



**UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA**

**IMPLEMENTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI  
GEDUNG S1 UNIVERSITAS PERTAHANAN RI SENTUL  
UNTUK Mendukung *SMART ENERGY BUILDING***

**AGUNG BENY SAPUTRA  
120200202003**

Tesis yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Mendapatkan Gelar Magister Pertahanan

**FAKULTAS MANAJEMEN PERTAHANAN  
PROGRAM STUDI KETAHANAN ENERGI**

**JAKARTA  
2022**

## LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

Nama	:	Agung Beny Saputra
NIM	:	120200202003
Program Studi	:	Ketahanan Energi
Fakultas	:	Manajemen Pertahanan
Judul Tesis	:	Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Gedung S1 Universitas Pertahanan RI Sentul untuk Mendukung <i>Smart Energy Building</i>
Pembimbing I,		Pembimbing II,
Dr. Ir. Yanif Dwi Kuntjoro, M.Si Kolonel Laut (KH)/NRP. 10052/P Tanggal: Februari 2022		Dr. Ir. Andhika Prastawa, M.SEE NIP. 196502201989111001 Tanggal: Februari 2022
Mengetahui, Dekan Fakultas Manajemen Pertahanan,  Dr. Ir. Susilo Adi Purwantoro, S.E., M.Eng.Sc., CIQnR., CIQaR., IPU., CIPA Mayor Jenderal TNI Tanggal: Februari 2022		

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

	Nama	:	Agung Beny Saputra
	NIM	:	120200202003
	Program Studi	:	Ketahanan Energi
	Fakultas	:	Manajemen Pertahanan
	Judul Tesis	:	Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Gedung S1 Universitas Pertahanan RI Sentul untuk Mendukung <i>Smart Energy Building</i>
No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Pembimbing I:  Dr. Ir. Yanif Dwi Kuntjoro, M.Si Kolonel Laut (KH)/NRP. 10052/P		
2	Pembimbing II:  Dr. Ir. Andhika Prastawa, M.SEE NIP. 196502201989111001		
3	Penguji I:  Dr. Ir. Suyono Thamrin, Drs., S.T., M.Eng.Sc., M.Tr.Opsla., CIQnR., CIQaR., IPU., CPHCM., CIPA Laksda TNI (Purn.)		
4	Penguji II:  Nugroho Adi Sasongko, S.T., M.Sc., Ph.D., CIQnR NIDN. 4719068301		
5	Penguji III:  Dr. Ir. Donny Yoesgiantoro, M.M., M.P.A. NIDK. 4716046701		

## PERNYATAAN ORISIONALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kemaagisteran jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraph, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam tesis ini saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Jakarta, 21 Februari 2022 .....



Agung Beny Saputra

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya kepada penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Gedung S1 Universitas Pertahanan RI Sentul untuk Mendukung *Smart Energy Building*” ini dengan baik.

Penyusunan tesis ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Magister Pertahanan pada Program Studi Ketahanan Energi Fakultas Manajemen Pertahanan Universitas Pertahanan.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik moril maupun materiil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan tesis ini, terutama kepada:

1. Kedua orang tua, Alm Ibu Sri Maryati dan Bapak Darwanto yang telah memberikan dukungan moril dan materiil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Segenap keluarga besar yang telah menyemangati dan mensupport dalam penyelesaian tesis ini.
3. Bapak Kolonel Caj Dr. Arifuddin Uksan, S.Ag., M.Ag., CIQnR selaku Sekretaris Program Studi Ketahanan Energi yang telah memberikan arahan kepada penulis.
4. Bapak Kolonel Laut (KH) Dr. Ir. Yanif Dwi Kuntjoro, M.Si selaku pembimbing I yang telah sabar membimbing penulis dan memberikan banyak masukan kepada penulis terkait penulisan tesis ini.
5. Bapak Dr. Ir. Andhika Prastawa, M.SEE selaku pembimbing II yang telah membimbing penulis dan banyak memberikan pengarahan

terkait penelitian tesis ini, juga memberikan banyak ilmu-ilmu baru serta solusi pada setiap permasalahan dalam penulisan tesis ini.

