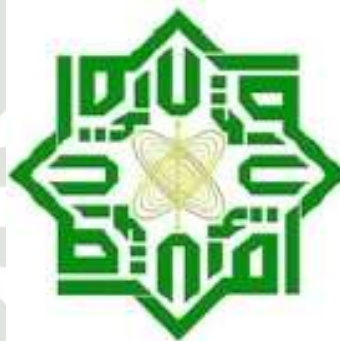




# ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TERINTEGRASI VERTICAL INDOOR FARMING

## TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

oleh :

**MUHAMAD ANUGRAH AKBAR**

**11655101389**

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**

**PEKANBARU**

**2022**

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Ria

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



# LEMBAR PERSETUJUAN

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

## ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TERINTEGRASI VERTICAL INDOOR FARMING

### TUGAS AKHIR

oleh:

**MUHAMAD ANUGRAH AKBAR**  
11655101389

telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 22 Juli 2022

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

Zulfatri Aini, S.T., M.T  
N.P. 19721021 200601 2 001

Pembimbing I

Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc  
NIK. 130514010

#### 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



# LEMBAR PENGESAHAN

## ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TERINTEGRASI VERTICAL INDOOR FARMING TUGAS AKHIR

oleh:

**MUHAMAD ANUGRAH AKBAR**

**11655101389**

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 22 Juli 2022

Pekanbaru, 22 Juli 2022

Mengesahkan,

Dekan

**Dr. Hartono.,M.Pd**

**NIP. 19640301 199203 1 003**

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

**Dr. Zulfatri Aini,S.T.,M.T**

**NIP. 19721021 200601 2 001**

© Hak cipta milik UIN Suska Riau  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### DEWAN PENGUJI :

Ketua : Sutoyo,S.T.,M.T

Sekretaris : Nanda Putri Miefthawati,B.Sc.,M.Sc

Anggota I : Dr. Zulfatri Aini,S.T.,M.T

Anggota II : Novi Gusnita,ST.,MT



Sampiran Surat :

Nomor : Nomor 25/2021

Tanggal : 10 September 2021

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

: Muhamad Anugrah Akbar

: 11655101389

: Pontianak / 22 Juni 1997

: Saintek

: Teknik Elektro

Judul Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\*:

Analisis Teknis Dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya  
 Terintegrasi Vertical Indoor Farming

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan Disertai/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.

2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.

3. Oleh karena itu Disertasi/Thesis/Skripsi/Karya Ilmiah lainnya\* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.

4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan Disertasi/Thesis/Skripsi/(Karya Ilmiah lainnya)\* saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru,.....  
 Yang membuat pernyataan



Muhamad Anugrah Akbar  
 NIM : 11655101389

\* pilih salah satu sesuai jenis karya tulis

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 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 UIN Suska Riau.

Hak cipta milik UIN Suska Riau  
 State Islamic University of Sultan Syaif Kasim Riau



## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan di perkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

© Hak Cipta Ditamudik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

### 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 22 Juli 2022  
Yang membuat pernyataan,

**MUHAMAD ANUGRAH AKBAR**

**11655101389**

UIN SUSKA RIAU

- 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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LEMBAR PERSEMBAHAN

**Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang**

Terima Kasih Ya Allah...

Sembah sujud serta syukurku kepada-Mu ya Allah, zat yang Maha Pengasih namun tak pernah pilih kasih dan Maha Penyayang yang kasih sayang-Nya tak terbilang. Engkau zat yang Maha membolak-balikkan hati, teguhkanlah hati ini di atas agama-Mu ya Allah. Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh kerinduan pada sosok panutan umat, pembangun peradaban manusia yang beradab Nabi Besar Muhammad SAW.

