

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI PENGARUH PERSENTASE  
KWH EKSPOR-IMPOR TERHADAP PLTS ATAP DI  
INDONESIA**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro*

**ADITYA DARMA NUR FAJAR**

**NIM : 20200120015**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN  
SUKABUMI  
JUNI 2022**

## PERNYATAAN PENULIS

JUDUL ANALISIS TEKNO-EKONOMI PENGARUH PERSENTASE  
KWH EKSPOR-IMPOR TERHADAP PLTS ATAP DI  
INDONESIA  
NAMA : ADITYA DARMA NUR FAJAR  
NIM 20200120015

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disenai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Sukabumi, 29 Juni 2022.

MATERAI



ADITYA DARMA NUR FAJAR

Penulis

## PENGESAHAN SKRIPSI

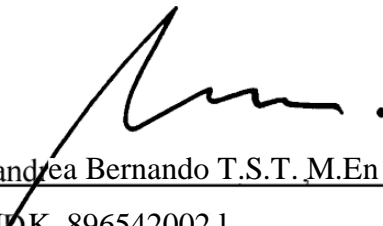
JUDUL : ANALISIS TEKNO-EKONOMI PENGARUH PERSENTASE  
KWH EKSPOR-IMPOR TERHADAP PLTS ATAP DI  
INDONESIA  
NAMA : ADITYA DARMA NUR FAJAR  
NIM 20200120015

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 28 Juni 2022 Menurut pandangan kami Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sukabumi, 29 Juni 2022.

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Handrea Bernando T.S.T. M.En g.  
NIDK 896542002 1

Anns Pradiftha J. S.Pd.. M.T.  
NIDN 0425068502

Ketua Penguji

Kepala Program Studi

Anand Survana. S.Pd.. M.Si.  
NIDN 0407098009

Arvo De Wibowo MS. S.T.. M.T.  
NIDN 0402128925

Dekan Fakultas Teknik Dan Desain

Prof. Dr. Ir. H.M. Koesmawan. M.Sc.. MBA.. DBA.  
NIDN 0014075205



*Skripsi ini kutujuknn keRdn :  
Aynhnnün, Ibundn tercintn, Açik-nüikku tersnyng Ann kelunrgn  
Sertn snhbnt, reknn jun ornng-ornng terüekntku.*



## ABSTRACT

*One type of new and renewable energy resource which have quite large potential and evenly distributed in Indonesia is solar energy, to support the implementation of its utilization by the government through the Regulation of the Minister of Energy and Mineral Resources No. 26 of 2021, the provisions on the export of electrical energy for national electrical company customers using rooftop solar power plants will be increased from 65% to 100%. This increasing regulation on the export of electrical energy will affect the techno-economic aspects. The purpose of this study is to analyze the technical aspects of rooftop solar power based on its configuration, quantity, system load, energy exports, solar energy fraction, and energy production and to analyze the economic aspects of rooftop solar power based on initial capital, component costs, operating costs, maintenance costs, cash flow, energy costs, return on investment and the percentage of profits as well as analyzing the effect of the export price of kWh of rooftop solar power plants in Indonesia. The research method is to compare the percentage of kWh of export-import to technical aspects in the form of optimal configuration, photovoltaic (PV) quantity, alternating current (AC) load, excess electricity, renewable fraction, and energy based on metric as well as from the economic side in the form of capital cost, initial capital, operating cost, operation and maintenance (O&M) cost, net present cost (NPC), levelized cost of electricity (LCOE), simple payback, and return on investment (ROI). The results of the research based on the technical aspect of the influence of the percentage of export-import kWh to 100% have no impact on PV quantity, converter quantity, excess electricity, renewable fraction and energy based on metric, then economically it has no impact on capital cost, initial capital, and O&M cost, however has an impact on operating cost IDR. 4.42 M/yr, NPC IDR. 107 M, LCOE IDR. 1,084.99/kWh, simple payback 9.7 years and ROI 5.3%. With the use of rooftop PV, electricity bills become cheaper and government policies that increase the percentage of export-import kWh from 65% to 100%, the payback period for solar power plants becomes faster.*

*Keywords-Techno-economic, kWh of export-import, rooftop solar power plants on grid, net and renewable energy resource.*