6. Bapak Laksda TNI (Purn.) Dr. Ir. Suyono Thamrin, Drs., S.T., M.Eng.Sc., M.Tr.Opsla., CIQnR., CIQaR., IPU., CPHCM., CIPA selaku reviewer I yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan tesis ini.
7. Bapak Nugroho Adi Sasongko, S.T., M.Sc., Ph.D., CIQnR selaku reviewer II yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan tesis ini.
8. Bapak Dr. Ir. Donny Yoesgiantoro, M.M., M.P.A. selaku reviewer III yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan tesis ini.
9. Staff prodi Ketahanan Energi, Mas Ozi yang telah membantu dalam administrasi penelitian ini.
10. Adya Nur Syafitri Wijaya, yang sudah sangat banyak membantu, menyemangati penulis dalam menyusun penulisan tesis ini.
11. Teman-teman seperjuangan program studi Ketahanan Energi angkatan 2020 yang telah memberikan banyak dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak yang dapat disampaikan melalui alamat e-mail penulis [agungbenysaputra@gmail.com](mailto:agungbenysaputra@gmail.com). Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang Ketahanan Energi.

Jakarta, 6 Februari 2022

Agung Beny Saputra

## ABSTRAK

### IMPLEMENTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI GEDUNG S1 UNIVERSITAS PERTAHANAN RI SENTUL UNTUK MENDUKUNG *SMART ENERGY BUILDING*

AGUNG BENY SAPUTRA

Telah dilakukan penelitian terhadap implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Universitas Pertahanan RI Sentul untuk mendukung *Smart Energy Building*. Mengingat bahwa Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki waktu penyinaran matahari yang sangat baik, maka Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar. UNHAN memiliki nilai *Global Horizontal Irradiation* sebesar 1724,1 kWh/m<sup>2</sup> per tahun, namun UNHAN hanya baru memasang PLTS *rooftop* sebanyak 120 panel di Auditorium. Hal ini menunjukkan bahwa UNHAN memiliki potensi energi surya yang besar, namun pemanfaatannya baru sedikit. Maka dari itu tujuan dari penelitian adalah untuk perencanaan pembangunan PLTS pada gedung S1 UNHAN RI Sentul. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan *Net Present Value* (NPV) untuk mengetahui layak diterapkan atau tidak layak diterapkan. Hasil penelitian mendapatkan bahwa total luas atap pada gedung S1 UNHAN sebesar 15.714 m<sup>2</sup> dan dapat dibangun panel surya sebanyak 9.645 buah serta menghasilkan daya listrik sebesar 15.404 kWh. Untuk membangun PLTS tersebut dibutuhkan biaya investasi sebesar Rp. 99.065.796.420 dengan jangka waktu PLTS selama 25 tahun. *Hasil pay back period* selama 18 tahun 9 bulan dan didapat nilai NPV sebesar Rp. 37.769.496.252 (NPV > 0) yang artinya sudah layak untuk diterapkan. PLTS ini diharapkan menjadi sumber energi listrik dari gedung S1 UNHAN yang akan direncanakan menjadi *Smart Energy Building* dan ketahanan energi yang meningkatkan 4A+1S, yaitu *Available, Accesibility, Affordability, Acceptability*, dan *Sustainability*.

Kata Kunci: Ketahanan Energi, *Net Present Value*, Panel Surya, PLTS, *Smart Energy Building*.

## **ABSTRACT**

### **IMPLEMENTATION OF A SOLAR POWER PLANT IN THE UNDERGRADUATE BUILDING OF THE INDONESIAN DEFENSE UNIVERSITY SENTUL TO SUPPORT SMART ENERGY BUILDING**

**AGUNG BENY SAPUTRA**

*Research has been carried out on the implementation of Solar Power Plants (PLTS) at the Indonesian Defense University Sentul to support smart energy building. This study aims to plan the construction of PLTS in the S1 UNHAN RI Sentul building. This study uses the Net Present Value (NPV) calculation method to determine whether it is feasible or not feasible to apply. The results showed that the total roof area of the UNHAN S1 building was 15,714 m<sup>2</sup> and 9,645 solar panels could be built and produced 15,404 kWh of electrical power. To build the PLTS, an investment of Rp. 99,065,796,420 with a PLTS term of 25 years. The payback period results for 18 years 9 months and the NPV value is Rp. 37,769,496,252 (NPV > 0) which means it is feasible to be implemented. This PLTS is expected to be a source of electrical energy from the UNHAN S1 building which will be planned to be a smart energy building and energy security that increases 4A + 1S, namely Available, Accessibility, Affordability, Acceptability, and Sustainability.*

