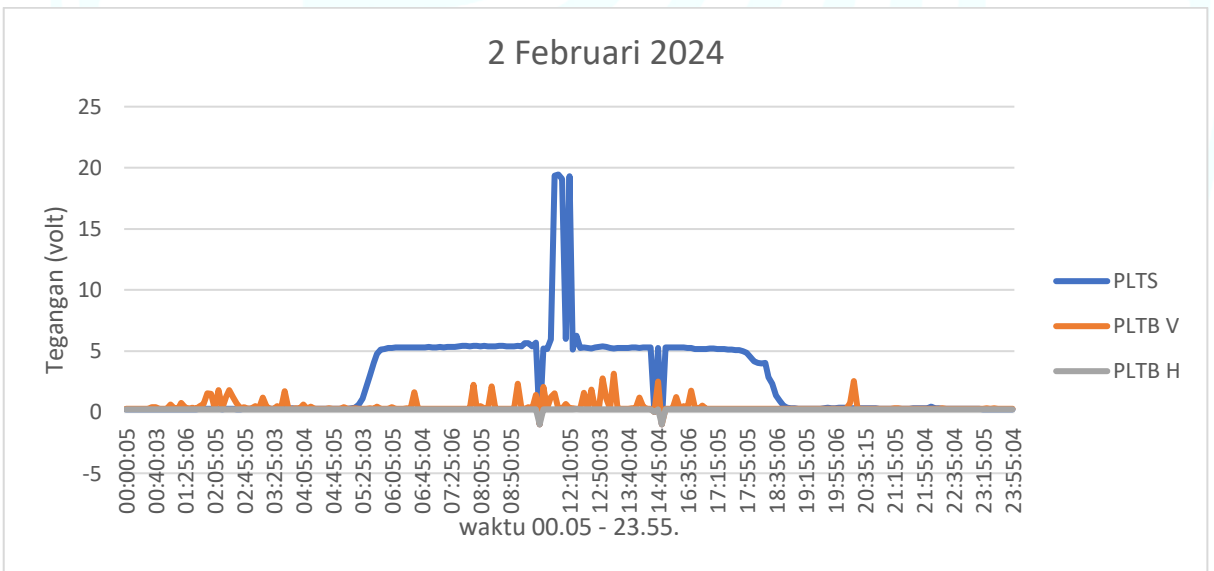
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

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



Lampiran 1.3. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 1 Februari 2024

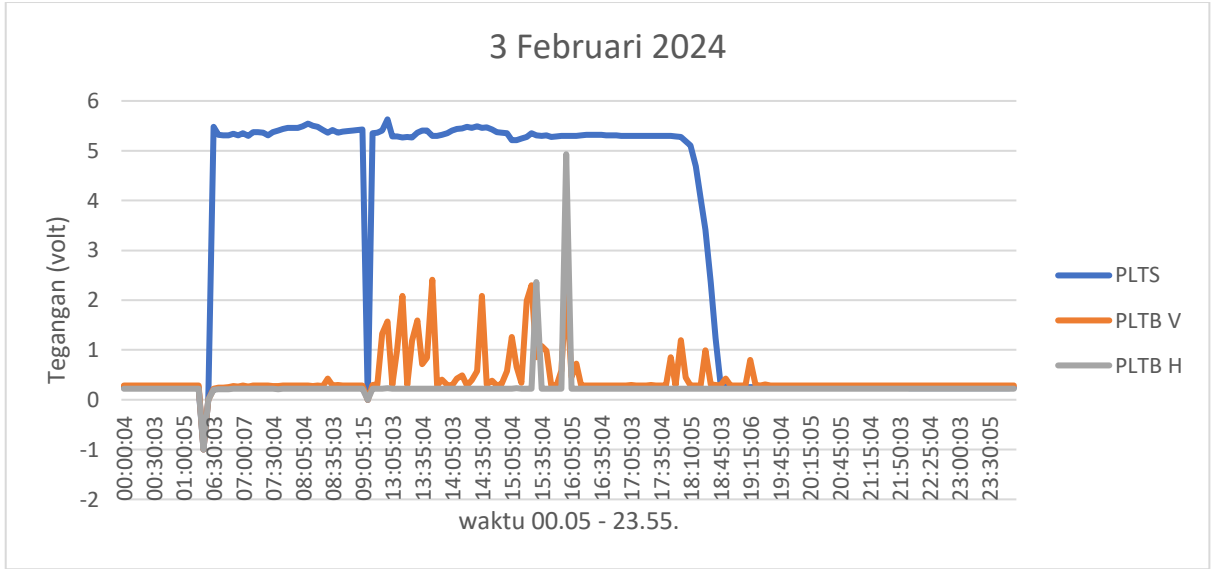


Lampiran 1.4. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 2 Februari 2024