## ABSTRAK

Sumber energi baru terbarukan (EBT) yang potensinya cukup besar dan tersebar merata di Indonesia adalah energi surya, untuk mendukung implementasi pemanfaatannya pemerintah melalui Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 26 Tahun 2021 ketentuan ekspor energi listrik pelanggan PLN pengguna Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap ditingkatkan dari 65% menjadi 100%. Ditingkatkannya ketentuan ekspor energi listrik akan mempengaruhi aspek tekno-ekonomi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis aspek teknis PLTS atap berdasarkan konfigurasi, kuantitasnya, beban sistem, energi ekspor, fraksi energi surya, dan produksi energi dan menganalisis aspek ekonomi PLTS atap berdasarkan modal awal, biaya komponen, biaya operasi, biaya pemeliharaan, arus kas, biaya energi, balik modal dan persentase keuntungan serta menganalisis pengaruh harga ekspor kWh PLTS atap di Indonesia. Metode penelitian ini yaitu membandingkan persentase kWh ekspor-impor terhadap aspek teknis berupa *optimal configuration*, *photovoltaic (PV) Ounn/iy alternating current (AC) load*, *excess electricity*, *renewable fraction*, dan *energy based on metric* serta dari sisi ekonomi berupa *capital cost*, *initial capital*, *operating cost*, *operation and maintenance (O&M) Cost*, *eel present cost (NPC)*, *leveli-ed cost of electricity (LCOE)*, *simple payback*, dan *return on investment (ROI)*. Hasil penelitian berdasarkan aspek teknis pengaruh persentase ekspor-impor kWh 65% ke 100% tidak berdampak pada *PV qunniiy converter quantity*, *excess electricity*, *renewable fraction* dan *energy based on metric*, lalu secara ekonomi tidak berdampak pada *capital cost*, *initial capital*, serta *O&M cost* namun, berdampak terhadap *operating cost* Rp. 4.42 juta/tahun, *NPC* Rp. 107 juta, *LCOE* Rp. 1,084.99/kWh, *simple pnybncl* 9.7 tahun dan *ROI* 5.3%. Dengan pemakaian PLTS atap, tagihan listrik menjadi lebih murah dan kebijakan pemerintah yang meningkatkan persentase ekspor-impor kWh dari 65% ke 100% periode balik modal PLTS menjadi lebih cepat.

Kata kunci-Tekno-ekonomi, Ekspor-impor kWh, PLTS atap *on grid*, EBT.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya Skripsi berjudul “Analisis Tekno-Ekonomi Pengaruh Persentase Ekspor-Impor kWh terhadap PLTS Atap di Indonesia” dapat terselesaikan.

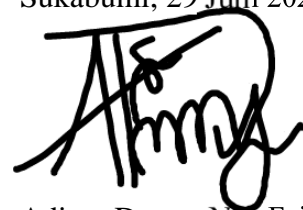
Tujuan penulisan Skripsi ini sebagai syarat lulus menyelesaikan masa studi dan mendapat penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi, Dr. H. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M.
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi.
3. Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi, Aryo De Wibowo MS, S.T., M.T.
4. Dosen Pembimbing I Universitas Nusa Putra Sukabumi, Handrea Bernardo T, S.T., M.Eng.
5. Dosen Pembimbing II Universitas Nusa Putra Sukabumi, Anggy Pradiftha I, S.Pd., M.T.
6. Ketua Dosen Penguji, Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II.
7. Para Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi yang membantu secara langsung maupun tidak langsung.
8. Orang tua dan keluarga yang penulis cintai dan banggakan.
9. Rekan-rekan mahasiswa yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
10. Pihak terkait yang telah membantu pelaksanaan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi perbaikan. Aamiin Yaa Rabbal ‘Alamiin.

Sukabumi, 29 Juni 2022.



Aditya Darma Nur Fajar

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA , saya yang benanda tangan di bawah ini

Nama : Aditya Darma Nur Fajar  
NIM 20200120015  
Program Studi SI Teknik Elektro  
Jenis karya Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (Nun-excfusive *Roylty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul

Analisis Tekno-Ekonomi Pengaruh Persentase kWh Ekspor-Impor Terhadap PLTS Atap di Indonesia, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format- kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di SUKABUMI

Pada tanggal 29 Juni 2022

Yang menyatakan



Aditya Darma Nur Fajar



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JILID.....	i
PERNYATAAN PENULIS.....	ii
KALAMAN PENGESAHAN.....	<b>iii</b>
KALAMAN PERUNTUKAN.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 <i>Time of The Arts</i> .....	6
2.2 Energi Baru Terbarukan.....	6
2.3 Energi Surya.....	8
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	10
2.4.1 PLTS <i>off-grid</i> .....	12
2.4.2 PLTS <i>on-grid</i> .....	12
2.5 Komponen PLTS on-grid.....	13
2.5.1 Panel Surya.....	13