*Keywords: Energy Security, Net Present Value, PLTS, Smart Energy Building, Solar Cell*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TESIS .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISIONALITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK` .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Identifikasi Masalah.....	6
1.3    Pembatasan Masalah .....	6
1.4    Rumusan Masalah .....	7
1.5    Tujuan Penelitian .....	7
1.6    Manfaat Penelitian .....	7
1.6.1    Manfaat Teoritis .....	7
1.6.2    Manfaat Praktis .....	8
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1    Landasan Teori.....	9
2.1.1    Pertahanan Negara.....	9

2.1.2	Ketahanan Energi .....	10
2.1.3	Energi Surya .....	12
2.1.4	Prinsip Kerja <i>Solar Cell</i> .....	13
2.1.5	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	14
2.1.6	Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	16
2.1.7	Studi Kelayakan .....	19
2.1.8	<i>Smart Energy Building</i> .....	20
2.2	Hasil Penelitian Terdahulu .....	22
2.3	Kerangka Pemikiran.....	25
2.4	Hipotesis .....	26
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
3.1	Metode dan Desain Penelitian .....	27
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.2.1	Tempat Penelitian .....	27
3.2.2	Waktu Penelitian .....	28
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian.....	28
3.3.1	Populasi Penelitian.....	28
3.3.2	Sampel Penelitian .....	29
3.4	Teknik Pengumpulan Data .....	30
3.5	Instrumen Penelitian .....	30
3.6	Teknik Pengolahan Data.....	31
3.7	Teknik Analisis Data.....	32
3.7.1	<i>Software RETScreen</i> .....	32

3.8	Hipotesis Statistik.....	33
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>34</b>
4.1	Deskripsi Data.....	34
4.1.1	Universitas Pertahanan RI .....	34
4.1.2	Pembangunan Gedung S1 UNHAN .....	35
4.2	Hasil Pengumpulan Data.....	37
4.2.1	Penggunaan Listrik di UNHAN .....	37
4.2.2	Potensi Energi Surya di Universitas Pertahanan RI.....	39
4.2.3	Luas Bangunan dan Atap Gedung S1 UNHAN .....	41
4.3	Hasil Pengolahan Data .....	43
4.3.1	Perencanaan Pemasangan PLTS di Gedung S1 UNHAN .....	43
4.4	Hasil Pengujian Hipotesis.....	51
4.5	Pembahasan.....	55
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>58</b>
5.1	Kesimpulan .....	58
5.2	Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>61</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>67</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Potensi Radiasi Matahari di Indonesia .....	3
Gambar 2.2 Peran Ketahanan Energi dalam Ketahanan Nasional .....	11
Gambar 2.3 Cara Kerja <i>Solar Cell</i> .....	13
Gambar 2.4 Jenis Modul Surya .....	15
Gambar 2.5 Sistem <i>Stand-alone</i> atau <i>Off Grid</i> .....	17
Gambar 2.6 Skema Sistem <i>Grid-Connected</i> atau <i>On Grid</i> .....	18
Gambar 2.7 Skema Sistem <i>Hybrid</i> .....	19
Gambar 2.8 Contoh <i>Smart Energy Building</i> .....	21
Gambar 2.9 Kerangka Pemikiran Penelitian .....	25
Gambar 4.1 Lokasi UNHAN .....	34
Gambar 4.2 Lokasi Pembangunan Gedung S1 UNHAN Sentul .....	35
Gambar 4.3 <i>Master Plan</i> Pembangunan Gedung S1 UNHAN Sentul ..	36
Gambar 4.4 Potensi Tenaga Surya di Indonesia .....	39
Gambar 4.5 Potensi Tenaga Surya di UNHAN .....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Intensitas Radiasi Matahari UNHAN RI Tahun 2021.....	4
Tabel 2.1 Hasil dan Perbandingan Penelitian Terdahulu .....	22
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	28
Tabel 4.1 Biaya Tagihan Listrik PLN di UNHAN Tahun 2017 .....	37
Tabel 4.2 Biaya Tagihan Listrik PLN di UNHAN Tahun 2021 .....	38
Tabel 4.3 Luas Bangunan <i>Smart Campus</i> UNHAN .....	41
Tabel 4.4 Luas Atap <i>Smart Campus</i> UNHAN .....	42
Tabel 4.5 Spesifikasi Panel Surya .....	43
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Perencanaan Jumlah Panel dan Daya Listrik di Gedung S1 UNHAN.....	51
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Perencanaan Jumlah Baterai dan Inverter di Gedung S1 UNHAN .....	51
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Biaya Perencanaan PLTS di Gedung S1 UNHAN .....	52
Tabel 4.9 Nilai NPV dari Rancangan PLTS .....	54