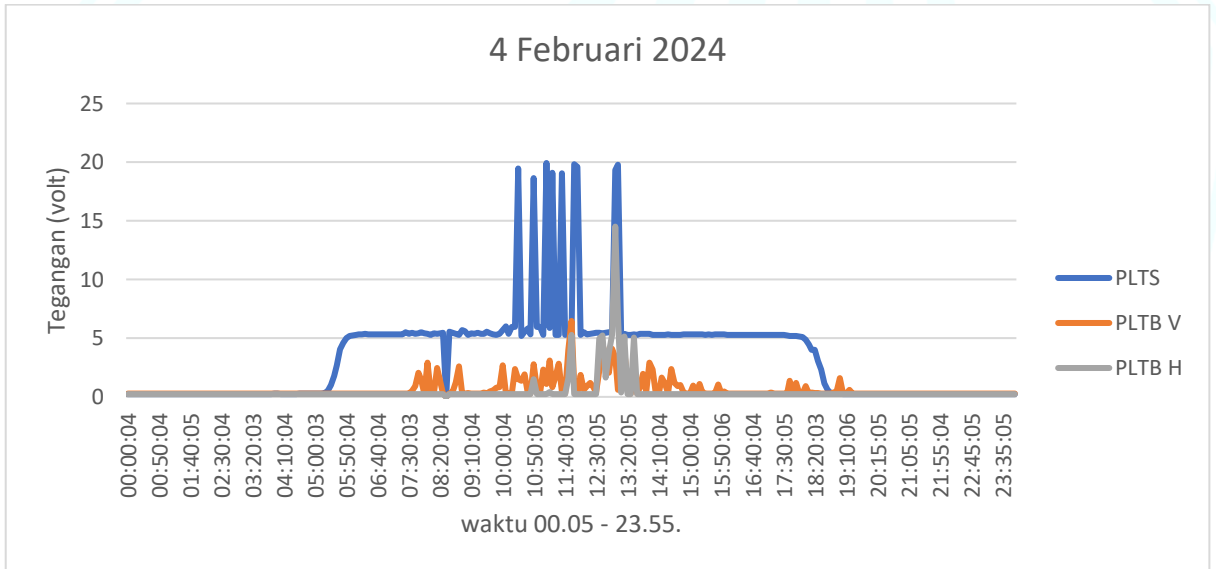


- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah , penulisan laporan , penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah .
 - b. Pengutipan tidak merugikan 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 milik Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 1.5. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 3 Februari 2024

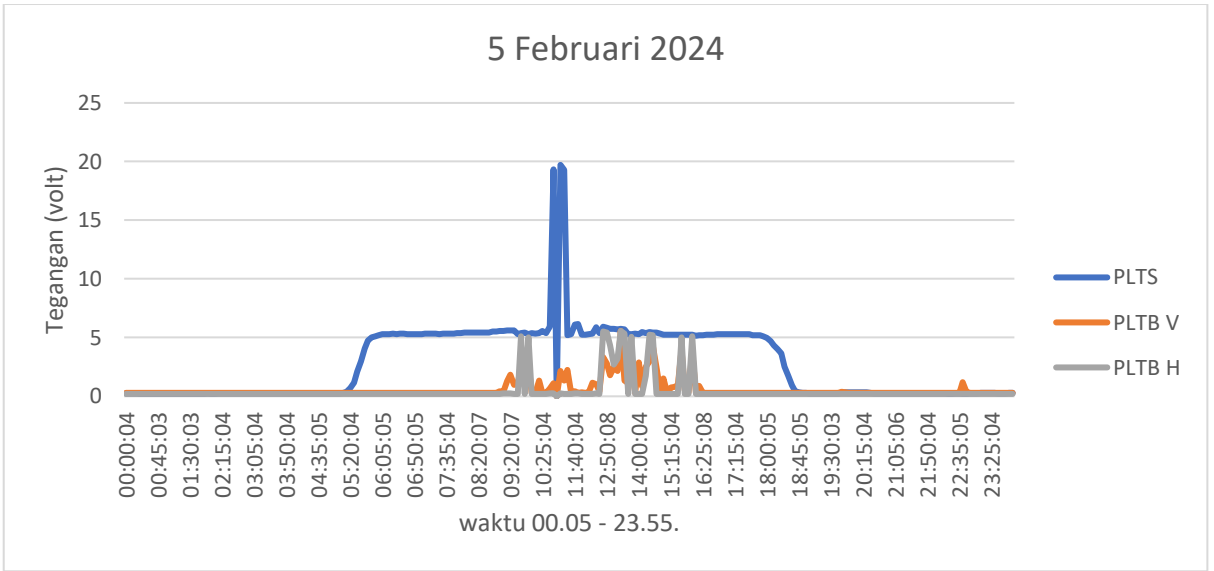


Lampiran 1.6. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 4 Februari 2024

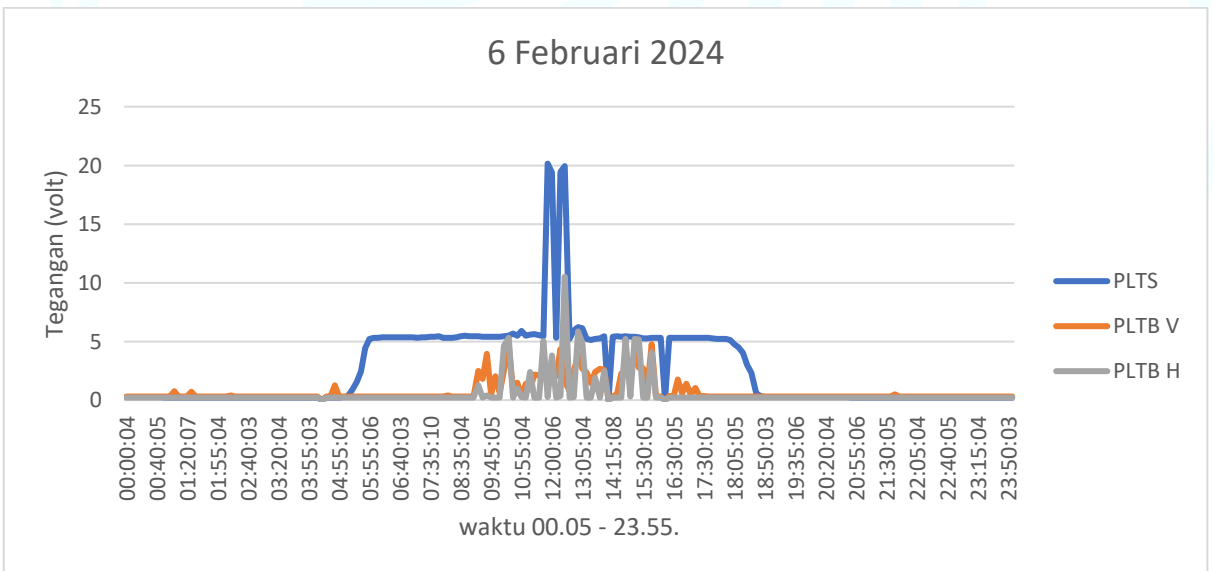


Hak Cipta :

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 1.7. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 5 Februari 2024