**Karya tulis ini merupakan karunia kebermanfaatn ilmu dari Allah SWT yang tidak terniali harganya. Sebuah karya tulis yang telah menghantarkan ku sebagai seorang Sarjana.**

*“Allah, tiada Tuhan melainkan Dia, Yang Maha Hidup, Maha Berdiri Sendiri, yang karena-Nya segala sesuatu ada” (QS. Ali Imran: 2)*

**Semua ini ku persembahkan kepada:**

Kedua orang tuaku yang telah berkorban, memberikan segenap kasih sayang, tuntunan, bimbingan, doa dan semangat agar selalu sabar serta tawakal dalam menjalani hidup ini.

*“...Wahai Tuhanku, kasihilah mereka keduanya, sebagaimana mereka berdua telah mendidik aku semenjak kecil” (QS. Al Israa’ : 24)*

**Untuk Keluargaku Dan Adik-Adikku:**

Terima kasih atas doa, curahan kasih sayang dan semangat yang telah kalian berikan.

**Untuk Sahabat dan Teman-teman:**

Terima kasih buat sahabat dan teman-teman atas doa dan dukungannya. Kalian adalah orang-orang terbaik yang pernah ku temui dalam kehidupan ini.

*“Dan katakanlah:” Ya Tuhan-ku, masukkan aku ketempat masuk yang benar dan keluarlah (pula) aku ketempat keluar yang benar dan berilah aku disisi-Mu kekuasaan yang dapat menolongku.” (QS: Al-Isra 80)*

**/ M. ANUGRAH AKBAR |**

**| JULI 2022 |**

- 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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



# ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TERINTEGRASI VERTICAL INDOOR FARMING

**M. ANUGRAH AKBAR**

**NIM : 11655101389**

Tanggal Sidang : 22 Juli 2022

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas No.155 Pekanbaru

## ABSTRAK

Ketersediaan listrik yang harus selalu ada merupakan salah satu kelemahan *vertical indoor farming*. Mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan PLTS sistem *off grid* dari aspek teknis dan aspek ekonomis sesuai standar *Australian/New Zealand Standard AS/NZS 4509.2:2010 tentang Stand Alone Power System Part 2: System Design*. Dengan beban daya 8,4 kWh atau 289,7 Ah perharinya, penelitian ini telah berhasil melakukan perencanaan PLTS dari aspek teknis dan ekonomis. Pada Aspek teknis, dibutuhkan 10 unit modul surya 300 Wp, 16 unit baterai 12V 100Ah, sebuah SCC 48Vdc 12A, dan inverter 600 Watt, yang dapat menghasilkan daya listrik sebesar 390 Ah dan mampu tetap mensuplai energi listrik selama satu hari penuh tanpa adanya sinar matahari. Dari aspek ekonomis, total kebutuhan biaya atau investasi total adalah sebesar Rp.111.802.000 yang akan kembali pada tahun ke 15 dan memiliki keuntungan atau nilai *Net Present Value* (NVP) sebesar Rp.74.846.400 selama masa PLTS beroperasi.

**Kata Kunci :** *Vertical Indoor Farming, AS/NZS 4509.2:2010, PLTS Sistem Off Grid, Analisis Teknis dan Ekonomis.*

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.

  - 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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





# TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF SOLAR POWER PLANT (PLTS) INTEGRATED VERTICAL INDOOR FARMING

**M. ANUGRAH AKBAR**

**NIM : 11655101389**

*Date of Final Exam : 22 July 2022*

*Department of Electrical Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru-Indonesia*

## ABSTRACT

*The availability of electricity that must always be there is one of the weaknesses of vertical indoor farming. Overcoming these problems, this study aims to plan PLTS off grid systems from technical aspects and economic aspects according to the Australian/New Zealand Standard AS/NZS 4509.2:2010 concerning Stand Alone Power System Part 2: System Design. With a power load of 8.4 kWh or 289.7 Ah per day, this research has succeeded in planning PLTS from technical and economic aspects. In the technical aspect, it takes 10 units of 300 Wp solar modules, 16 units of 12V 100Ah batteries, an SCC 48Vdc 12A, and a 600 Watt inverter, which can generate 390 Ah of electrical power and is able to supply electricity for a full day without sunlight. . From the economic aspect, the total cost or total investment required is Rp. 11,802,000 which will return in the 15th year and has a profit or Net Present Value (NVP) of Rp. 74,826,400 during the PLTS operating period.*

