



# Studi Perancangan Solar Energy Guna Mensuplai Kebutuhan Listrik Lampu di Gedung Sapudi Departemen Teknik Akademi TNI Angkatan Laut (AAL)

## *Design Study of Solar Energy to Supply Electricity for Lighting in the Sapudi Building of the Department of Engineering, Indonesian Naval Academy (AAL)*

**Twendy Timothy Artana Siagian<sup>1\*</sup>, Wujud Wiyono<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Akademi Angkatan Laut

\*Penulis korespondensi, Surel: wewekambani971@gmail.com

### **Abstract**

The Indonesian Naval Academy (AAL) as a military educational institution requires a large electricity supply to support its operational activities, including in the Sapudi Building of the Engineering Department. This study aims to design a solar energy system to supply the electricity needs for lighting in the building. The method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Data collection was conducted through direct observation of building conditions, electrical equipment, and solar radiation intensity data in Surabaya. The research results show that the total electricity requirement for lighting in the Sapudi Building is 4.686 kW with a total of 143 lights (96 neon lights and 47 light bulbs). Based on calculations with an average solar radiation of 5.00 kWh/m<sup>2</sup>/day, the designed system requires 41 units of Solar PV Lesso HPM 550W panel type with 21.3% efficiency and 9 units of Panasonic LC-P12100NA batteries with a capacity of 100Ah arranged in 3 series and 3 parallel configurations. This study proves that the utilization of solar energy can be an efficient and sustainable alternative solution to reduce dependence on conventional electricity in the AAL environment, while supporting the implementation of renewable energy in Indonesian military institutions.

**Keywords:** solar energy, solar panels, renewable energy, Indonesian Naval Academy, solar power plant, lighting system

### **Abstrak**

Akademi Angkatan Laut (AAL) sebagai institusi pendidikan militer memerlukan pasokan listrik yang besar untuk mendukung kegiatan operasionalnya, termasuk di Gedung Sapudi Departemen Teknik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem solar energy guna mensuplai kebutuhan listrik penerangan lampu di gedung tersebut. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi gedung, peralatan listrik, dan data intensitas cahaya matahari di Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan total kebutuhan daya listrik lampu di Gedung Sapudi sebesar 4,686 kW dengan total 143 lampu (96 lampu neon dan 47 lampu bohlam). Berdasarkan perhitungan dengan rata-rata radiasi matahari 5,00 kWh/m<sup>2</sup>/hari, sistem yang dirancang memerlukan 41 unit panel surya tipe Solar PV Lesso HPM 550W dengan efisiensi 21,3% dan 9 unit baterai Panasonic LC-P12100NA berkapasitas 100Ah yang dirangkai dengan 3 seri dan 3 paralel. Studi ini membuktikan bahwa pemanfaatan energi surya dapat menjadi solusi alternatif yang efisien dan berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional di lingkungan AAL, sekaligus mendukung implementasi energi terbarukan pada institusi militer Indonesia.

**Kata kunci:** solar energy, panel surya, energi terbarukan, Akademi Angkatan Laut, PLTS, sistem penerangan

## 1. Pendahuluan

Akademi Angkatan Laut (AAL) dibentuk sejak 10 oktober 1951 dan bertempat di Bumimoro, Morokrembangan, Surabaya yang bertujuan mencetak perwira TNI Angkatan Laut. Taruna AAL dikenal dengan sebutan Kadet. Kadet AAL yang sudah lulus selanjutnya dilantik menjadi Perwira Pertama dan berpangkat Letnan Dua. Selain itu, kadet AAL akan berhak mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pertahanan (S.Tr.Han). Akademi Angkatan Laut berada di naungan binaan Akademi TNI dan dipimpin oleh Gubernur Akademi Angkatan Laut, kemudian secara struktural masuk dalam struktur organisasi TNI Angkatan Laut. Aspek penilaian taruna yaitu tanggap, tanggon dan trengginas. Dalam hal ini tanggap dinilai dari aspek pengetahuan dan prestasi taruna, tanggon dinilai dari aspek sikap dan perilaku taruna, dan trengginas di nilai dari aspek jasmani. Ketiga aspek tersebut menjadi aspek penilaian yang akan diterima oleh para taruna selama 4 tahun Pendidikan di Akademi Angkatan Laut. Metode yang diterapkan dalam pola pengasuhan di Akademi Angkatan Laut meliputi metode pengajaran, pelatihan dan pengasuhan. (Pendidikan, 2022)