Lampiran 1.8. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 6 Februari 2024



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

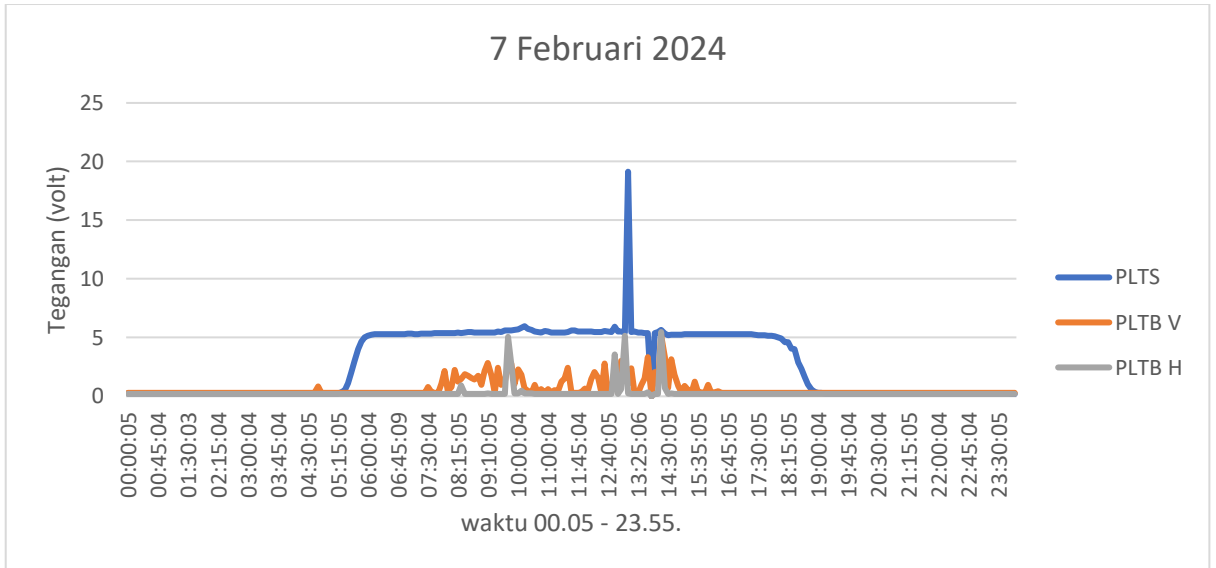
Hak Cipta :

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

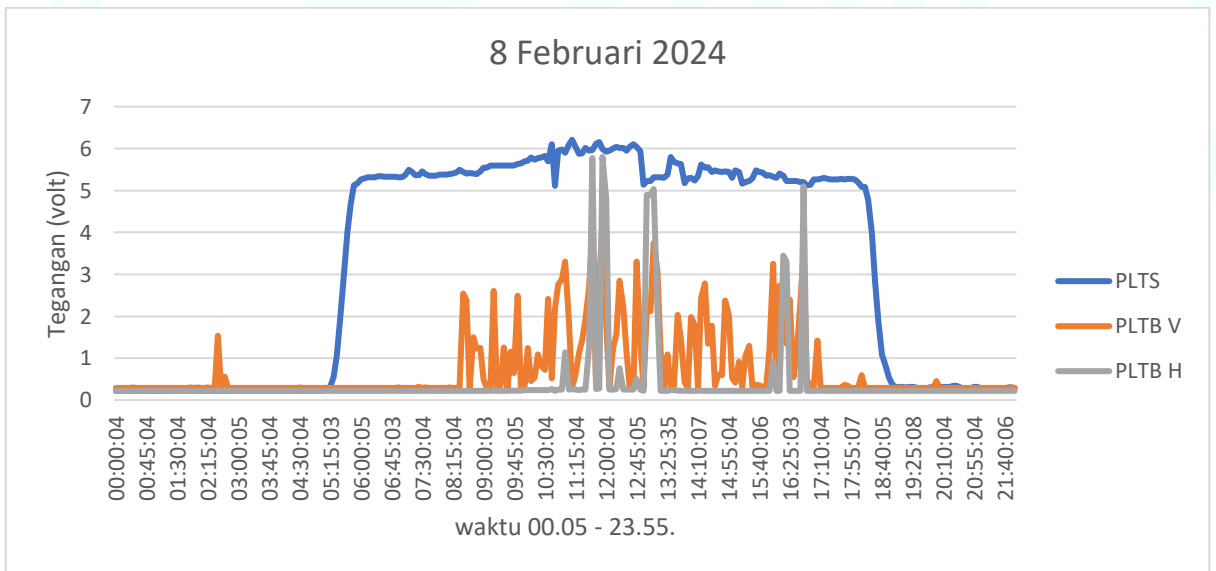
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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



Lampiran 1.9. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 7 Februari 2024