**Keywords:** *Vertical Indoor Farming, AS/NZS 4509.2:2010, PLTS Off Grid System, Technical and Economical Analysis.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

UIN SUSKA RIAU



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

*Alhamdulillah Rabbil 'Alamin*, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah swt, atas perhatian dan karunia yang telah dilimpahkan-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terintegrasi Vertical Indoor farming**”, Shalawat beriringan salam semoga tetap tercurah kepada junjungan alam Nabi Besar Muhammad SAW. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Banyak sekali pihak yang telah membantu dalam menyusun Tugas Akhir ini, baik secara moril maupun materil. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah mendo'akan serta memberikan semangat, dorongan, dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Hairunnas, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Hartono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir.
5. Bapak Sutoyo, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T, selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
7. Ibu Nanda Putri Miefthawati, M.Sc., B.Sc. selaku Dosen pembimbing Akademik dan selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis dalam melaksanakan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.



### 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8. Ibu Dr. Liliana, S.T., M.Eng. selaku Dosen pengampu mata kuliah Tugas Akhir 1 yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

9. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan ilmu dan motivasi dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.

10. Aulia Rahma Jumardi selaku pacar saya yang telah menjadi motivasi terbesar dan support system terbaik selama saya menyelesaikan tugas akhir ini. I Love U dek !!

11. Syaipullah, bg Juliandri, Taufik Hidayat, Cindi, Andre, Ervandri, Taufik admin, Ade, Trian, Ismail, Amri, dan rekan-rekan teknisi lainnya yang telah memberikan pengalaman bekerja di bidang *electrical engineering* di PT. Sun Pevece

12. Sahabat Koe (Nuri Rahmadani Diva, Elvira Syafitri, Alif Ramadan, Yogi Ismemet, Habbil Azhana Basyar dan Fikri Hidayah) yang telah memberikan dukungan, dorongan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

13. Fratiwi Andriani dan segenap kawan-kawan anak malam yang telah menjadi sahabat terbaik penulis dalam melewati kegabutan dalam masa Covid-19

14. Anggota Club Kerang Ajaib (Aulyanisa Novatiara, Rafiandy, Tistarina, Resti Amelia, Budi Hartono, Donny Azhari, Ridha Suriyanto, Nur Fajri) yang telah menjadi sahabat penulis dari masa SMK hingga sekarang.

15. Garundang, Instrumen 2016, teman-teman angkatan 2016 lainnya serta pengurus Himpunan Teknik Elektro yang juga telah memberikan banyak dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

16. Untuk orang-orang yang tidak terlalu saya kenal, terimakasih atas pertanyaan yang selalu menanyakan “Kapan wisuda?” hal tersebut telah menjadi tampan dan cambukkan untuk saya agar segera menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan adanya masukan berupa kritik maupun saran dari berbagai pihak untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat untuk para pembaca.

*Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

Pekanbaru, 22 Juli 2022

Penulis



**DAFTAR ISI**

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. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Alia Octavia Lili UIN Suska Riau  
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-5
1.3. Tujuan Penelitian.....	I-5
1.4. Batasan Masalah.....	I-5
1.5. Manfaat Penelitian.....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Terkait.....	II-1
2.2. <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	II-4
2.2.1 Komponen-Komponen Beban Utama Listrik <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	II-5
2.3. Energi Matahari.....	II-6
2.4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	II-7
2.4.1. Definisi Sel Surya ( <i>Solar Cell</i> ).....	II-7
2.4.2 Prinsip Kerja Sel Surya ( <i>Solar Cell</i> ).....	II-8
2.4.3. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	II-9
2.4.4. Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan PLTS.....	II-11
2.5. Komponen-Komponen PLTS.....	II-11
2.5.1. Solar Photovoltaic (PV).....	II-11
2.5.2. <i>Solar Charger Controller (SCC)</i> .....	II-13
2.5.3. Inverter.....	II-14
2.5.4. Baterai.....	II-15



