



**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
PADA GEDUNG APARTEMEN UNTUK PENERANGAN AREA
PUBLIK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

NAMA : Gatot Andrianto

NPM : 15220003

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA**

FEBRUARI 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG APARTEMEN UNTUK PENERANGAN AREA PUBLIK

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Jenjang
Pendidikan Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains Dan Teknologi Nasional
Jakarta

Disusun Oleh:
Gatot Andrianto
No. Pokok: 15220003

Jakarta, 28 Februari 2020

Diketahui Oleh



Ir. Fivit Marwita, MT

Kepala Program Studi Teknik Elektro

Disetujui Oleh



Ir. Iriandi Ilyas, MT

Dosen Pembimbing

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Gatot Andrianto

NPM : 15220003

Tanggal : 28 Februari 2020



(Gatot Andrianto)

LEMBAR PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gatot Andrianto
NPM : 15220003
Mahasiswa : Teknik Elektro (S1)
Tahun Akademik : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Skripsi yang berjudul “PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG APARTEMEN UNTUK PENERANGAN AREA PUBLIK” apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah diterapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 28 Februari 2020


Gatot Andrianto

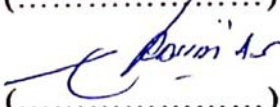
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Gatot Andrianto
NPM : 15220003
Mahasiswa : Teknik Elektro (S1)
Judul Proyek Akhir : Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung Apartemen Untuk Penerangan Area Publik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana **STRATA-1 (S1)** pada Program Studi **TEKNIK ELEKTRO**.
Fakultas **TEKNOLOGI INDUSTRI**, Institut Sains Dan Teknologi Nasional.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing	: Ir. Iriandi Ilyas, MT.	()
Penguji	: Poedji Oetomo, ST. MT.	()
Penguji	: Ir. Nizar Rosyidi A S, MT.	()
Penguji	: Ir. Suganda, MT.	()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 28 Februari 2020

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis dan tidak lupa untuk mengucapkan shalawat serta salam yang selalu tercurahkan pada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, sehingga skripsi yang diberi judul “PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG APARTEMEN UNTUK PENERANGAN AREA PUBLIK”, dapat diselesaikan. Adapun maksud penyusunan skripsi ini adalah bertujuan untuk menyelesaikan salah satu kurikulum di program studi Teknik Elektro S1 dan merupakan syarat dalam menempuh ujian sarjana di Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN).

Penulis telah berusaha dan mencoba memberikan karya tulis sebaik mungkin yang bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya, dengan penyajian materi, sistematika penulisan, sumber bacaan, pengetahuan dan pengalaman penulis yang sesuai dengan penulisan skripsi pada umumnya.

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penyelesaian laporan ini terutama kepada :

- a) Ibu **Ir. Fivit Marwita, MT.** sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro ISTN yang telah memberikan arahan mengenai Skripsi ini.
- b) Bapak **Ir. Iriandi Ilyas, MT.** sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- c) Seluruh **Dosen Pengajar Teknik Elektro** serta **Staff ISTN** yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
- d) Kedua **Orang Tua dan Kakak-kakak** tercinta yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun materil serta seluruh curahan kasih sayang, harapan, dan dukungannya yang tiada pernah merasa letih dan tiada pernah merasa kecewa.

- f) Bapak **Ari** yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
- g) **Pejuang Tugas Akhir** Eras Tarta, Habib Hariyanto, Abdul Rahman, Indra Rizki Fadillah, dan Faizal Puji Subagja yang bersama-sama berjuang dalam menyelesaikan skripsi ini dan saling membantu satu sama lain.
- h) **Teman-teman Elektro S1 Angkatan 2015**, yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
- i) Seluruh Kawan-kawan **Himpunan Mahasiswa Elektro S1 ISTN** yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
- j) **Teman-teman UKM ISTN Hockey Club**, yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati, penulis memanjatkan do'a kehadiran Allah SWT semoga amal dan budi baik yang telah mereka berikan kepada penulis mendapat pahala dari-Nya. Aamiin.

Jakarta, 28 Februari 2020



Gatot Andrianto

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

Sebagai civitas akademika Institut Sains Dan Teknologi Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gatot Andrianto
NPM : 15220003
Program Studi : Teknik Elektro S1
Fakultas : FTI (Fakultas Teknologi Industri)
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Sains Dan Teknologi Nasional **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty – Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung Apartement Untuk Penerangan Area Publik*.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Sains Dan Teknologi Nasional berhak menyimpan, mengalih media / format-kan, mengelola dalam bentuk penggalan data (*database*) *soft copy* dan *hard copy*, merawat, dan mempublikasikan skripsi 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 : 28 Februari 2020

Yang menyatakan



(Gatot Andrianto)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PERNYATAAN NON PLAGIAT	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pokok Permasalahan	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batas Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TEORI DASAR.....	5
2.1. Energi	5
2.2. Energi Listrik.....	5
2.3. Sumber Energi.....	6
2.3.1. Energi Konvensional.....	6
2.3.2. Energi Terbarukan (Alternatif)	7
2.4. Pembangkit Listrik	7
2.4.1. Pembangkit Listrik Energi Konvensional.....	7