Sebagai institusi pendidikan militer, Akademi Angkatan Laut memiliki berbagai fasilitas sarana dan prasarana yang membutuhkan pasokan listrik yang besar, termasuk Gedung Sapudi yang digunakan untuk kegiatan proses belajar mengajar taruna khususnya di Departemen Teknik. Salah satu bentuk energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah energi surya, mengingat posisi geografis Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa dengan paparan sinar matahari rata-rata  $4,8 \text{ kWh/m}^2$  per hari (Rumbayan et al., 2012). Penggunaan lampu penerangan di gedung berkontribusi signifikan terhadap konsumsi energi listrik. Menurut data dari Kementerian ESDM (2021), sektor bangunan mengkonsumsi sekitar 30% dari total penggunaan energi listrik nasional. Hal ini didukung oleh penelitian Kusumawati (2020) yang menyatakan bahwa institusi militer dapat menjadi pionir dalam implementasi energi terbarukan di Indonesia.

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi sebuah kebutuhan dikarnakan khususnya daerah Kota Surabaya memiliki sinar matahari yang relatif konstan dan di tengah semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil dan meningkatnya kesadaran akan dampak lingkungan sekitarnya. Implementasi sistem solar energy atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik konvensional dalam jangka panjang. Selain itu, penelitian Putra et al. (2021) membuktikan bahwa sistem PLTS dapat menjamin kontinuitas pasokan listrik dan mengurangi emisi karbon.

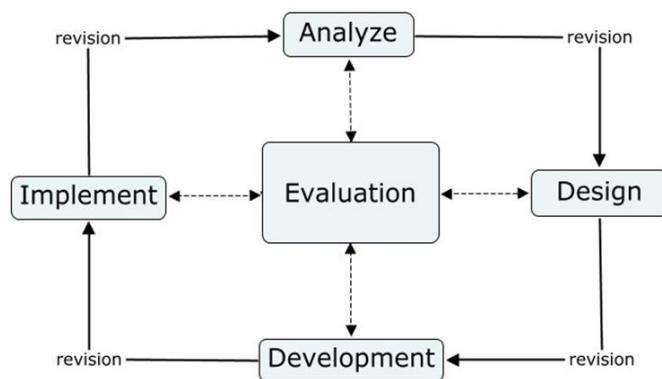
Berdasarkan pertimbangan di atas, perlu dilakukan studi perancangan sistem solar energy yang optimal untuk memenuhi kebutuhan listrik khususnya penerangan lampu di Gedung Sapudi Departemen Teknik Akademi TNI Angkatan Laut . Studi ini akan menganalisis kelayakan teknis serta merancang sistem yang sesuai dengan karakteristik gedung dan pola konsumsi energi. Oleh karena itu sebagai inovasi penerapan energi alternatif terbarukan Penulis akan berencana untuk menerapkan Studi Perancangan menggunakan Solar Cell kemudian membuat judul "Studi Perancangan Solar Energy Guna Mensuplai Kebutuhan Listrik Lampu di Gedung Sapudi Departemen Teknik Akademi TNI Angkatan Laut"

## 2. Metode

### 2.1 Rancangan Konsep Pengembangan

Pada tahun 1980-an pendekatan dikembangkan Borg dan Gall untuk desain model penelitian dalam kategori pendidikan(Gustiani,2019). Dalam bahasa inggris dikenal dengan Research and development (R&D) yaitu metode penelitian yang banyak digunakan oleh dunia akademik dewasa guna membuat rancangan dan menguji efektifitas dari produk. Metode ini berguna untuk membuat produk dari proses ditemukannya potensi masalah, mendesain dan mengembangkan berbagai produk sebagai salah satu solusi terbaik.

Dalam hal ini model metode penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D) yang penulis pilih yaitu model metode penelitian ADDIE ( Analyze, design, develop, implementasi dan evaluate). Menurut Mariam & Nam (2019), model ini sering digunakan dalam lingkup pengembangan produk berbasis kinerja. Pengembangan setiap tingkatan saling berkaitan satu dengan yang lainnya tahapan evaluasi terdapat di bagian akhir namun evaluasi dipakai untuk melakukan evaluasi pada setiap tahapan. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode dengan model ADDIE dengan konsep dasar dari studi perancangan solar energy yang cocok di Gedung Sapudi Akademi TNI Angkatan Laut. Membantu mempermudah proses penggunaan daya listrik di Akademi TNI Angkatan Laut. Adapun tahapan – tahapan dari model metode penelitian ADDIE yang dikembangkan oleh Robert Maribe Branch yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.1 Model Pengembangan ADDIE

Pada model pengembangan disini akan dilakukan sesuai dengan standar prosedur yang dibuat oleh Robert Maribe Branch tersebut, yang terdiri dari lima langkah.dari lima langkah tersebut adalah : Analysis (analisis), Design (desain), Development (pengembangan), Implementation (implementasi), Evaluation (evaluasi). Model penelitian ADDIE dipilih oleh penulis karena dengan batasan masalah yang hanya mengkonsep dari solar energy guna mensuplai kebutuhan penerangan lampu dari jenis apa yang dibutuhkan.