**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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.6.	Aspek Teknis .....	II-16
2.6.1.	Perancangan dan Pemilihan Komponen Utama PLTS .....	II-17
5.7	Aspek Ekonomis.....	II-23

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Jenis Penelitian .....	III-1
3.2.	Prosedur Penelitian .....	III-1
3.3.	Tahapan Perencanaan .....	III-2
3.4.	Studi Literatur.....	III-4
3.5.	Studi Potensi Energi Listrik.....	III-4
3.6.	Studi Beban Listrik.....	III-4
3.7.	Data yang Dibutuhkan dan Sumber Data .....	III-4
3.8.	Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	III-5
3.9.	Kesimpulan dan Saran .....	III-6

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Pendahuluan.....	IV-1
4.2	Perhitungan Potensi Energi Surya .....	IV-1
4.2.1	Radiasi Matahari.....	IV-1
4.2.2	Temperatur.....	IV-2
4.3	Perhitungan Profil Beban.....	IV-3
4.4	Analisis Aspek Teknis dan Ekonomis .....	IV-6
4.4.1.	Aspek Teknis .....	IV-6
4.4.2.	Aspek Ekonomis.....	IV-16
4.4.3.	Analisis Teknis dan Ekonomis .....	IV-21

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran .....	V-1

**DAFTAR PUSTAKA**





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	1 Vertical Indoor Farming .....	II-4
Gambar 2.2	2 Pompa Air .....	II-5
Gambar 2.3	3 Grow Light Led .....	II-5
Gambar 2.4	4 Exhaust Fan .....	II-6
Gambar 2.6	6 Modul Surya dan Sel Surya .....	II-8
Gambar 2.7	7 Ilustrasi Prinsip kerja Sel Surya.....	II-8
Gambar 2.8	8 PLTS Off-Grid.....	II-9
Gambar 2.9	9 PLTS On-Grid .....	II-10
Gambar 2.10	10 PLTS Hybrid.....	II-10
Gambar 2.11	11 Monocrystalline .....	II-12
Gambar 2.12	12 Polycrystalline .....	II-13
Gambar 2.13	13 Thin Film .....	II-13
Gambar 2.14	14 Solar Charger Controller.....	II-14
Gambar 2.15	15 String Inverter.....	II-15
Gambar 2.16	16 Baterai.....	II-16
Gambar 3.1	1 <i>Flowchart</i> Prosedur Penelitian.....	III-2
Gambar 4.1	1 <i>Vertical Indoor Farming</i> Pak Kristo.....	IV-4

- Halaman ini dilindungi Undang-Undang  
 1. Barang Hengulip sebagian atau seluruhnya atau tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**DAFTAR TABEL**

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Tabel 3.1	Data Primer yang Dibutuhkan dan Sumber Data .....	III-4
Tabel 3.2	Data Sekunder yang Dibutuhkan dan Sumber Data.....	III-5
Tabel 4.1	Daftar Beban <i>Vertical Indoor farming</i> Pak Kristo .....	IV-4
Tabel 4.2	Total Profil Beban <i>Vertical Indoor Farming</i> .....	IV-5
Tabel 4.3	Data Beban Puncak.....	IV-6
Tabel 4.4	Spesifikasi Umum PLTS Sistem <i>Off Grid</i> .....	IV-7
Tabel 4.5	Spesifikasi Modul Surya REC 330TP2S 72 [36] .....	IV-8
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Modul Surya .....	IV-11
Tabel 4.7	Spesifikasi Baterai[37] .....	IV-12
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Baterai.....	IV-14
Tabel 4.9	Spesifikasi SCC[38] .....	IV-15
Tabel 4.10	Investasi Awal .....	IV-16
Tabel 4.11	Biaya O&M .....	IV-17
Tabel 4.12	Biaya Total Investasi .....	IV-18
Tabel 4.13	<i>Cash Flow Cost</i> .....	IV-18
Tabel 4.14	<i>Cash Flow Benefit</i> .....	IV-19
Tabel 4.15	Net Present Value.....	IV-20