2.4.2. Pembangkit Listrik Energi Alternatif	7
2.5. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	10
2.6. Sistem Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	10
2.6.1. Sistem PLTS Terpusat (<i>off-grid</i>)	10
2.6.2. Sistem PLTS Terinterkoneksi (<i>on-grid</i>)	11
2.6.3. Sistem PLTS <i>Hybrid Photovoltaic Power</i>	12
BAB 3 PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA	14
3.1. Perinsip Kerja Dan Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya	14
3.2. Fungsi Komponen Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	15
3.2.1. Panel Surya	16
3.2.2. <i>Solar Charger Controller</i> (SCC)	25
3.2.3. Baterai / Aki.....	28
3.2.4. <i>Inverter</i>	32
3.2.5. <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB) DC	36
3.2.6. Kabel.....	37
3.2.7. <i>Moulded Case Circuit Breaker</i> (MCCB).....	39
3.2.8. <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) <i>Hybrid</i>	40
3.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung Apartemen.....	41
3.3.1. Sistem Yang Digunakan PLTS Pada Gedung Apartemen.....	42
BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISA	43
4.1. Informasi Data Gedung Apartemen	43
4.2. Perhitungan Besar Energi Listrik Penerangan Yang Digunakan	43
4.3. Besar Kapasitas Komponen Yang Digunakan Pada PLTS	50
4.3.1. Panel Surya	50
4.3.2. <i>Solar Charger Controller</i> (SCC)	53
4.3.3. Baterai / Aki.....	54
4.3.4. <i>Inverter</i>	56
4.3.5. <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB) DC	56
4.3.6. Kabel.....	57
4.3.7. <i>Moulded Case Circuit Breaker</i> (MCCB)	58

4.3.8. <i>Automatic Transfer Switch (ATS) Hybrid</i>	59
4.4. Rangkaian Listrik PLTS Pada Gedung Apartemen.....	59
4.5. Percobaan Penggunaan Panel Surya Untuk PLTS	64
4.5.1. Besar Energi Listrik Pada Panel Surya Berdasarkan Percobaan	68
4.5.2. Besar Energi Listrik Pada PLTS Untuk Gedung Apartemen	69
4.6. Lama Waktu Pengisian Baterai Berdasarkan Percobaan	70
4.6.1. Lama Waktu Pengisian Baterai PLTS Pada Gedung Apartemen.....	71
4.6.2. Lama Waktu Pengisian Baterai Untuk Penerangan Area Pabrik	72
4.7. Besar Penghematan Tagihan Listrik Dri Penggunaan PLTS	73
4.8. Keuntungan Dan Kerugian Penggunaan PLTS.....	76
4.8.1. Keuntungan Dari Penggunaan PLTS.....	76
4.8.2. Kerugian Dari Penggunaan PLTS.....	77
BAB 5 KESIMPULAN	78
5.1. Kesimpulan.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Sistem PLTS <i>Off-Grid</i>	11
Gambar 2.2	Skema Sistem PLTS Terinterkoneksi (<i>on-grid</i>).....	12
Gambar 2.3	Skema Sistem <i>Hybrid Photovoltaic Power</i>	13
Gambar 3.1	Panel Surya.....	16
Gambar 3.2	Rangkaian <i>Cell</i> Pada Panel Surya	17
Gambar 3.3	Struktur Pada <i>Cell</i> Surya	17
Gambar 3.4	<i>Junction</i> Antara Semikonduktor Tipe-p Dan Tipe-n.....	19
Gambar 3.5	Cara Kerja <i>Cell</i> Surya Dengan Prinsip p – n <i>Junction</i>	20
Gambar 3.6	Panel Surya <i>Monocrystalline</i>	21
Gambar 3.7	Panel Surya <i>Polycrystalline</i>	21
Gambar 3.8	Panel Surya <i>Thin Film Solar Cell</i>	22
Gambar 3.9	<i>PWM Charger Controller</i>	26
Gambar 3.10	<i>MPPT Charger Controller</i>	27
Gambar 3.11	<i>Starting Battery</i> (Aki Otomotif).....	28
Gambar 3.12	<i>Flooded Lead Acid Battery (FLA)</i>	29
Gambar 3.13	<i>Valve – Regulator Lead Acid Battery (VLRA)</i>	30
Gambar 3.14	<i>Battery Li – Ion</i>	30
Gambar 3.15	<i>Inverter</i>	33
Gambar 3.16	Prinsip Kerja <i>Inverter</i>	34
Gambar 3.17	Bentuk Gelombang <i>Output Square Wave Inverter</i>	35
Gambar 3.18	Bentuk Gelombang <i>Output Sine Wave Modified Inverter</i>	36
Gambar 3.19	Bentuk Gelombang <i>Output Sine Wave Inverter</i>	36
Gambar 3.20	<i>Miniature Circuit Breaker (MCB) DC</i>	37
Gambar 3.21	<i>Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)</i>	40
Gambar 3.22	<i>Panel Automatic Transfer Switch (ATS) Hybrid</i>	41
Gambar 3.23	Prinsip Kerja <i>Automatic Transfer Switch (ATS) Hybrid</i>	41
Gambar 3.24	Blok Diagram PLTS <i>On - Grid</i>	42
Gambar 4.1	Instalasi Penerangan Lantai P3	44

