

ANALISIS JEJAK KARBON DAN KELAYAKAN PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI KAMPUS IPB UNIVERSITY DRAMAGA

ALYA PUSPITA NINGRUM



DEPARTEMEN EKONOMI SUMBERDAYA DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS EKONOMI DAN MANAJEMEN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

- 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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Jejak Karbon dan Kelayakan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Kampus IPB University Dramaga” 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 bagian akhir skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2024

Alya Puspita Ningrum
H44170107

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.



ABSTRAK

ALYA PUSPITA NINGRUM. Analisis Jejak Karbon dan Kelayakan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Kampus IPB University Dramaga. Dibimbing oleh ACENG HIDAYAT dan NUVA.

Penggunaan bahan bakar fosil untuk pembakaran energi listrik menyumbang emisi karbon dioksida. Sebagai salah satu kampus yang mendukung pembangunan berkelanjutan dengan konsep *green campus*, IPB University terus melakukan inovasi untuk memanfaatkan energi ramah lingkungan dari sumber energi terbarukan. Implementasi penggunaan PLTS dilakukan sebagai upaya mitigasi penurunan emisi GRK (Gas Rumah Kaca). Penelitian ini mengenai potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai alternatif energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan mengestimasi besar energi yang dapat disuplai PLTS, mengestimasi jejak karbon yang dihasilkan dari konsumsi listrik civitas IPB University Dramaga dan nilai reduksi emisi jika menggunakan PLTS, mengestimasi kelayakan pengembangan PLTS. Analisis jejak karbon dan reduksi emisi dengan metode reduksi emisi GRK, analisis perencanaan PLTS dan analisis NPV dan *payback period* menilai kelayakan PLTS. Hasil penelitian unit-unit gedung menunjukkan nilai jejak karbon sebesar 13.259,53 ton CO₂ di tahun 2019. PLTS mereduksi emisi hingga 10.504,08 ton CO₂ per tahunnya. PLTS dengan masa operasional 25 tahun layak dijalankan dengan NPV di atas kriteria dan *payback period* tidak melebihi masa operasional. Pada skenario 100% dengan NPV Rp. 100.599.971.111 dan *Payback Period* sekitar 7 tahun. Serta skenario 30% dengan NPV Rp. 30.412.943.981 dan *Payback Period* sekitar 7 tahun.

Kata Kunci: *green campus*, jejak karbon, kelayakan, PLTS, reduksi emisi

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRACT

ALYA PUSPITA NINGRUM. Analysis of Carbon Footprint and Feasibility of Solar Power Plant Development at IPB University Dramaga Campus. Supervised by ACENG HIDAYAT and NUVA.

The use of fossil fuels to burn electrical energy contributes to carbon dioxide emissions. As one of the campuses that supports sustainable development with the green campus concept, IPB University continues to innovate to utilize environmentally friendly energy from renewable energy sources. The implementation of the use of solar power plant is carried out as a mitigation effort to reduce GHG (Greenhouse Gas) emissions. This research is about the potential of SPP (Solar Power Plant) as an alternative renewable energy. This research aims to estimate the amount of energy that can be supplied by SPP, estimate the carbon footprint generated from electricity consumption of the IPB University Dramaga community and the value of emission reduction if using SPP, estimate the feasibility of developing SPP. Carbon footprint analysis and emission reduction with GHG emission reduction method, SPP planning analysis and NPV and payback period analysis assess the feasibility of SPP. The results of the study of building units showed a carbon footprint value of 13.259,53 tons of CO₂ in 2019. SPP reduces emissions by 10.504,08 tons of CO₂ per year. SPP with an operational period of 25 years is feasible with NPV above the criteria and the payback period does not exceed the operational period. At 100% scenario with NPV IDR 100.599.971.111 and Payback Period around 7 years. As well as the 30% scenario with NPV IDR 30.412.943.981 and Payback Period of about 7 years.

Keywords: green campus, carbon footprint, feasibility, solar power plant, emission reduction

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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@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.

ANALISIS JEJAK KARBON DAN KELAYAKAN PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI KAMPUS IPB UNIVERSITY DRAMAGA

ALYA PUSPITA NINGRUM

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan

**DEPARTEMEN EKONOMI SUMBERDAYA DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS EKONOMI DAN MANAJEMEN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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 Arini Hardjanto, S.E, M.Si
- 2 Fitria Dewi Raswatie, S.P, M.Si



Judul Skripsi : Analisis Jejak Karbon dan Kelayakan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Kampus IPB University Dramaga
Nama : Alya Puspita Ningrum
NIM : H44170107

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.