2.5.2	Inverter.....	14
2.5.3	<i>Air Circuit Breaker Panel</i> .....	14
2.5.4	kWh ekspor-impor.....	14
2.5.5	Kabel.....	15
2.6	HOMER Pro.....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>18</b>
3.1	Analisis Teknis.....	18
3.1.1	<i>Optimal Configuration</i> .....	18
3.2.2	<i>PV Quantity</i> .....	18
3.3.3	<i>Converter Quantity</i> .....	18
3.3.4	<i>AC Load</i> .....	19
3.3.5	<i>Excess Electricity</i> .....	19
3.3.6	<i>Renewable Fraction</i> .....	20
3.3.7	<i>Energy Based pn Matric</i> .....	20
3.2	Analisis Ekonomi.....	20
3.2.1	<i>Capital Cost</i> .....	20
3.2.2	<i>Initial Capital</i> .....	21
3.2.3	<i>Operating Cost</i> .....	21
3.2.4	<i>O&amp;M Cost</i> .....	22
3.2.5	<i>NPC-Net Present Cost</i> .....	22
3.2.6	<i>LCOE-Levelled Cost Of Electricity</i> .....	23
3.2.7	<i>Simple Payback</i> .....	23
3.2.8	<i>ROI-Return On Investment</i> .....	24
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	24
3.4	Tahapan Penelitian.....	25
3.4.1	Studi Literatur... .	25
3.4.2	Penentuan Lokasi.....	25
3.4.3	Pengumpulan Data.....	26
3.4.4	Membuat Model Sistem.....	26
3.4.5	Memasukan Parameter.....	26
3.4.6	Simulasi Teknis-Ekonomi.....	26

3.4.7	Komparasi kWh Ekspor-Impor.....	26
3.4.8	Kesimpulan... ..	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.</b> .....		<b>27</b>
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	27
4.2	Analisis Teknis.....	30
4.2.1	<i>Optimal Configuration</i> .....	30
4.2.2	<i>PV Quantity</i> . .....	30
4.2.3	<i>Converter Quantity</i> . .....	31
4.2.4	<i>AC Load</i> .....	31
4.2.5	<i>Excess Electricity</i> .....	32
4.2.6	<i>Renewable Fraction</i> .....	33
4.2.7	<i>Energy Based on Matric</i> .....	33
4.3	Analisis Ekonomi.....	34
4.3.1	<i>Capital Cost</i> .....	34
4.3.2	<i>Initial Capital</i> .....	34
4.3.3	<i>Operating Cost</i> .....	34
4.3.4	<i>O&amp;M Cost</i> .....	34
4.3.5	<i>NPC-Net Present Cost</i> .....	35
4.3.6	<i>LCOE-Levelled Cost Of Electricity</i> . .....	35
4.3.7	<i>Simple Payback</i> .....	35
4.3.8	<i>ROI-Return On Investment</i> . .....	35
<b>BAB V PENUTUP.</b> .....		<b>39</b>
5.1	Kesimpulan... ..	39
5.2	Saran. ....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA.</b> .....		<b>40</b>
<b>DAFTARLAMPIRAN.</b> .....		<b>45</b>



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. <b>Tarif Tenaga Listrik April - Juni 2022.</b> .....	45
2. Referensi harga panel surya. ....	46
3. Referensi harga inverter. ....	46



## DAFTAR ISTILAH

		Halaman
EBT	Energi Baru Terbarukan.	1
MWh	Megawatt-Your... ..	1
kWh	Kilowatt-flour..	1
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya.	2
Permen	Peraturan Menteri.	2
ESDM	Energi Sumber Daya Mineral	2
PLN	Perusahaan Listrik Negara.	2
HOMER	<i>Hybrid fiyfiuicn/iou of Multiple finery Resource...</i>	3
O&M	<i>Operation &amp; Maintenance.</i>	6
NPC	<i>: i\ e/ Present Cost.</i>	6
CoE	<i>Cost of Energy...</i>	6
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik.	7
KEN	Kebijakan Energi Nasional.	7
Ditjen	Direktorat Jenderal	7
EBTKE	Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi	7
RENSTRA	Rencana Strategis. .	7
GWp	Gigawatt peak.	8
MW	Mega Watt.	8
SIRS	Solar home System.	12
IPP	<i>: Independent Po&gt;v'er Producer...</i>	12
DC	<i>Direct Cut rent..</i>	14
AC	<i>: Alternating Current.</i>	14
PV	<i>Photovoltaic...</i>	16
NREL	<i>The R!ationalRene&gt;&gt;'able Ener Laboratory.</i>	16
KW	Kilo Watt.	18
LCOE	<i>Levelized Cost of Electricity.</i>	23
ROI	<i>Retui n On Investment...</i>	24
POWER	<i>Prediction of World&gt;v'ide Energy Resource</i>	27

# BAB I

## PENDAHULUAN

Energi yang ada di Indonesia merupakan kekayaan alam yang digunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat seperti yang diamanatkan oleh Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia tahun 1945 pasal 33.