Gambar 4.2	Instalasi Penerangan Lantai P2	45
Gambar 4.3	Instalasi Penerangan Lantai P1	46
Gambar 4.4	Instalasi Penerangan Lantai 1.....	47
Gambar 4.5	Instalasi Penerangan Lantai 2,3,5 s/d 12,15 s/d 23, 25,26	48
Gambar 4.6	Name Plate Panel Surya 50 WP	50
Gambar 4.7	Perancangan 2 (Dua) Panel Surya 50 WP Secara Seri.....	52
Gambar 4.8	<i>Solar Charger Controller</i>	54
Gambar 4.9	Rangkaian Baterai	55
Gambar 4.10	Diagram Grup Panel Surya Untuk Satu SCC.....	60
Gambar 4.11	Rangkaian Listrik Pada Perencanaan Panel Surya Grup 1.....	61
Gambar 4.12	Rangkaian Listrik Pada Perencanaan Panel Surya Grup 2.....	62
Gambar 4.13	Rangkaian Listrik Pada Perencanaan PLTS.....	63
Gambar 4.14	Tampak Atas Perencanaan PLTS di Gedung Apartemen	63
Gambar 4.15	Waktu Maksimal Intensitas Matahari	64
Gambar 4.16	Rangkaian Pengukuran Arus (A) Pada Panel surya 50 WP	65
Gambar 4.17	Rangkaian Pengukuran Tegangan (V) Pada Panel surya 50 WP	65
Gambar 4.18	Grafik Energi 1 Panel Surya Pada Kondisi Cuaca Tidak Optimal.....	66
Gambar 4.19	Grafik Energi 1 Panel Surya Pada Kondisi Cuaca Optimal	67

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Komponen Pada PLTS.....	15
Tabel 3.2	Kuat Hantar Arus (KHA) Berdasarkan PUIL 2000	38
Tabel 4.1	Energi Penerangan Area Publik Lantai P3 Per Hari	44
Tabel 4.2	Energi Penerangan Area Publik Lantai P2 Per Hari	45
Tabel 4.3	Energi Penerangan Area Publik Lantai P1 Per Hari	46
Tabel 4.4	Energi Penerangan Area Publik Lantai 1 Per Hari	47
Tabel 4.5	Energi Penerangan Area Publik Lantai 2 Per Hari	48
Tabel 4.6	Energi Penerangan Tangga Darurat Per Hari	49
Tabel 4.7	Total Energi Penerangan Area Publik Gedung Apartemen Per Hari..	49
Tabel 4.8	Total Daya Listrik Pada Gedung Apartemen.....	56
Tabel 4.9	Cos ϕ Pada Lampu Penerangan di Apartemen	57
Tabel 4.10	Pengamatan Satu Panel surya 50 WP Kondisi cuaca tidak optimal ...	66
Tabel 4.11	Pengamatan Satu Panel surya 50 WP Kondisi cuaca optimal	67

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	Energi Listrik 1	6
Persamaan 2.2	Energi Listrik 2	6
Persamaan 3.1	Jumlah <i>Cell</i> Per Panel Surya.....	22
Persamaan 3.2	Daya Per <i>Cell</i> Pada Panel Surya	22
Persamaan 3.3	Arus Per <i>Cell</i> Pada Panel Surya.....	23
Persamaan 3.4	Energi Listrik Selama Intensitas Matahari Maksimal 1.....	23
Persamaan 3.5	Energi Listrik Selama Intensitas Matahari Maksimal 2.....	23
Persamaan 3.6	Jumlah Panel Surya Yang Dibutuhkan	24
Persamaan 3.7	Luas permukaan Per Panel Surya	24
Persamaan 3.8	Jumlah Panel Surya Yang Dibutuhkan Dalam Area.....	24
Persamaan 3.9	Energi Listrik Seluruh Panel Surya Daalam Sehari.....	24
Persamaan 3.10	Arus Maksimal Per Panel Surya	27
Persamaan 3.11	Jumlah SCC Yang Digunakan	27
Persamaan 3.12	Jumlah Baterai Yang Dibutuhkan.....	31
Persamaan 3.13	Daya Rata-rata Panel Surya	31
Persamaan 3.14	Total Daya Panel Surya	32
Persamaan 3.15	Lama Waktu Pengisian Baterai / Aki	32
Persamaan 3.16	Kapasitas Energi Yang Tersimpan Pada Baterai	32
Persamaan 3.17	Daya Aktif.....	39
Persamaan 3.18	Arus Pada Daya Aktif.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat penelitian yang digunakan	80
Lampiran 2. Pengukuran Pada Panel Surya 50 WP	82
Lampiran 3. Tarif Dasar Listrik Januari – Maret 2020	83
Lampiran 4. Tagihan Listrik Margonda Residence V	84