## 2.2 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen Pengumpulan data dan pedoman observasi langsung yaitu instrumen yang digunakan oleh peneliti dalam mencari data penelitian. Dalam penelitian ini instrumen menggunakan *Solar Energy* yang berguna untuk mensuplai kebutuhan penerangan lampu :

- a. Observasi Langsung
- 1) Kondisi Gedung:
  - a) Gambar Gedung dari sisi depan, samping dan belakang

- b) Mengetahui tata letak ruang-ruangan yang terdapat didalam Gedung Sapudi
  - 2) Peralatan yang digunakan :
    - a) Jenis lampu apa yang di pakai
    - b) Jumlah lampu setiap ruangan
    - c) Kebutuhan daya listrik setiap masing-masing ruangan
    - d) Peralatan listrik yang terdapat diruangan
  - 3) Lingkungan
    - a) Data intensitas cahaya matahari
    - b) Data iklim setiap hari  
(Data diambil melalui data BMKG)
- b. Dokumentasi
- a) Gambar Gedung: Untuk mengetahui tata letak ruangan dan potensi lokasi pemasangan panel surya
  - b) Data Cuaca: data intensitas matahari di wilayah Surabaya

### 2.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yaitu suatu teknik yang dipilih oleh penulis guna membantu penulis dalam menyelesaikan suatu persoalan yang terjadi di dalam penelitian ini. Setelah mendapat data penulis akan melaksanakan eksperimen dengan menggunakan penerangan lampu dengan sumber listrik yang berasal dari energi matahari sesuai data yang telah ditentukan dan lokasi tempat alat panel surya akan ditentukan lokasi yang strategis untuk penggunaan alat tersebut. Penulis menggunakan analisis kuantitatif dengan menghitung potensi produksi energi matahari berdasarkan luas atap gedung Sapudi, intensitas matahari yang berada di Surabaya dan efisiensi penggunaan panel surya di lingkungan Akademi TNI Angkatan Laut selanjutnya akan membandingkan potensi konsep produksi energi matahari dengan jumlah kebutuhan pemakaian listrik Gedung Sapudi.

Teknik analisis data kualitatif pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu menggunakan pendekatan teori ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Dalam pendekatan teori ADDIE Menurut Mariam & Nam, terdiri dari lima langkah tahapan yang digunakan yaitu:

a. *Analysis*

Dalam model penelitian pengembangan ADDIE tahap pertama adalah menganalisis perlunya pengembangan produk (model) baru dan menganalisis kelayakan konsepsi *solar energy*. (Pribadi, 2016)

b. *Design*

Kegiatan desain dalam model penelitian pengembangan ADDIE merupakan proses sistematik yang dimulai dari merancang konsep *solar energy*. Petunjuk penerapan desain atau pembuatan produk digambarkan secara jelas dan rinci. Pada tahap ini rancangan produk masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan di tahap berikutnya. (Pribadi, 2016)

c. *Development*

*Development* dalam model penelitian pengembangan ADDIE berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang sebelumnya telah dibuat. Pada tahap sebelumnya, telah disusun kerangka konseptual penerapan produk baru. Kerangka yang masih konseptual tersebut selanjutnya direalisasikan menjadi produk yang siap untuk

diterapkan. Pada tahap ini juga perlu dibuat instrumen untuk mengukur kinerja produk. (Pribadi, 2016)

*d. Implementation*

Penerapan produk model dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik. Umpan balik awal (awal evaluasi) diperoleh dengan menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat. (Pribadi, 2016)

*e. Evaluation*

Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan pengembangan konsep. (Pribadi, 2016)