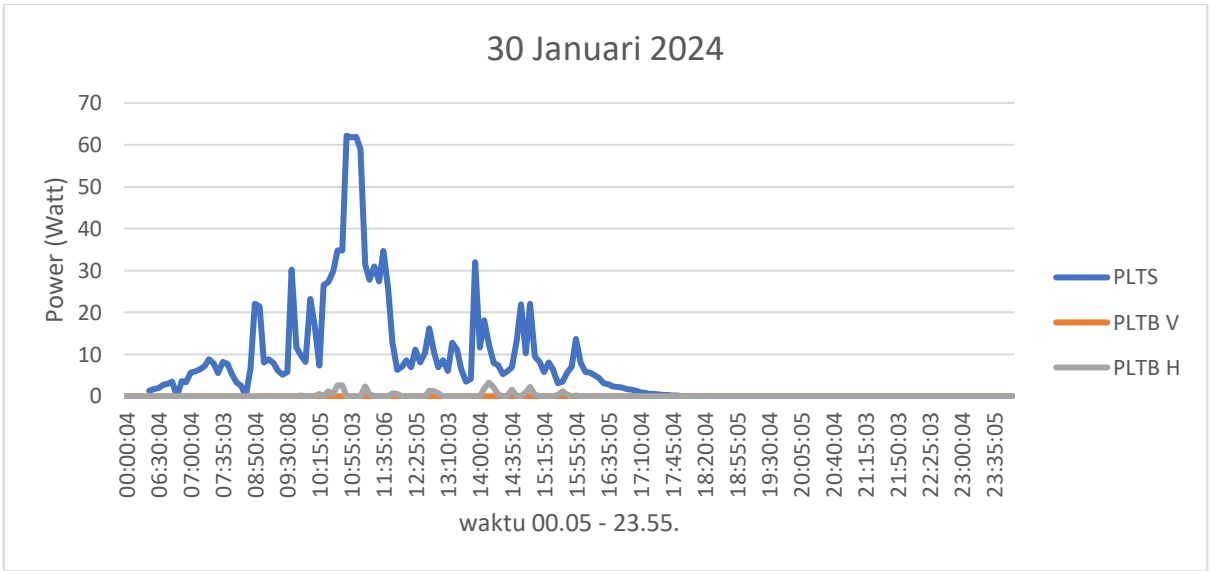
Lampiran 1.10. Grafik tegangan keluaran masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 8 Februari 2024



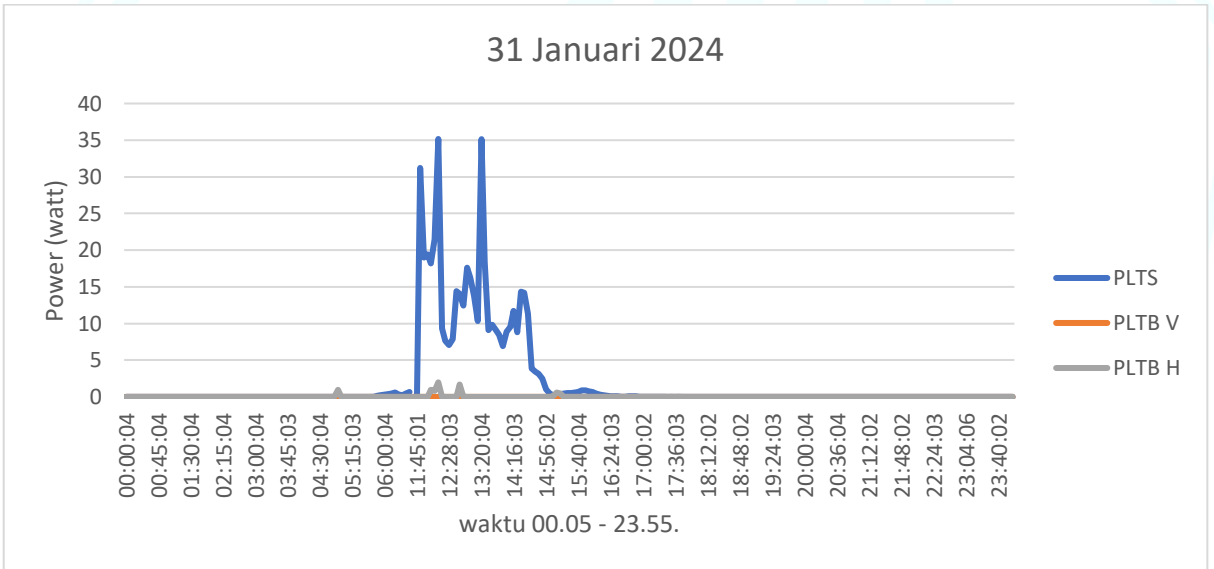
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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



Lampiran 1.11. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 30 Januari 2024



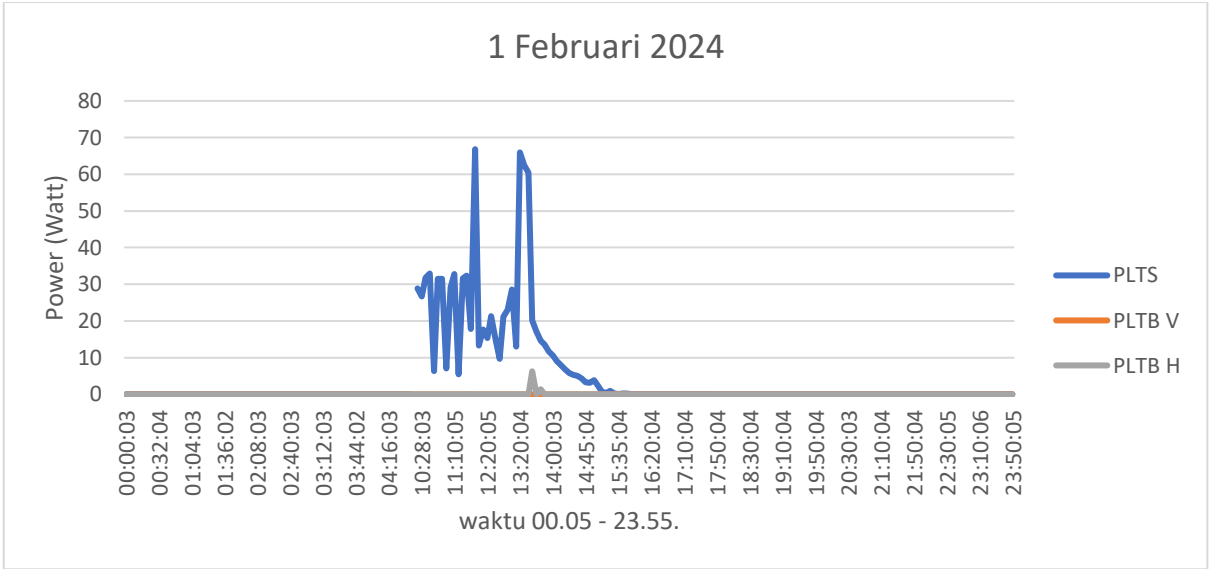
Lampiran 1.12. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 31 Januari 2024



