



PERANCANGAN DAN ANALISIS TEKNO-EKONOMI PHOTOVOLTAIC SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK PRODUKSI BENIH

MUHAMMAD IMAM ADI WICAKSANA



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perancangan dan Analisis Tekno-ekonomi *Photovoltaic* sebagai Sumber Energi Listrik untuk Produksi Benih” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Oktober 2025

Muhammad Imam Adi Wicaksana
F1401222951

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



ABSTRAK

MUHAMMAD IMAM ADI WICAKSANA. Perancangan dan Analisis Tekno-ekonomi *Photovoltaic* sebagai Sumber Energi Listrik untuk Produksi Benih. Dibimbing oleh EDY HARTULISTIYOSO dan LILIS SUCAHYO.

Energi surya dapat menjadi pilihan untuk memenuhi kebutuhan listrik karena potensinya yang besar dan biaya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang semakin ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kelayakan teknis dan ekonomi dari sistem *photovoltaic* pada PLTS sebagai sumber energi listrik untuk produksi benih. Lokasi studi adalah CV. Benih Dramaga di Kabupaten Bogor. Metode yang digunakan meliputi pengukuran iradiasi surya dan konsumsi listrik harian, perhitungan spesifikasi komponen PLTS, dan simulasi dengan *software* PVsyst yang meliputi analisis tekno-ekonomi dan kelayakan teknis. Empat skenario sistem disusun berdasarkan area yang memerlukan energi listrik, kemudian dibandingkan berdasarkan tiga tipe PLTS, yaitu *on-grid*, *off-grid*, dan *hybrid*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa PLTS *off-grid* dan *hybrid* tidak layak secara ekonomi maupun teknis. Sementara itu, PLTS *on-grid* dengan 3 skenario kapasitas 1,8 kWp, 1,15 kWp, dan 0,9 kWp menghasilkan *net present value* positif dengan *return on investment* tertinggi sebesar 127%, *payback period* tercepat selama 8,2 tahun, dan *levelized cost of electricity* terendah sebesar Rp931/kWh dengan umur proyek 25 tahun. Secara teknis, ketiga skenario memiliki *performance ratio* di atas 70%. Oleh karena itu, ketiga PLTS *on-grid* merupakan skenario yang layak diterapkan di CV. Benih Dramaga.

Kata kunci: energi surya, pembangkit listrik tenaga surya, *photovoltaic*, simulasi, tekno-ekonomi



ABSTRACT

MUHAMMAD IMAM ADI WICAKSANA. Design and Techno-Economic Analysis of Photovoltaic as Electrical Energy Source for Seed Production. Supervised by EDY HARTULISTIYOSO and LILIS SUCAHYO.

Solar energy is a promising option for fulfilling electricity demand due to its vast potential and the declining cost of photovoltaic (PV) systems. This study aimed to design and analyze the technical and economic feasibility of PV systems in solar power plant as electricity source for seed production. The study was conducted at CV. Benih Dramaga in Bogor. The methodology included measurements of solar irradiation and daily electricity consumption, components sizing, and simulations using PVsyst software, encompassing both techno-economic and technical feasibility analyses. Four system scenarios were developed based on the areas that need electricity, and compared across three types of PV systems, namely on-grid, off-grid, and hybrid. The results showed that off-grid and hybrid PV systems were technically and economically unfeasible. In contrast, on-grid PV system with 3 scenarios of 1.8 kWp, 1.15 kWp, and 0.9 kWp capacities yielded positive net present values, with the highest return on investment of 127%, shortest payback period of 8.2 years, and smallest levelized cost of electricity of Rp931/kWh, assuming a 25-year project lifetime. Technically, all three scenarios achieved a performance ratio above 70%. Therefore, all three on-grid PV systems are feasible for implementation at CV. Benih Dramaga.

Keywords: photovoltaic, simulation, solar energy, solar power plant, techno-economy



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

PERANCANGAN DAN ANALISIS TEKNO-EKONOMI PHOTOVOLTAIC SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK PRODUKSI BENIH

MUHAMMAD IMAM ADI WICAKSANA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1 Lilis Sucahyo, S.TP., M.Si.

2 Supriyanto, S.TP., M.Kom., Ph.D.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Judul Skripsi : Perancangan dan Analisis Tekno-ekonomi *Photovoltaic* sebagai Sumber Energi Listrik untuk Produksi Benih