#### 2.4 Rencana Tahap Uji Coba Studi Perancangan

Tahap uji coba studi perancangan ini bertujuan untuk menguji kelayakan dan efisiensi sistem solar energy yang telah dikonsep. Langkah pertama yang akan dilakukan adalah pemilihan tempat lokasi yang strategis di Gedung Sapudi, dengan mempertimbangkan beberapa faktor di lingkungan sekitar gedung Sapudi seperti intensitas sinar matahari, aksesibilitas, dan beban listrik digunakan. Setelah tempat ditentukan, akan dilakukan perhitungan jumlah keseluruhan lampu di dalam gedung Sapudi. Perancangan konsep ini akan mencakup alat panel surya, inverter, baterai dan komponen pendukung lainnya yang sesuai dengan kapasitas yang telah direncanakan. Selama periode perhitungan, akan dilakukan monitoring dan evaluasi secara berkala terhadap kebutuhan daya lampu didalam gedung. Data yang akan dikumpulkan meliputi jumlah lampu, daya setiap masing masing lampu, jumlah arus yang dibutuhkan dan efisiensi sistem secara keseluruhan. Data-data tersebut selanjutnya akan dianalisa untuk mengevaluasi kinerja sistem dan mengidentifikasi potensi perbaikan. Hasil dari tahap uji coba ini akan menjadi dasar untuk melakukan evaluasi konsep pengembangan secara keseluruhan. Jika hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem solar energy yang dikembangkan layak dan efisien, maka dapat dilanjutkan ke tahap implementasi secara penuh. Sebaliknya, jika ditemukan kendala atau kekurangan, maka perlu dilakukan penyesuaian terhadap desain sistem sebelum dilakukan implementasi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Penelitian

##### 3.1.1 Daya listrik keseluruhan lampu pada gedung sapudi Deptek

Pada tahap ini, tahap selanjutnya penulis akan mengumpulkan data berupa jumlah total kebutuhan daya listrik di Gedung Sapudi Departemen Teknik Akademi Angkatan Laut. Kemudian penulis menentukan jumlah kebutuhan panel surya dan baterai yang akan digunakan serta menentukan lokasi yang tepat untuk peletakan solar panel di Gedung Sapudi Departemen Teknik.

Tabel 3.1 Jumlah keseluruhan lampu

Jumlah keseluruhan lampu di Gedung Sapudi	1. Lampu neon	96 buah	40 x 96	3840 Watt 846 Watt	3,84 kW
---	---------------	---------	---------	-----------------------	---------

	2. Lampu bohlam	47 buah	18 x 47		0,846 kW
<b>Total</b>					<b>4,686 kW</b>

### 3.1.2 Intensitas sinar matahari

Setelah menentukan jumlah kebutuhan listrik di Gedung Sapudi dan jumlah keseluruhan lampu, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan intesitas dan durasi sinar matahari di surabaya sepanjang tahun berjalan 2025.

Tabel 3.2 Data intesitas sinar matahari

Bulan	Rata- rata Durasi Siang (jam/hari)	Estimasi Radiasi Matahari (kWh/m <sup>2</sup> / hari)
Januari	12,4	4,5 – 5,0
Februari	12,3	4,5 – 5,0
Maret	12,1	4,7 – 5,2
April	12,0	4,8 – 5,3
Mei	11,8	5,0 – 5,5
Juni	11,7	5,2 – 5,7
Juli	11,8	5,2 – 5,7
Agustus	12,0	5,1 – 5,6
September	12,1	5,0 – 5,5
Oktober	12,2	4,8 – 5,3
November	12,3	4,7 – 5,2
Desember	12,4	4,5 – 5,0
Rata – rata	Harian 1 tahun Total radiasi 1 tahun	5,00 5,00 X 365 = 1.825
Rata - rata per jam		$= \frac{5,00 \times 1.000}{24} \\ = 208,33 \frac{W}{m^2}$

Dalam hal ini penulis melakukan perbandingan dengan menghitung beberapa jumlah panel yang dibutuhkan sebagai berikut

- a. Jumlah panel *DSN Monokristalin PERC 420W* yang dapat digunakan:

Diketahui :

- Total Daya total listrik = 4.686 W
- Daya maksimum = 420 W
- Efisiensi = 21,5% = 0,215
- Dimensi perpanel = 1,722 m x 1,134 m = 1,95 m<sup>2</sup>
- Intesitas radiasi matahari = 208,33 (W/m<sup>2</sup>)

Perhitungan luas panel surya

$$P = A \times \eta \times g$$

$$A = \frac{P}{\eta \times g}$$

$$A = \frac{4.686}{0,215 \times 208,33}$$

$$A = \frac{4.686}{44,79}$$

$$A = 104,62 \text{ m}^2$$

Berdasarkan perhitungan luas panel surya yang dibutuhkan adalah sekitar 107,12 m<sup>2</sup> untuk memenuhi kebutuhan daya 4.686 Watt dengan efisiensi 21,5 % dan radiasi 208,33 W/m<sup>2</sup> per jam.