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

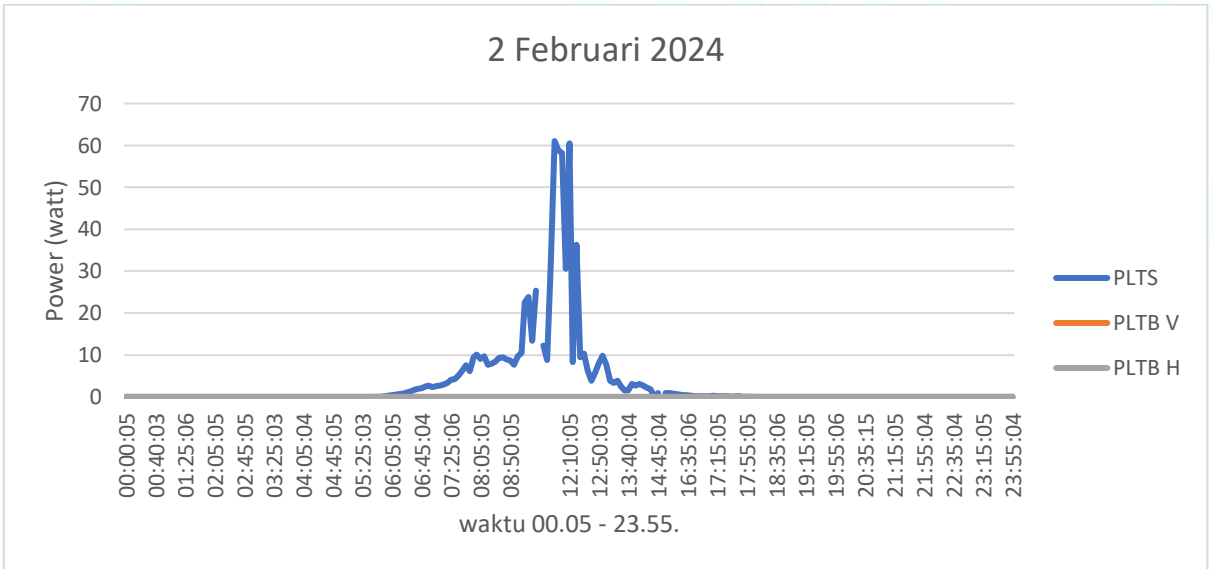
Hak Cipta :

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



Lampiran 1.13. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal

1 Februari 2024



Lampiran 1.14. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal

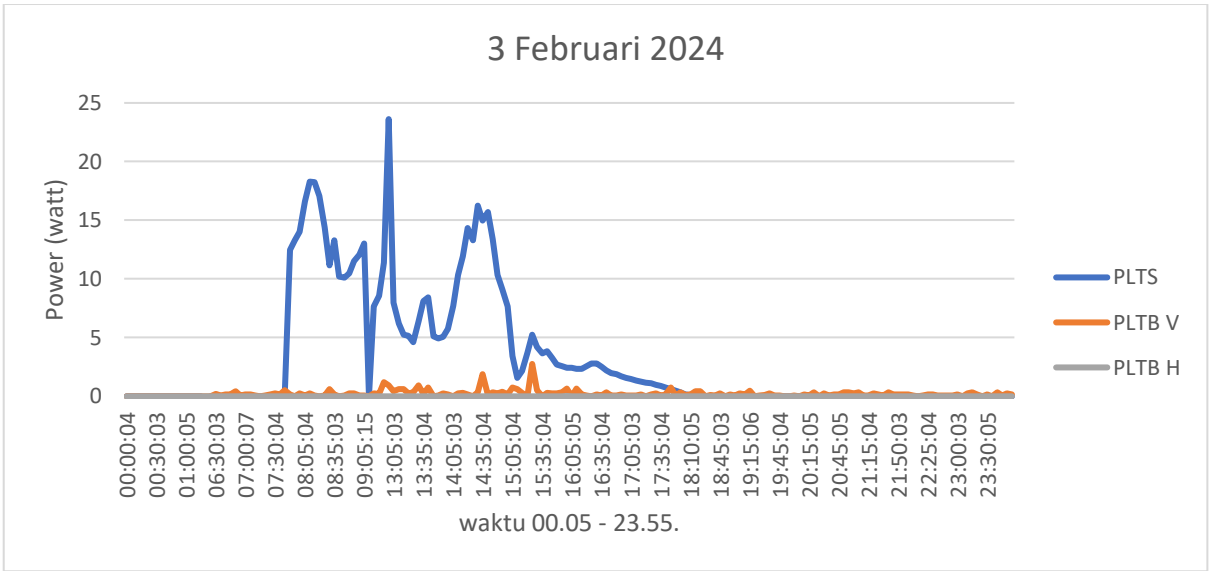
2 Februari 2024



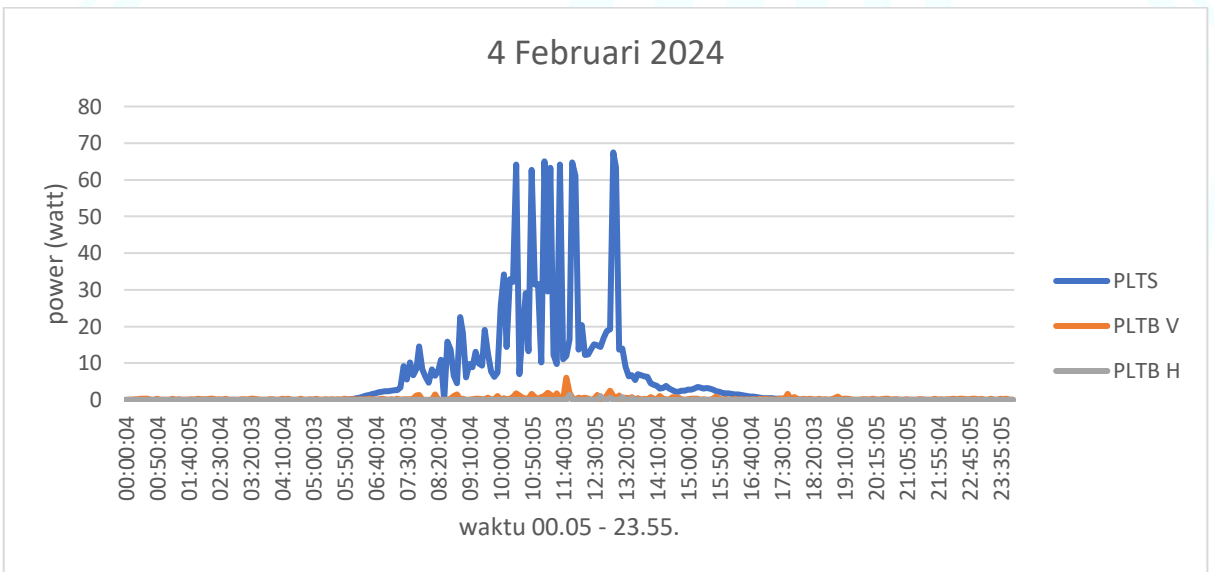
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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