- Halaman ini dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengizinkan 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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR RUMUS

Rumus	(2.1) <i>Design Load Energy</i> .....	II-16
Rumus	(2.2) <i>Design Load Energy (Etot) Setiap PV Array</i> .....	II-18
Rumus	(2.3) <i>Design load Ah</i> .....	II-18
Rumus	(2.4) <i>Required Array Output Ah</i> .....	II-18
Rumus	(2.5) <i>Daily Charger Output</i> .....	II-18
Rumus	(2.6) <i>Number of Parallel Strings Required</i> .....	II-19
Rumus	(2.7) <i>Number of Series Modules Per String</i> .....	II-19
Rumus	(2.8) <i>Total Number of Modules in Array</i> .....	II-19
Rumus	(2.9) <i>Kapasitas Setiap PV Array</i> .....	II-19
Rumus	(2.10) <i>Kapasitas Total PV Array</i> .....	II-19
Rumus	(2.11) <i>Temperatur Modul disaat Beroperasi</i> .....	II-20
Rumus	(2.12) <i>Penurunan Efisiensi Modul disaat Beroperasi</i> .....	II-20
Rumus	(2.13) <i>X H Rate Capacity of Battery Bank</i> .....	II-20
Rumus	(2.14) <i>Max Charge Voltage at Typical</i> .....	II-20
Rumus	(2.15) <i>Battery Charge Max Apparent Power</i> .....	II-20
Rumus	(2.16) <i>Kapasitas Baterai yang Diperlukan</i> .....	II-21
Rumus	(2.17) <i>Jumlah Baterai Terhubung Seri</i> .....	II-21
Rumus	(2.18) <i>Jumlah Baterai Terhubung Paralel</i> .....	II-22
Rumus	(2.19) <i>Day of Autonomy for Selected Battery</i> .....	II-22
Rumus	(2.20) <i>Nominal Daily DoD</i> .....	II-22
Rumus	(2.21) <i>Kapasitas Inverter</i> .....	II-23
Rumus	(2.22) <i>Biaya Siklus Hidup</i> .....	II-23
Rumus	(2.23) <i>Present Values</i> .....	II-24
Rumus	(2.24) <i>Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&amp;M)</i> .....	II-24
Rumus	(2.25) <i>Net Present Value</i> .....	II-24
Rumus	(2.26) <i>Cash Flow Benefit (CFB)</i> .....	II-24
Rumus	(2.27) <i>Cash Flow Cost (CFC)</i> .....	II-24
Rumus	(2.28) <i>Waktu Pengembalian Investasi</i> .....	II-25
Rumus	(2.29) <i>Internal Rate of Return</i> .....	II-25

1. Hal yang harus diperhatikan dalam penulisan karya tulis ini adalah sebagai berikut:
  - a. Pengujiannya hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengujiannya tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## BAB I PENDAHULUAN