Perhitungan jumlah kebutuhan panel :

Diketahui :

- Total luas panel = 104,62 m<sup>2</sup>
- Luas perpanel = 1,95 m<sup>2</sup>

Rumus :

$$\text{Jumlah panel} = \frac{\text{total luas}}{\text{luas perpanel}}$$

$$= \frac{104,62 \text{ m}^2}{1,95 \text{ m}^2}$$

$$= 53,6 \approx 54 \text{ unit}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh hasil jika penulis menggunakan panel *DSN Monokristalin PERC 420W* memerlukan 54 unit panel dengan total luas sekitar 104,62 m<sup>2</sup> untuk mencapai daya total sebesar 4,686 Kw.

b. Jumlah panel *Solar PV Lesso HPM series 550W* yang dapat digunakan:

Diketahui :

- Daya total listrik = 4.686 W
- Daya maksimum = 550 W
- Efisiensi = 21,3% = 0,213
- Dimensi perpanel = 2,278 m x 1,134 m = 2,58 m<sup>2</sup>
- Intesitas radiasi matahari = 208,33 (W/m<sup>2</sup>)

Perhitungan luas panel surya

$$P = A \times \eta \times g$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{p}{\eta \times g} \\ A &= \frac{4.686}{0,213 \times 208,33} \\ A &= \frac{4.686}{44,37} \\ A &= 105,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan luas panel surya yang dibutuhkan adalah sekitar 105,6 m<sup>2</sup> untuk memenuhi kebutuhan daya 4.686 Watt dengan efisiensi 21,3 % dan radiasi 208,33 W/m<sup>2</sup> per jam.

Perhitungan jumlah kebutuhan panel :

Diketahui :

- Total luas panel = 105,6 m<sup>2</sup>
- Luas panel = 2,58 m<sup>2</sup>

Rumus :

$$\begin{aligned} Jumlah \text{ panel} &= \frac{\text{total luas}}{\text{luas perpanel}} \\ &= \frac{105,6 \text{ m}^2}{2,58 \text{ m}^2} \\ &= 40,9 \approx 41 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh hasil jika penulis menggunakan panel *Solar PV Lesso HPM series 550W* memerlukan 41 unit panel untuk mencapai daya total sebesar 4,686 Kw.

c. Jumlah panel SunPower Maxeon 300 BLK yang dapat digunakan:

Diketahui :

- Daya total listrik = 4.686 W
- Daya maksimum = 300 W
- Efisiensi = 21,2% = 0,212
- Dimensi perpanel = 1690 x 1046 = 1,76 m<sup>2</sup>
- Intesitas radiasi matahari = 208,33 (W/m<sup>2</sup>)

Perhitungan luas panel surya :

$$\begin{aligned} P &= A \times \eta \times g \\ A &= \frac{p}{\eta \times g} \\ A &= \frac{4.686}{0,212 \times 208,33} \\ A &= \frac{4.686}{44,16} \\ A &= 106,1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan luas panel surya yang dibutuhkan adalah sekitar 106,1 m<sup>2</sup> untuk memenuhi kebutuhan daya 4.686 Watt dengan efisiensi 21,2 % dan radiasi 208,33 W/m<sup>2</sup> per jam.

Perhitungan jumlah kebutuhan panel :

Diketahui :

- Total luas panel = 106,1 m<sup>2</sup>
- Luas panel = 1,76 m<sup>2</sup>

Rumus :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel} &= \frac{\text{total luas}}{\text{luas perpanel}} \\ &= \frac{106,1 \text{m}^2}{1,76 \text{ m}^2} \\ &= 60,2 \approx 61 \text{ unit} \end{aligned} \quad 2.2$$

Setelah melakukan perhitungan panel, langkah selanjutnya yaitu menghitung kebutuhan baterai sebagai berikut :

Depth of Discharge (DoD) atau Kedalaman Pengosongan Baterai adalah ukuran yang menunjukkan seberapa banyak kapasitas energi dalam baterai yang telah digunakan atau dikosongkan dari total kapasitas baterai tersebut

Misalnya, jika baterai 100Ah telah digunakan sebanyak 50Ah, maka DoD-nya adalah 50%.

Selanjutnya melakukan perhitungan kebutuhan baterai :

- Kebutuhan baterai yang digunakan dengan menggunakan merk Panasonic LC-P12100NA (DoD 50%) :

Diketahui:

- Daya total = 4.686 Watt
- DoD = 50%
- Tegangan = 12V
- Kapasitas = 100 Ah

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas baterai efektif (Wh)} &= \frac{\text{Energi harian (Wh)}}{\text{DoD}} \\ &= \frac{4.686}{0,5} = 9.372 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Konversi ke Ampere-Hour tegangan baterai 12V :

$$\text{Kapasitas baterai (Ah)} = \frac{Wh}{V} = 781 \text{ Ah}$$

Jumlah baterai berdasarkan kapasitas per unit (Ah):

$$Jumlah\ baterai = \frac{Ah}{Ah} = 7,81 \Rightarrow 8\ unit$$

Jadi jumlah baterai yang dibutuhkan menggunakan baterai Panasonic LC-P12100NA (DoD 50%) sejumlah 8 unit.