Lampiran 1.15. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 3 Februari 2024



Lampiran 1.16. Gambar Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 4 Februari 2024



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

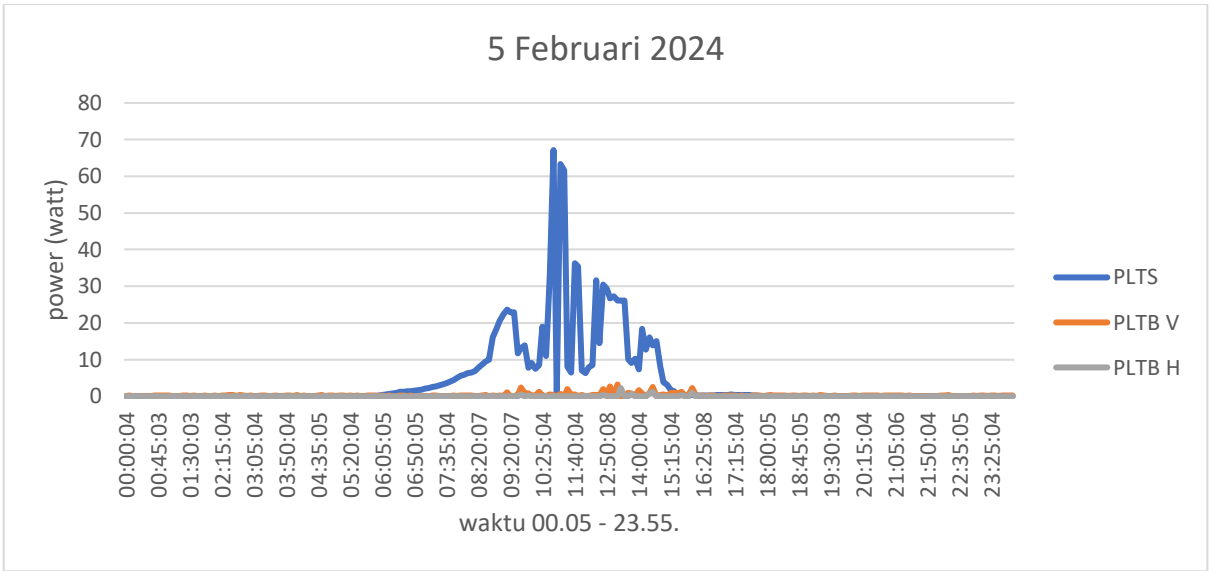
Hak Cipta :

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

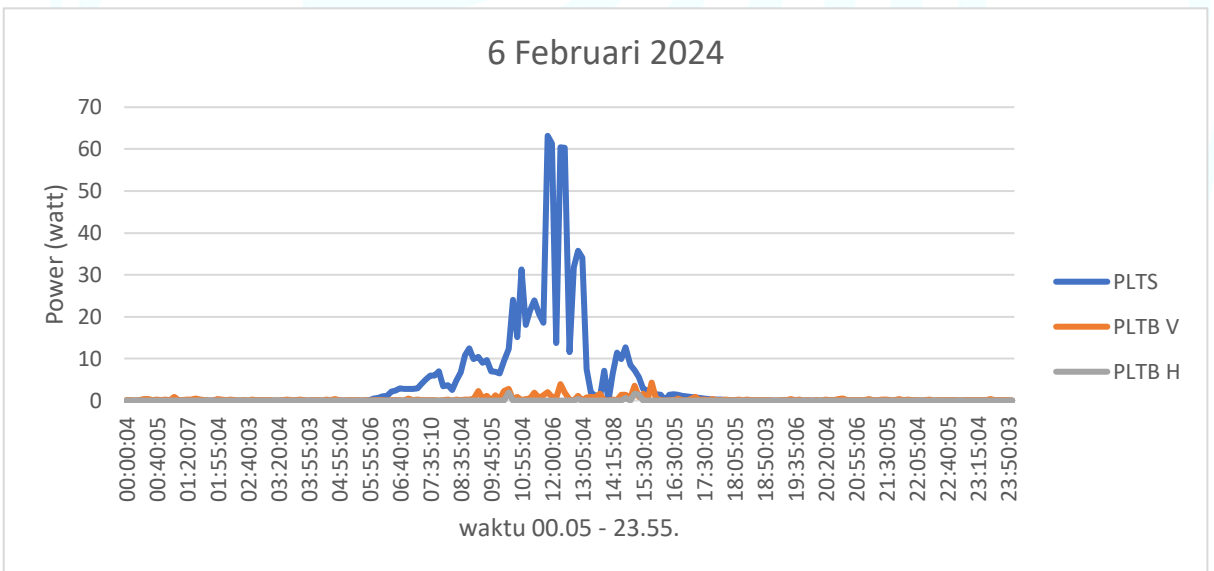
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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



Lampiran 1.17. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 5 Februari 2024



Lampiran 1.18. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 6 Februari 2024