### Eatar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang artinya sektor pertanian memegang peranan penting dari keseluruhan perekonomian nasional. Hal ini ditunjukkan dari banyaknya jumlah penduduk yang bekerja pada sektor pertanian yaitu sebesar 38,23 juta jiwa dari total penduduk yang bekerja yaitu 128,45 juta jiwa terhitung pada agustus tahun 2020[1]. Pada umumnya dalam melakukan proses bertani, petani masih menggunakan metode pertanian tradisional, yaitu metode pertanian yang masih sangat sederhana dan tidak memaksimalkan penggunaan teknologi. Hasil panen pertanian tradisional bersifat tidak menentu di karenakan sangat bergantung pada luas lahan, kesuburan tanah, ketersediaan air, dan cuaca[2]. Pada tahun 2015 sampai dengan 2019, pertumbuhan luas panen beberapa komoditas pangan di Indonesia berada diangka negatif seperti bawang daun yang memiliki persentasi pertumbuhan -4.59 % , kemudian cabe besar yang dalam rentang tahun yang sama memiliki persentasi pertumbuhan -3.02%, selanjutnya cabe rawit sebesar -3.42%, sayur bayam sebesar -0.81% , sayur sawi sebesar -0.67% dan beberapa jenis pangan sayur lainnya [3]. Penurunan luas panen ini disebabkan oleh kondisi cuaca yang tidak menentu dan luas lahan yang berkurang dikarenakan alih fungsi lahan menjadi non-pertanian, selain itu para petani juga masih kurang memanfaatkan teknologi dalam kegiatan bertaninya[4], [5]. Sehingga dengan jumlah kebutuhan pangan penduduk yang terus meningkat, ketersediaan pangan menjadi sebuah tantangan yang akan di hadapi pada masa kini maupun dimasa yang akan datang. Salah satu solusi untuk menghadapi hal tersebut adalah dengan memanfaatkan perkembangan teknologi seperti bertani menggunakan metode *Vertical Indoor Farming*.

Teknologi *Vertical Indoor Farming* adalah sebuah metode pertanian dimana tanaman ditanam secara bertingkat diruangan tertutup yang menggabungkan konsep metode tanam dan pertanian vertikultur[6]. Keuntungan *vertical indoor farming* ini jika dibandingkan dengan pertanian tradisional adalah pada luas lahan yang sama sistem pertanian ini dapat menghasilkan tanaman jauh lebih banyak dibandingkan dengan pertanian tradisional, hal ini dikarenakan sistem pertanian ini menggunakan konsep tanaman bertingkat, sehingga hasilnya bisa berkali-kali lipat tergantung jumlah tingkatan yang digunakan. Keuntungan selanjutnya sistem *vertical indoor farming* dibandingkan pertanian tradisional adalah tanaman bebas dari gagal panen yang di akibatkan oleh

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



perubahan cuaca yang tidak mendukung maupun faktor alam lainnya, hal ini dikarenakan sistem *vertical indoor farming* dilakukan didalam ruangan sehingga tidak bergantung pada kondisi cuaca alam sedangkan pertanian tradisional yang dilakukan diluar ruangan sangat bergantung kepada cuaca alam. Selain itu keuntungan lainnya sistem *vertical indoor farming* dibandingkan pertanian tradisional adalah tanaman bebas hama, lebih bersih dan dilakukan dimana saja termasuk di perkotaan dengan lahan yang terbatas sehingga bisa menghemat biaya transportasi yang diperlukan[7].

Dari semua keuntungan yang telah dijelaskan diatas, sistem *vertical indoor farming* juga memiliki beberapa kelemahan yaitu karena didalam ruangan, kebutuhan tanaman akan cahaya tidak bisa didapatkan oleh cahaya matahari, oleh karena itu dibutuhkan sumber cahaya buatan untuk menggantikannya. Kelemahan selanjutnya yaitu karena *vertical indoor farming* ini pada umumnya menggunakan metode tanam hidroponik, maka sistem ini juga membutuhkan sebuah pengairan yang dapat mengalir larutan nutrisi kesetiap tingkatan yang digunakan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kedua kelemahan dari *vertical indoor farming* yang dijelaskan pada dasarnya sudah dapat diatasi dengan menggunakan lampu LED *grow light* sebagai cahaya buatan yang dibuat khusus untuk tanaman dan sistem pengairan yang menggunakan pompa untuk mengalirkan larutan nutrisi kesetiap tingkatan, akan tetapi muncul sebuah kelemahan baru yaitu karena komponen LED *grow light* dan pompa beroperasi menggunakan listrik maka sistem *vertical indoor farming* sangat bergantung kepada listrik dalam kegiatannya. Setiap tanaman memiliki kondisi syarat tumbuh yang berbeda-beda, yaitu kondisi pengairan dan berapa lama waktu penyinaran sesuai dengan kebutuhan tanaman[7]. Menurut Pak Kristo yang merupakan salah satu pegiat bisnis *vertical indoor farming* yang berlokasi di Jakarta Utara, beliau mengatakan bahwa kondisi pencahayaan dan pengairan tersebut di kontrol dengan memanfaatkan komponen atau alat yang bergantung kepada listrik, sehingga ketika listrik padam maka kondisi syarat tumbuh tanaman tidak dapat dipenuhi yang mengakibatkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik.