Perhitungan Jumlah baterai yang dibutuhkan menggunakan rangkaian seri dan pararel:

Diketahui :

- Kapasitas Baterai = 9.372 Wh
- Menggunakan sistem = 36 V

$$Kapasitas\ Baterai = \frac{9.372}{36} = 260,3\ Ah \quad 2.4$$

Jika 1 baterai berkapasitas 100 Ah, 12 V :

$$Baterai\ Seri = \frac{36\ V}{12\ V} = 3\ string$$

$$Baterai\ Pararel = \frac{260,3\ Ah}{100\ Ah} = 2,603\ string$$

$$Total\ baterai\ 3\ baterai \times 3\ baterai = 9\ baterai$$

Energi efektif yang bisa digunakan:

$$Energi\ Efektif = 50\% \times 9.372 = 4.686\ Wh$$

Lama pemakaian:

$$Waktu = \frac{4.686}{4.686} = 1\ jam$$

Jadi jumlah baterai yang dibutuhkan menggunakan rangkaian seri dan pararel baterai Panasonic LC-P12100NA (DoD 50%) sejumlah 9 unit dan dapat menyalakan beban selama 1 jam.

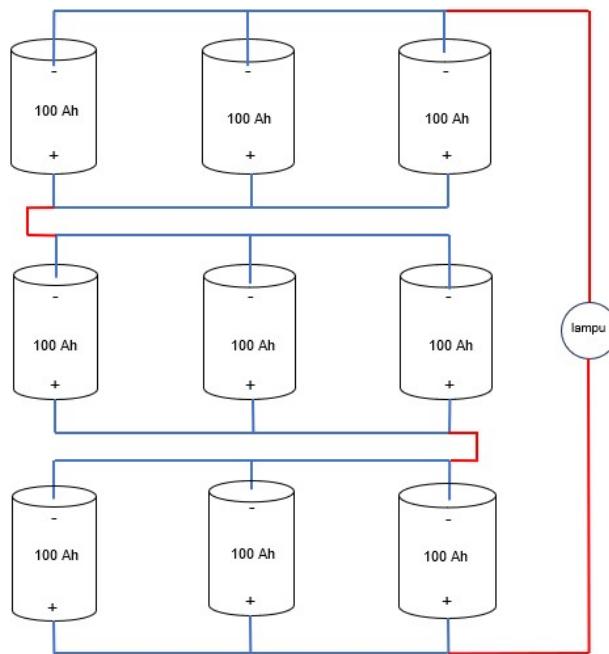
Dalam hal ini, penulis menggunakan *solar energy* untuk kebutuhan listrik di Gedung Sapudi dengan menggunakan panel berjumlah 41 panel surya Solar PV Lesso HPM 550W dan menggunakan baterai Panasonic LC-P12100NA berjumlah 9 unit.

d. *Implementation* (Implementasi)

Pada tahapan ini, penerapan produk model dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik. Umpan balik awal (awal evaluasi) diperoleh dengan menanyakan hal-hal yang

berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan / implementasi dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat.

Untuk tahap implementasi yang dilakukan penulis yaitu memasangkan panel surya dengan komponen pendukung seperti baterai serta menghubungkan sistem panel surya dengan aliran listrik PLN serta memonitor dan mengamati proses identifikasi masalah atau kendala. Dalam hal ini penulis menggunakan 3 rangkaian seri dan 3 rangkaian paralel dalam pelaksanaan konsepnya.



Gambar 3.1 Rangkaian Baterai Seri dan Paralel

Keterangan : baterai rangkaian seri dan pararel baterai Panasonic LC-P12100NA (DoD 50%) tegangan 12V kapasitas 100Ah sejumlah 9 unit

### 3.1.3 Hasil Akhir

Hasil akhir dalam studi perancangan *solar energy* ini menunjukkan bahwa energi surya dapat dimanfaatkan secara efektif untuk menyuplai kebutuhan listrik pada Gedung Sapudi Departemen Teknik Akademi Angkatan Laut. Dalam memanfaatkan energi surya dapat meningkatkan potensi efisiensi dan keberlanjutan dari energi terbarukan melalui pemanfaatan panel surya dan baterai yang dikonsepsikan untuk kebutuhan gedung.

