

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.2.1. Batasan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian	4
I.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1. Konsep <i>nearly Zero Energy Building</i> (nZEB)	5
II.2. Penerapan Fotovoltaik pada Konsep nZEB	6
II.3. Metode Analisis Penerapan PV pada Bangunan	8
BAB III DASAR TEORI	11
III.1. Karakteristik Sinar Matahari	11
III.1.1. Partikel Dualisme Gelombang	11
III.1.2. Sumber Energi Matahari	11
III.1.3. Radiasi Matahari	13
III.1.4. <i>Peak Sun Hour</i> Data	15
III.2. Semikonduktor	15
III.2.1. Model Ikatan	16
III.2.2. Model Pita	16



III.2.3. Doping	17
III.2.4. Tipe Semikonduktor	17
III.3. Energi Solar dan Fotovoltaik	20
III.3.1. Modul Surya	20
III.3.2. Sistem PLTS.....	21
III.4. Inverter.....	25
III.4.1. Prinsip Kerja Inverter	27
III.4.2. Konsep Konfigurasi Inverter.....	28
III.4.3. <i>String</i> dan <i>Array</i> Inverter.....	29
III.5. Kabel.....	30
III.6. Integrasi Sel Surya pada Bangunan.....	32
III.6.1. Pertimbangan Desain Bangunan	33
III.7. Aspek Teknis PLTS.....	34
III.8. Efek <i>Shading</i> pada PLTS.....	35
III.9. Penerapan NZEB.....	38
III.10. Kebijakan Energi Terbarukan di Indonesia	41
III.11. Profil Wisma MM UGM <i>Hotel and Convention</i>	42
III.12. <i>Meteonorm</i>	44
III.13. <i>Helioscope</i>	47
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN.....	50
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian	50
IV.1.1. Alat	50
IV.1.2. Bahan	51
IV.2. Tata Laksana Penelitian.....	52
IV.2.1. Studi Literatur	54
IV.2.2. Identifikasi Data	54
IV.2.3. Proses Perencanaan	54
IV.2.4. Analisis dan Perhitungan Data	54
IV.2.5. Penarikan Kesimpulan.....	56
IV.2.6. Menyusun Laporan Akhir	56
IV.3. Rencana Analisis Hasil Penelitian	56
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57



V.1. Analisis Lokasi Perencanaan	57
V.1.1. Koordinat Wisma MM UGM	57
V.1.2. Penggunaan Listrik Tahunan Wisma MM UGM	59
V.1.3. Data <i>Surface Meteorology</i> Wisma MM UGM	61
V.2. Perencanaan Sistem PLTS	63
V.2.1. Pemilihan Modul PV	64
V.2.2. Pemilihan Jenis Inverter	69
V.2.3. <i>String</i> dan <i>Array</i> Fotovoltaik	71
V.2.4. Penentuan Ukuran Kabel	73
V.2.5. Penentuan Sudut Kemiringan Optimal	73
V.3. Menyusun Rancangan Sistem	79
V.4. Analisis Variabel Output PLTS	83
V.4.1. Produksi Energi yang Dihasilkan	86
V.4.2. Analisis Aspek Teknis PLTS	88
V.4.3. Analisis <i>Shading</i>	90
V.4.4. <i>Single Line Diagram</i>	93
V.5. Analisis nZEB	95
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	99
VI.1. Kesimpulan	99
VI.2. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	109
LAMPIRAN A DENAH BANGUNAN	109
LAMPIRAN B DATASHEET KOMPONEN PLTS	111
LAMPIRAN C HASIL SIMULASI SHADING	119
LAMPIRAN D PROPOSAL SINGKAT HASIL SIMULASI	121



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Standar ukuran kabel berdasarkan arus maksimum [42]	32
Tabel 3. 2. Lokasi stasiun <i>Meteonorm</i> di Indonesia [76].....	47
Tabel 4. 1. Alat yang digunakan pada penelitian	50
Tabel 5. 1. Penggunaan listrik (dalam <i>kWh</i>) Wisma MM UGM setiap bulan selama 5 tahun.....	59
Tabel 5. 2. Data radiasi matahari dan suhu udara Wisma MM UGM	62
Tabel 5. 3. Spesifikasi modul PV masing-masing produsen.....	67
Tabel 5. 4. Spesifikasi inverter	71
Tabel 5. 5. Data radiasi matahari pada azimut 0°	75
Tabel 5. 6. Data radiasi matahari pada Azimut 180°	77
Tabel 5. 7. Hasil simulasi variasi modul PV	83
Tabel 5. 8. Hasil simulasi produksi bulanan selama 1 tahun PLTS	86
Tabel 5. 9. Persentasi energi yang dapat dipasok setiap bulan dalam kurun 5 tahun	96