Pembimbing 2:
Dr. Nuva, S.P, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan:
Dr. Adi Hadiano, S.P, M.Si.
NIP. 1979061520050110044

Tanggal Ujian:
1 Juli 2024

Tanggal Lulus:

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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Jejak Karbon dan Kelayakan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Kampus IPB University Dramaga”. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orangtua tercinta, yaitu Bapak dan Ibu, serta kakak tercinta, yaitu Adimas, Akiki, Ka Icha, Ka Novika. Dan juga eyang tersayang yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang.
2. Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T dan Dr. Nuva, S.P, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mendukung, memberikan masukan dan arahan selama penyusunan skripsi.
3. Arini Hardjanto, S.E, M.Si dan Fitria Dewi Raswatie, S.P, M.Si selaku dosen penguji ujian skripsi
4. Bapak Endang Mulyana dari pihak DPSPL IPB University yang telah membantu dalam proses pengambilan data yang dibutuhkan penulis.
5. Shobri Mulyono selaku *engineer* PLTS instansi yang telah memberikan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini.
6. Teman satu bimbingan dan teman seperjuangan Silmi, Hanifa Raisya, Made, dan As’syifa yang selalu menemani dan memberikan motivasi.
7. Teman terdekat Zahira, Bentang, Bila, Widya, Rania, Syifa S, Syifa A, Ade, Pipit, Listhin, Maria, Dewi, Rosita, sobat dufan, sahabat seperjuangan dan Keluarga ESL angkatan 54.

Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak

Bogor, Juli 2024

Alya Puspita Ningrum



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Ruang Lingkup	6
II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
2.2 Jejak Karbon	8
2.3 <i>Green Campus</i>	9
2.4 Nilai Ekonomi Karbon	10
2.5 <i>Extended Cost Benefit Analysis</i>	12
III KERANGKA PEMIKIRAN	15
IV METODE PENELITIAN	17
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
4.2 Jenis dan Sumber Data	17
4.3 Metode Analisis Data	17
V GAMBARAN UMUM	25
5.1 Profil Kampus IPB University sebagai Kampus Berkelanjutan	25
5.2 Konsumsi Listrik di kampus IPB University Dramaga	26
VI HASIL DAN PEMBAHASAN	29
6.1 Estimasi Besar Energi yang Bersumber dari PLTS untuk Kebutuhan Listrik di IPB University Dramaga	29
6.2 Estimasi Nilai Jejak Karbon Kampus IPB University Dramaga	32
6.3 Analisis Kelayakan Perencanaan PLTS di IPB University Dramaga	36
VII SIMPULAN DAN SARAN	43
7.1 Simpulan	43
7.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49
RIWAYAT HIDUP	70



DAFTAR TABEL

1	UI <i>GreenMetric universities rankings year 2023</i>	3
2	Matriks Analisis Data	18
3	Faktor emisi karbon	21
4	Kapasitas komponen PLTS skenario	31
5	Nilai jejak karbon kampus IPB University Dramaga 2019	33
6	Nilai emisi CO ₂ setelah adanya PLTS	35
7	Hasil reduksi emisi CO ₂ setelah adanya PLTS 2019	35
8	Estimasi penghematan biaya energi listrik kampus IPB University Dramaga	36
9	Estimasi nilai ekonomi karbon setelah adanya PLTS	36
10	Nilai-nilai perhitungan kelayakan perencanaan komponen PLTS	37
11	Nilai-nilai perhitungan kelayakan perencanaan komponen PLTS (lanjutan)	38
12	Komponen nilai-nilai perhitungan kelayakan perencanaan PLTS	38
13	Estimasi biaya PLTS kampus IPB University Dramaga skenario 100%	39
14	Estimasi biaya PLTS kampus IPB University Dramaga skenario 30%	39
15	Hasil analisis kelayakan PLTS Kampus IPB University Dramaga	40

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pemikiran operasional	16
2	Laman website Solargis Prospect	20
3	Kampus IPB University Dramaga	25
4	Konsumsi energi listrik gardu IPB Darmaga tahun 2019	27
5	Contoh rangkaian PJUTS	28
6	Rangkaian komponen PLTS on grid	29
7	Konsumsi Listrik Kampus IPB University Dramaga tahun 2019	32
8	Inverter 6500 W gedung a.m satari	69
9	Panel PV 250 Wp gedung a.m satari	69
10	Baterai gedung a.m satari	69

DAFTAR LAMPIRAN

1	Konsumsi energi listrik kampus IPB University Dramaga tahun 2018-2020	50
2	Estimasi emisi baseline, emisi skenario, dan reduksi emisi CO ₂	51
3	Potensi emisi baseline dan emisi skenario tahun 2019-2029	53
4	Perencanaan PLTS	54
5	Hasil analisis kelayakan PLTS skenario 100%	55
6	Hasil analisis kelayakan PLTS skenario 30%	62
7	Gambar panel PV, inverter, dan baterai	69