Berdasarkan hasil pembahasan serta analisis yang telah dilakukan, hasil akhir yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

- Hasil analisis jumlah total kebutuhan daya listrik di Gedung Sapudi Departemen Teknik Akademi TNI Angkatan Laut dapat dihitung dan mendapatkan hasil dengan melakukan pendataan terhadap jumlah keseluruhan peralatan listrik di Gedung Sapudi didapat 76,308 kW selanjutnya akan dibatasi hanya kebutuhan listrik lampu.
- Konsep pengembangan *solar energy* guna memenuhi kebutuhan listrik di Gedung Sapudi simulator Departemen Teknik Akademi TNI Angkatan Laut yaitu:

- 1) Menghitung serta mengetahui jumlah kebutuhan daya, panel surya, dan baterai.

Untuk kebutuhan daya listrik penerangan lampu di Gedung Sapudi Deptek AAL sebesar 4,686 Kw. Selanjutnya, hasil dari konsep studi perancangan *solar energy* penulis menggunakan panel surya dengan tipe Solar PV Lesso HPM 550W memerlukan sejumlah 41 panel untuk mencapai daya total sebesar 4,686 kW dan menggunakan 9 baterai Panasonic LC-P12100NA dengan kapasitas sebesar 9.372 Wh

- 2) Memastikan konsep pengembangan dapat direalisasikan guna acuan terhadap perubahan di masa depan.

Konsep pengembangan *solar energy* merupakan langkah strategis bagi AAL dalam menghadapi tantangan energi masa depan. Sistem ini menggabungkan energi surya dengan sumber energi lain (baterai, diesel, angin, atau *grid* PLN) untuk menciptakan sistem yang lebih andal, efisien, dan berkelanjutan.

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil studi dan perancangan sistem energi surya untuk kebutuhan listrik di *Gedung Sapudi* Departemen Teknik Akademi Angkatan Laut dapat diambil kesimpulan :

- 1) Total daya yang dibutuhkan untuk kebutuhan listrik lampu di *Gedung Sapudi* adalah 4,686 kW.
- 2) Hasil studi *solar energy* yang dilakukan menggunakan panel surya tipe Solar PV Lesso HPM 550W memerlukan sejumlah 41 panel surya dengan spesifikasi daya panel 550W, efisiensi panel 21,3 %, serta dimensi perpanel 2,58 m<sup>2</sup> untuk mencapai daya total sebesar 4,686 kW. Dari perhitungan baterai, digunakan 9 baterai merk Panasonic LC-P12100NA dengan kapasitas sebesar 9.372 Wh dan tegangan 12V serta 100A yang dirangkai menggunakan 3 rangkaian seri dan 3 rangkaian paralel serta menambahkan sakelar yang berfungsi untuk pemilihan pemakaian antara *solar energy* dan listrik PLN.

#### **Ucapan Terima Kasih (Opsional)**

#### **Daftar Rujukan**

- Aldi. (2024). Spesifikasi Baterai Panasonic 12V, 100Ah | LC-P12100NA. Konsultan IT Jakarta | Supplier Komputer, Server, Software, Dll | Platinum Computer - One Stop IT Solution Company. <https://platinum-computer.com/spesifikasi-baterai-panasonic-12v-100ah-lc-p12100na/>
- Alnavis, Noviana & Wirawan, Rivaldo & Solihah, Karina & Nugroho, Vanadi. (2024). Energi listrik berkelanjutan: Potensi dan tantangan penyediaan energi listrik di Indonesia. *Journal of Innovation Materials, Energy, and Sustainable Engineering*. 1. 10.61511/jimese.v1i2.2024.544.
- Atonergi, Y. (2023, April 10). Apa itu Solar Charge Controller? Memahami Kontroler Surya. Reja Aton Energi; Pt Reja Aton Energi. <https://atonergi.com/apa-itu-solar-charge-controller-memahami-kontroler-surya/>
- Apriyanti, F. D. (2019). Perancangan sistem informasi akuntansi pengeluaran operasional perusahaan. *Jurnal Tekno Kompak*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.33365/jtk.v13i1.192>
- Bagawat Sari, F. (2021). Pengantar Perencanaan. Universitas Krinadwipayana: Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota.website: [https://repository.unkris.ac.id/id/eprint/260/1/Bahan%20Ajar%20Pengantar%20Perencanaan%20\\_%20Fauziya.pdf](https://repository.unkris.ac.id/id/eprint/260/1/Bahan%20Ajar%20Pengantar%20Perencanaan%20_%20Fauziya.pdf)