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

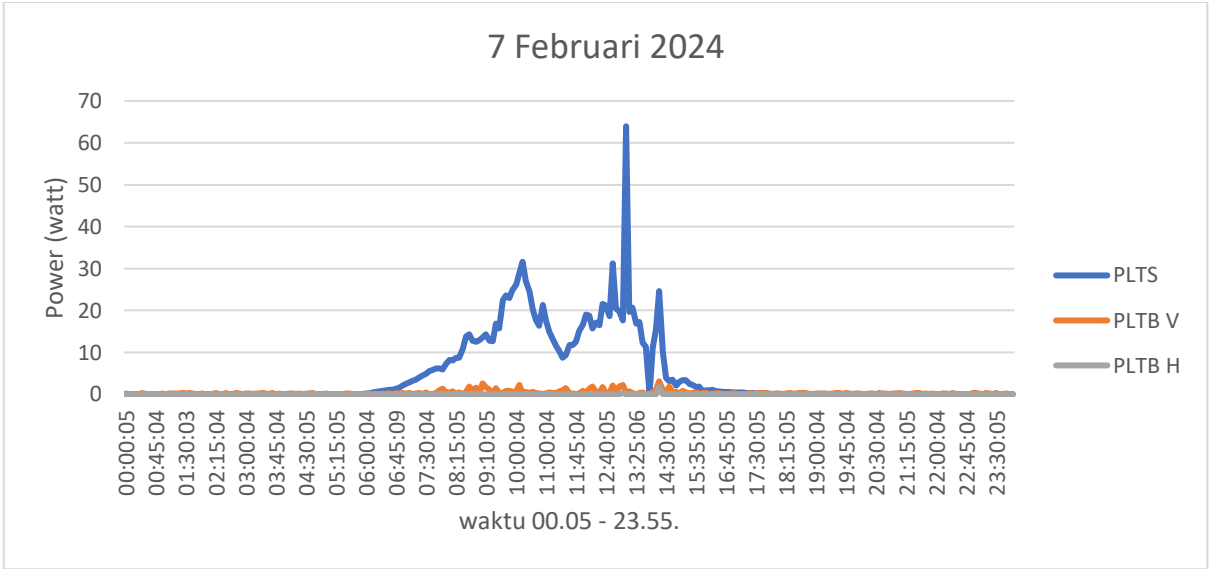
Hak Cipta :

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

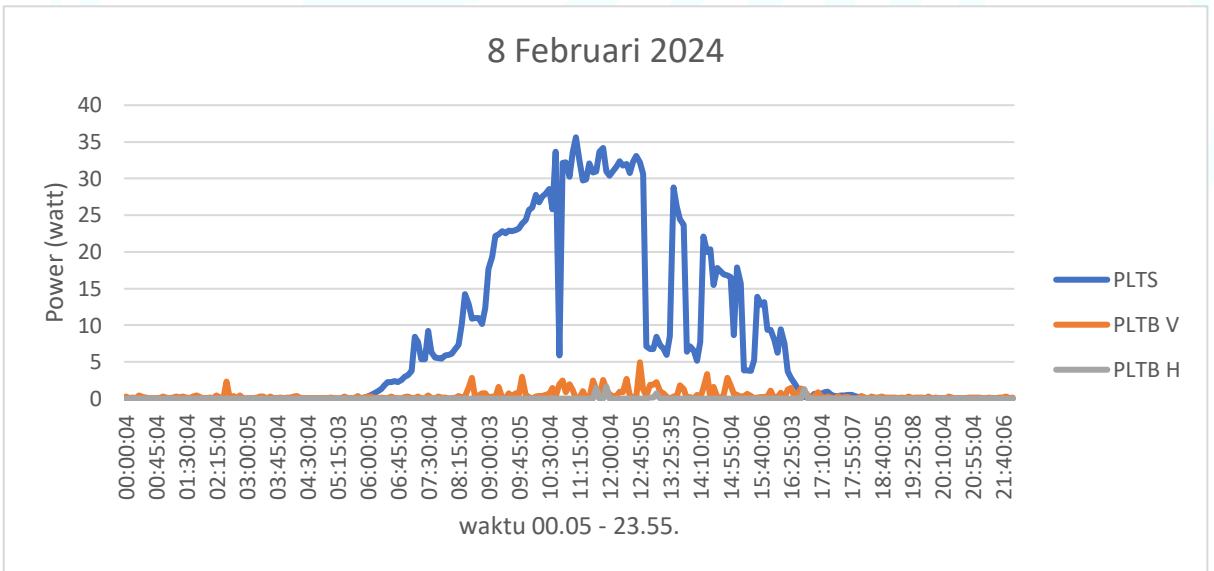
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

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



Lampiran 1.19. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 7 Februari 2024