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Panjang gelombang terhadap spektrum radiasi surya [25]	12
Gambar 3. 2. Bagian Matahari [23]	13
Gambar 3. 3. Spektrum radiasi dari benda hitam pada 6000 K [23]	13
Gambar 3. 4. Sudut perhitungan <i>Air Mass</i> [23].....	14
Gambar 3. 5. Spektrum densitas daya matahari pada AM0 dan AM1.5 serta absorpsi dari berbagai komponen di atmosfer [23]	15
Gambar 3. 6. Skema ikatan kovalen pada kisi kristal silikon [23]	16
Gambar 3. 7. Skema ikatan energi elektron [23].....	17
Gambar 3. 8. Skema kisi silikon kristal yang dijatuhkan doping [23]	17
Gambar 3. 9. Bentuk modul monokristalin [31].....	18
Gambar 3. 10. Bentuk modul polikristalin [31]	19
Gambar 3. 11. Bentuk modul <i>thin film</i> [31]	19
Gambar 3. 12. Kurva Arus-Tegangan (I-V) [34].....	20
Gambar 3. 13. Sistem PLTS pada bangunan [36]	22
Gambar 3. 14. Diagram PLTS <i>on-grid</i> [31]	23
Gambar 3. 15. Blok diagram <i>stand alone system</i> [31].....	24
Gambar 3. 16. Gelombang pada inverter [38].....	26
Gambar 3. 17. Rangkaian Ekuivalen Inverter [39].....	27
Gambar 3. 18. Elemen BIPV [31]	33
Gambar 3. 19. Pengaruh <i>inner-row spacing</i> pada <i>Shading effect</i> sistem PLTS [51]	37
Gambar 3. 20. Peta jumlah iradiasi global tahunan (GHI) dalam kWh/m ² berdasarkan informasi satelit dan darat (periode data pada tahun 1996-2015) [74]	45
Gambar 3. 21. Pemetaan lokasi satelit geostasioner <i>Meteonorm</i> [75].....	45
Gambar 3. 22. Tampilan awal <i>Helioscope</i> [64].....	48
Gambar 4. 1. Diagram alir penelitian.....	52
Gambar 4. 2. Diagram alir perencanaan perangkat lunak <i>Helioscope</i>	55



Gambar 5. 1. (a) Lokasi Wisma MM UGM terhadap Kantor Pusat UGM (b) Lokasi perencanaan PLTS	58
Gambar 5. 2. Grafik penggunaan listrik bulanan selama 5 tahun (2017-2021)	61
Gambar 5. 3. Grafik radiasi matahari Wisma MM UGM	63
Gambar 5. 4. Atap Wisma MM UGM	64
Gambar 5. 5. Piramida peringkat modul PV [68].....	66
Gambar 5. 6. Konfigurasi <i>Fixed Tilt Racking</i> [72].....	74
Gambar 5. 7. Konfigurasi <i>Flush Mount Racking</i> [72]	74
Gambar 5. 8. Grafik radiasi matahari dengan azimut menghadap Selatan	76
Gambar 5. 9. Grafik radiasi matahari dengan azimut menghadap Utara	78
Gambar 5. 10. Halaman " <i>New Project</i> "	80
Gambar 5. 11. Informasi proyek perencanaan.....	80
Gambar 5. 12. Konfigurasi sistem mekanis PLTS	81
Gambar 5. 13. Konfigurasi sistem elektrik PLTS	82
Gambar 5. 14. Tampilan 3D rancangan PLTS tampak atas	83
Gambar 5. 15. Hasil simulasi rancangan PLTS.....	85
Gambar 5. 16. Produksi energi PLTS per bulan selama satu tahun	87
Gambar 5. 17. Produksi energi rata-rata per jam (<i>kWh</i>) pada setiap bulan selama satu tahun [8]	88
Gambar 5. 18. Rugi-rugi yang dihasilkan sistem PLTS	90
Gambar 5. 19. <i>Single Line Diagram</i> PLTS.....	95