## **Engment: Engineering and Maritime Technology Journal**

Volume 2 Nomor 2, November 2025

- Gramedia . . (2022). Akademi Angkatan Laut. Retrieved December 18, 2024, from GramediaPendidikanwebsite:<https://www.gramedia.com/pendidikan/universitas/akademi-angkatan-laut/>
- Home. (2025a, May 17). Distributor Toko Agen Jual Panel Tenaga Surya | Pabrik Tiang Lampu Jalan PJU Solar Cell. <https://panelsuryajakarta.com/>
- Handini,W.(2008). Universitas indonesia. Retrieved from <https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/old11/124980-R040854-Performa%20sel-HA.pdf>
- Kusumo, B. (2024, January 5). Analisis Kekuatan Pencahayaan Lampu Dalam Sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya 200wp. Journal of System and Computer Engineering (JSCE) <https://journal.unpacti.ac.id/index.php/JSCE/article/download/1053/632/>
- Kementerian ESDM. (2021). Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2021. Jakarta: ESDM.
- Kafle, Mandip & Rai, Prabhat & Gurung, Nelson & Magar, Sandip. (2020). An analysis on Solar Energy. [10.13140/RG.2.2.11454.31043/1](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11454.31043/1).
- Kusumawati, D. (2020). Implementasi Green Defense dalam Modernisasi Alutsista TNI. Jurnal Pertahanan & Bela Negara, 10(1), 71-84.
- Kalyani, Vijay & Dudy, Manisha & Pareek, Shikha. (2015). Green Energy : The Need of the World. Journal of Management Engineering and Information Technology. 2. 2394-8124.
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. JET (Journal of Electrical Technology), 6(1), 35–40. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/3797/2652>
- Prasetyo, Dicky. (2022). Energi Terbarukan Untuk Kesejahteraan dan Masa Depan.
- Putra, R. N., Wardani, K. L., & Setiawan, A. (2021). Feasibility Analysis of Rooftop Solar Power Plant Implementation in Educational Buildings. International Journal of Renewable Energy Development, 10(2), 321-331.
- Purwoto, Bambang. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. Emitor: Jurnal Teknik Elektro. 18. 10-14. [10.23917/emitor.v18i01.6251](https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251).
- Ridwan, R., Ramadhan, W., Kurniawan, A., Lestari, W., & Setiawan, D. (2021). Pemanfaatan Sinar Matahari Sebagai Energi Alternatif Untuk Kebutuhan Energi Listrik. SENKIM: Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin, 1(1), 168–176. <https://jurnal.unilak.ac.id/index.php/senkim/article/view/7808>
- Rumbayan, M., Abudureyimu, A., & Nagasaka, K. (2012). Mapping of solar energy potential in Indonesia using artificial neural network and geographical in. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(3), 1437-1449.
- Spark, Weather . "Iklim, Cuaca Menurut Bulan, Suhu Rata-Rata Surabaya (Indonesia) - Weather Spark." Weatherspark.com, 2025, [id.weatherspark.com/y/149170/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-at-Surabaya-Indonesia-Sepanjang-Tahun#Sections-Temperature](https://id.weatherspark.com/y/149170/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-at-Surabaya-Indonesia-Sepanjang-Tahun#Sections-Temperature). Accessed 17 Mar. 2025.
- Sugiyono, Prof. Dr. (2024). Metode Penelitian Kuantitatif , Kualitatif dan R & D. Retrieved December 1, 2024, from Tuxdoc.com website: [https://tuxdoc.com/downloadFile/metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-r-ampamp-d-prof-dr-sugiyono-2017\\_pdf](https://tuxdoc.com/downloadFile/metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-r-ampamp-d-prof-dr-sugiyono-2017_pdf)
- Sambaliung, J., Samarinda Ulu, K., Samarinda, K., & Timur, K. (2021). Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif Rahmat Hasrul. Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri, 5(2), 79–87.
- Safitri, Nelly & Rihayat, Teuku. (2019). Buku teknologi photovoltaic.
- Setiawan, Arif & Tua, David & Husin, Michael. (2019). Pengaruh konsumsi bahan bakar fosil terhadap produk domestik bruto Indonesia dan hubungan timbal balik di antara keduanya. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara. 15. 213-223. [10.30556/jtmb.Vol15.No3.2019.931](https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol15.No3.2019.931).
- Waruwu, M. (2024, May 2). Metode Penelitian dan Pengembangan (R - Bing. Retrieved from Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan website: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=id&user=FTPNCj8AAAAJ&citation\\_for\\_view=FTPNCj8AAAAJ:UebtZRa9Y70C](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=FTPNCj8AAAAJ&citation_for_view=FTPNCj8AAAAJ:UebtZRa9Y70C)
- Widayana, G. (2019). Analisis Ekonomi Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Energi Listrik di Gedung Fakultas Teknik Universitas Udayana. Jurnal Logic, 19(3), 166-171.
- Y.A.Padang, Mirmanto, Syahrul, Sinarep, & P, Pandiatmi. (2020). Pemanfaatan Energi Alternatif dan Terbarukan. J.K.P (Jurnal Karya Pengabdian), Vol 2(e-ISSN 2655-8068)