Di Indonesia, PT PLN (Pembangkit Listrik Negara) merupakan sebuah perusahaan milik negara yang bergerak pada penyediaan tenaga listrik untuk kebutuhan masyarakat, namun ada kalanya terjadi pemadaman listrik yang diakibatkan oleh beberapa faktor yang disengaja maupun tidak disengaja[8]. Pemadaman listrik yang terjadi ini sangat mempengaruhi kegiatan bertani dengan menggunakan metode *vertical indoor farming*, sehingga dibutuhkan sebuah sumber energi listrik lain yang mampu menjadi sumber

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 pendidikan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



cadangan energi listrik ketika listrik dari PLN padam ataupun mampu menjadi sumber energi listrik utama dalam kegiatan bertani ini. Salah satu sumber energi listrik yang memiliki potensi besar dan cukup merata di Indonesia adalah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)[9].

PLTS merupakan pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik dengan menggunakan modul *photovoltaics* (PV) atau dapat disebut dengan *photovoltaic*. Posisi wilayah Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa membuat Indonesia mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.5kWh/m<sup>2</sup> per hari diseluruh wilayah Indonesia[10]. Berdasarkan data dari website *PV Watts Calculator*, rata-rata intensitas radiasi matahari di Indonesia pada tahun 2022 adalah sebesar 5.03kWh/m<sup>2</sup> per hari. Indonesia termasuk negara yang tergolong kaya akan sumber energi matahari dimana matahari bersinar berkisar 2.000 jam pertahun. Diantara jenis energi baru terbarukan yang ada di Indonesia, energi surya memiliki potensi yang paling besar dibandingkan energi baru terbarukan lainnya yaitu sebesar 207,8 GWp[9]. Oleh karena itu PLTS sangat sesuai digunakan sebagai sumber energi listrik cadangan maupun utama dalam menjaga kebutuhan energi listrik sehari-hari.

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam merancang PLTS sebagai sumber listrik utama maupun cadangan, yang pertama yaitu penelitian yang dilakukan untuk merancang sistem pompa irigasi sawah dengan PLTS untuk pertanian Subak Semaagung seluas 55 hektar. Dengan memanfaatkan area seluas 300 m<sup>2</sup>, peneliti memasang 158 unit modul surya dengan kapasitas maksimal 52.14kW dan 2 unit inverter 33kW untuk menghidupkan 2 unit pompa *submersible* yang mampu mengalirkan air di musim kemarau sebanyak 1.275.00 liter/hari dengan biaya investasi awal sebesar Rp 1.168.137.010. Kemudian untuk melakukan pemeliharaan, operasional setiap hari, dan penggantian komponen, para petani yang berjumlah 120 orang membayar iuran sebesar Rp 24.273/orang setiap bulannya[11].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan dengan menggunakan PLTS sebagai sumber energi listrik utama untuk menghidupkan pompa air pada *greenhouse* hidrokanik di kabupaten malang. Dengan daya total yang beban sebesar 2.262 kWh per hari, dibutuhkan 2 unit modul surya 250 Wp, 3 unit baterai 100 ah 12V dan 1 unit inverter 1.500 watt. Dari hasil penelitian diketahui bahwa PLTS mampu menyediakan sumber energi listrik untuk menghidupkan 2 unit pompa sirkulasi air hidrokanik 35 watt yang bekerja selama 12 jam perhari dan 1 unit pompa *submersible* 450 watt yang bekerja selama 2 jam perhari dan menghasilkan air sejumlah 4.527 liter/hari, dimana hasil tersebut sudah

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



sangat mencukupi untuk kebutuhan pertanian sayur dengan sistem hidroganik didalam *greenhouse*[12].