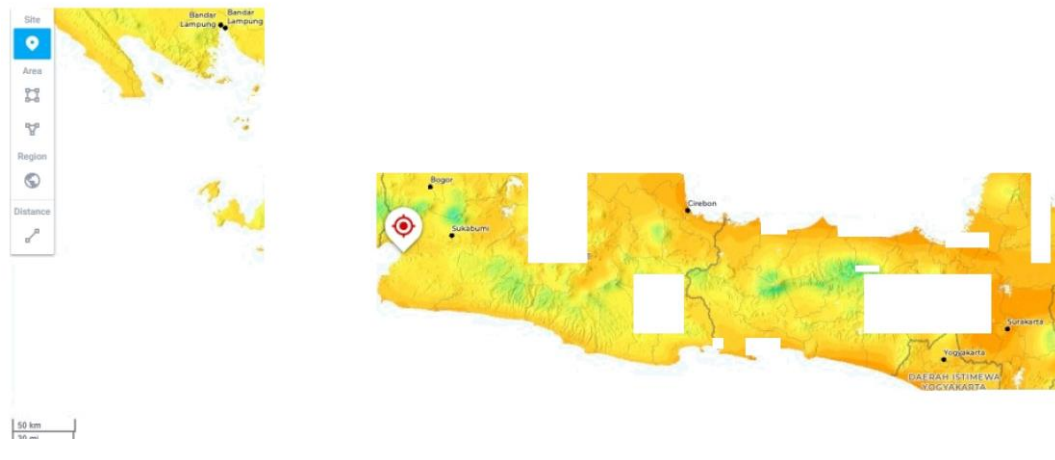
### 1.1 Latar Belakang

Energi merupakan hal yang sangat penting dan menjadi kebutuhan primer dalam kehidupan manusia, salah satunya energi listrik. Namun seiring dengan meningkatnya pertumbuhan manusia kebutuhan energi juga meningkat, hal ini akan menyebabkan cadangan sumber energi berbasis fosil seperti batubara, minyak bumi dan gas bumi yang umum digunakan di Indonesia untuk dikonversi menjadi energi listrik akan habis di masa mendatang. Maka, perlu adanya ketersediaan sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Sumber energi yang potensinya cukup besar di Indonesia salah satunya adalah energi terbarukan seperti energi angin, air, bio energi, panas bumi, surya dan energi laut sebagai sumber energi yang lebih ramah lingkungan serta berkelanjutan jika dikelola dengan baik. Hal ini selaras dengan kebijakan pemerintah mengingat energi tersebut termasuk dalam kategori energi baru terbarukan (EBT) yang menargetkan penggunaan energi tersebut dalam bauran energi nasional sebesar 23% pada tahun 2025 [1].

Jenis EBT yang potensinya besar dan tersebar merata salah satunya adalah energi surya. Hal itu disebabkan karena letak geografis wilayah Indonesia yang berada di garis khatulistiwa sehingga cahaya matahari tersedia di sepanjang tahunnya. Dengan potensi yang ada menjadikan peluang untuk pemanfaatan dan pengelolaan energi baru terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan [2].

Secara khusus untuk wilayah Desa Cidadap ( $-07.027298^{\circ}$ ,  $106.56189^{\circ}$ ), Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi - Jawa Barat dengan konfigurasi rumah tangga atau residensial diketahui terdapat potensi sebesar 1.372 megawatt

hour (Mwh) per tahun atau 1809.1 kilowatt hour (kWh)/m<sup>2</sup> seperti pada gambar di bawah.



Gambar 1. Potensi energi surya di Desa Cidadap [3]

Dalam usaha pencapaian target bauran energi nasional pemerintah menerapkan aturan mengenai penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap. Berdasarkan peraturan menteri (Permen) energi sumber daya mineral (ESDM) diketahui ketentuan ekspor energi listrik pelanggan Perusahaan Listrik Negara (PLN) pengguna PLTS atap ditingkatkan dari 65% menjadi 100%. Ketentuan ini dapat membuka peran serta masyarakat dalam pemanfaatan dan pengelolaan EBT [4].

Dengan adanya dukungan pemerintah dan lembaga terkait, masyarakat dapat memperoleh kemudahan dalam pemanfaatan EBT hingga tercapai nilai keekonomiannya serta kapasitas PLTS atap diharapkan kapasitasnya terus meningkat [5].

Ditingkatkannya ketentuan ekspor energi listrik pelanggan PLN pengguna PLTS atap dari 65% menjadi 100% akan mempengaruhi aspek tekno-ekonomi terhadap PLTS atap di Indonesia.



## 1.2 **Rumusan** Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perlu dilakukan analisis tekno-ekonomi pengaruh persentase ekspor-impor kWh terhadap PLTS atap di Indonesia.

## 1.3 **Batasan** Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang ada dan menjaga agar dalam penyampaian laporan proyek akhir ini tidak menyimpang jauh, maka batasan masalah tugas akhir ini meliputi

1. Penelitian dilakukan di Desa Cidadap -07.027298°, 106.56189°, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi - Jawa Barat.
- 2.

3