Nama : Muhammad Imam Adi Wicaksana
NIM : F1401222951

@Hak cipta milik IPB University

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

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr
NIP 196307201986011002



Pembimbing 2:
Lilis Suchahyo, S.TP., M.Si
NIP 198708112015041003



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr
NIP 196307201986011002



Tanggal Ujian:
12 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah ‘azza wa jalla atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2025 sampai bulan Juli 2025 ini ialah studi kasus perancangan implementasi energi terbarukan, dengan judul “Perancangan dan Analisis Tekno-ekonomi *Photovoltaic* sebagai Sumber Energi Listrik untuk Produksi Benih”. Dalam pengerjaan riset serta penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh bimbingan, bantuan, dukungan, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr., dan Bapak Lilis Sucahyo, S.TP., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan dalam penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Bapak Supriyanto, S.TP., M.Kom., Ph.D., dan Dr. Lenny Saulia, S.TP., M.Si., selaku dosen penguji dan moderator pada ujian skripsi, yang telah memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi.
3. Prof. Dr. Muhamad Syukur, S.P., M.Si., selaku pemilik CV. Benih Dramaga dan Arya Yuda Pangestu, S.P., selaku manajer, yang telah memberikan kesempatan serta fasilitas untuk melaksanakan penelitian di lokasi tersebut.
4. Bapak Angga Permana selaku teknisi Laboratorium Divisi Teknik Energi Terbarukan yang telah memberikan bantuan teknis pada proses penelitian.
5. Ibu, Bapak, adik-adik, serta keluarga dan teman-teman penulis yang selalu memberikan semangat, dukungan moral, serta doa dalam setiap langkah penulis.
6. Rakyat Palestina yang menjadi pengingat bagi penulis untuk terus berjuang dengan sabar di segala keadaan.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan demi kesempurnaan karya ilmiah ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Oktober 2025

Muhammad Imam Adi Wicaksana



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Energi Surya	3
2.2 <i>Photovoltaic</i>	4
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	5
2.4 Analisis Tekno-ekonomi	7
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Penelitian	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Identifikasi Lokasi	15
4.2 Analisis Potensi Energi Surya	16
4.3 Pengukuran Kebutuhan Listrik	17
4.4 Perancangan dan Analisis Kelayakan PLTS	18
V SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	56

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

DAFTAR TABEL

1	Alat-alat listrik untuk produksi benih pada CV. Benih Dramaga	15
2	Data pengukuran iradiasi surya di Kecamatan Dramaga	16
3	Kebutuhan listrik harian dan kapasitas PV per area di CV. Benih Dramaga	18
4	Skenario pemenuhan kebutuhan listrik CV. Benih Dramaga	18
5	Rangkuman perancangan PLTS <i>off-grid</i> tiap skenario	19
6	Analisis kelayakan PLTS <i>off-grid</i> tiap skenario	19
7	Rangkuman perancangan PLTS <i>hybrid</i> skenario SA, CS, dan SP	20
8	Analisis kelayakan PLTS <i>hybrid</i> skenario SA, CS, dan SP	21
9	Rangkuman perancangan PLTS <i>on-grid</i> skenario SA, CS, dan SP	22
10	Analisis tekno-ekonomi PLTS <i>on-grid</i> skenario SA, CS, dan SP	22
11	Analisis kelayakan teknis PLTS <i>on-grid</i> skenario SA, CS, dan SP	23

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi GHI, DNI, dan DHI. <i>Direct</i> menunjukkan DNI, sedangkan <i>diffuse</i> menunjukkan DHI. GHI merupakan jumlah DNI dan DHI, sementara komponen <i>reflected</i> (pantulan) tidak termasuk definisi GHI, tetapi diperhitungkan saat mengukur GTI (<i>Global Tilted Irradiation</i>) yaitu iradiasi pada bidang miring (sumber: hukseflux.com).	3
2	Bahan sel <i>photovoltaic</i> (EMA 2011)	4
3	Penyusunan modul PV dan dampaknya terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan. (a) Tegangan dan arus satu unit modul. (b) Penyusunan modul secara seri. (c) Penyusunan modul secara paralel (dimodifikasi dari pveducation.com).	5
4	Skema rangkaian PLTS tipe off-grid (a), hybrid (b), dan on-grid (c)	6
5	Rata-rata tertimbang global total biaya sistem PLTS skala utilitas dan pengurangan biaya berdasarkan sumber, 2010-2016 dan 2016-2023 (IRENA 2024)	7
6	Diagram alir penelitian	8
7	Tahap-tahap perancangan sistem PLTS	10
8	<i>Layout</i> lokasi CV. Benih Dramaga. Nomor pada gambar mengikuti penomoran area pada Tabel 1.	16
9	Data GHI Meteoronorm sepanjang tahun di lokasi CV. Benih Dramaga	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil pengukuran iradiasi surya harian di Kecamatan Dramaga	29
2	Kebutuhan listrik harian CV. Benih Dramaga	31
3	Pemilihan komponen dan biaya perancangan PLTS <i>off-grid</i> tiap skenario	32
4	Pemilihan komponen dan biaya perancangan PLTS <i>hybrid</i> skenario SA, CS, dan SP	33



5	Pemilihan komponen dan biaya perancangan PLTS <i>on-grid</i> skenario SA, CS, dan SP	34
6	Simulasi PLTS <i>on-grid</i> skenario Seluruh Area	35
7	Simulasi PLTS <i>on-grid</i> skenario <i>Cold Storage</i>	42
8	Simulasi PLTS <i>on-grid</i> skenario Sistem Pompa	49

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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