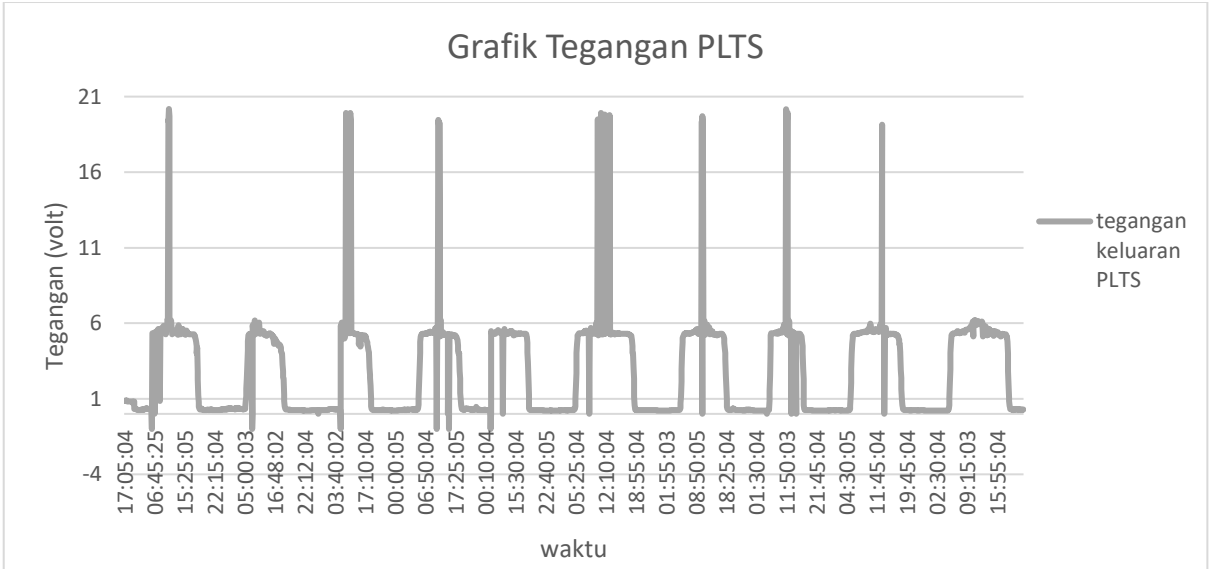


Lampiran 1.20. Grafik Daya yang dibangkitkan masing masing pembangkit terhadap waktu tanggal 8 Februari 2024

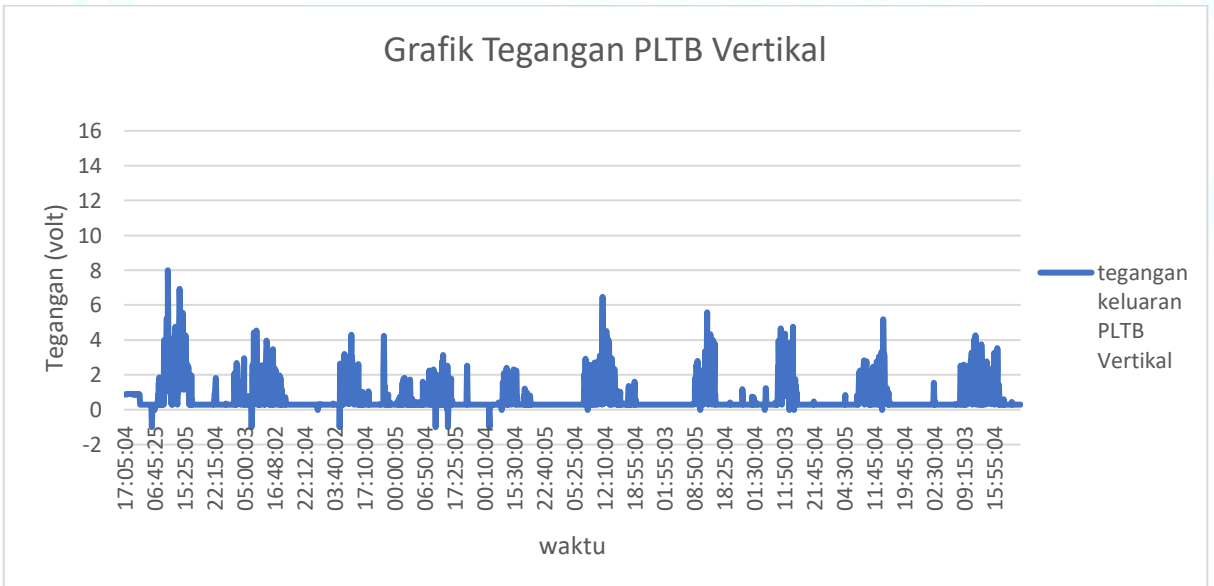


Hak Cipta :

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



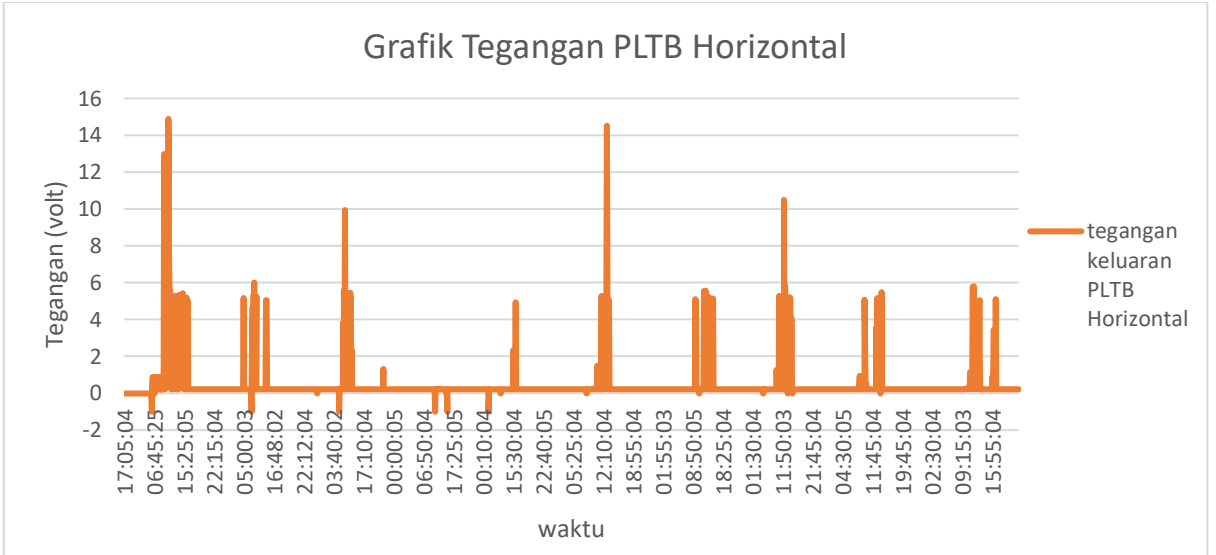
Lampiran 1.21. Grafik Tegangan output PLTS



Lampiran 1.22. Grafik Tegangan output PLTB Vertikal

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



Lampiran 1.23. Grafik Tegangan output PLTB Horizontal