Kemudian penelitian yang dilakukan untuk merancang PLTS pada kolam budidaya di daerah Sentono, Yogyakarta dengan *software PVsyst*. Dengan total beban 110,54 kWh untuk kincir air besar, kincir air kecil dan lampu terdapat beberapa opsi pilihan yang telah dirancang peneliti, yaitu yang pertama dengan sistem *on-grid* untuk semua beban dengan 10 unit modul surya 250 Wp dan Inverter 6000W dengan biaya investasi awal Rp 20.500.000, opsi kedua tanpa beban kincir air besar dengan sistem *off-grid* terdiri dari 10 unit modul surya 250 Wp, 5 unit baterai 12V 200Ah, inverter 600 W dan SCC 100A dengan biaya investasi awal 46.417.000, dan opsi ketiga tanpa beban kincir air kecil dengan sistem *off-grid* 19 unit modul surya 250 Wp, 10 unit baterai 12V 200Ah, inverter 500 W dan dua unit SCC 100 A dengan biaya investasi awal Rp 88.250.000[13].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, diketahui bahwa sudah ada beberapa perancangan PLTS sebagai sumber energi listrik utama maupun cadangan yang telah dibuat. Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti juga akan melakukan perancangan PLTS sebagai sumber energi listrik utama pada *vertical indoor farming* sebagai salah satu solusi untuk mengatasi kelemahan dari metode tanam ini yang bergantung terhadap kebutuhan listrik yang harus selalu ada. Sistem PLTS yang digunakan pada perancangan ini adalah PLTS sistem *off-grid* yang akan menjadi sumber energi listrik utama *vertical indoor farming* yang akan dikaji pada penelitian ini yaitu milik pak Kristo yang beralamat di Jakarta Utara dengan spesifikasi bangunan *vertical indoor farming* yang dimilikinya yaitu tinggi 2 m, lebar 0.75 m dan panjang 1.5 m, terdapat tiga tingkatan tanaman dengan total 45 lubang tanam. Beban listrik terdiri dari 1 unit pompa air 125 Watt yang hidup selama 24 jam/hari, 15 unit lampu tanaman 18 Watt yang hidup 12 jam/hari, dan 3 unit *fan* 10x10 cm 11 Watt yang hidup selama 24 jam/hari.

Selain aspek teknis, peneliti akan menganalisis aspek ekonomis untuk dapat mengetahui layak atau tidaknya sistem teknologi PLTS ini perlu dilakukan perhitungan manual dimasing-masing komponen agar diketahui spesifikasi yang sesuai bagi sistem, dan analisis ekonomi manual dilakukan pada parameter: *net present value* (NPV) adalah menganalisa tingkat keuntungan dari suatu nilai investasi proyek. Sistem PLTS ini dapat dinilai layak jika nilai NPV bernilai positif dan tidak layak jika bernilai negatif. Waktu pengembalian investasi (PBP) adalah waktu suatu modal investasi yang dimasukkan dalam suatu proyek akan kembali. Ini digunakan untuk melihat seberapa cepat modal yang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



ditanamkan akan tertutupi dari keuntungan yang diperoleh. Perhitungan PBP dapat didapatkan dari rasio nilai investasi terhadap pendapatan pertahunnya setelah pengurangan biaya operasional dan pemeliharaan, dan *internal rate of return* (IRR).

Analisis aspek ekonomi dilakukan untuk mengetahui biaya-biaya yang dibutuhkan PLTS terintegrasi dengan *vertical indoor farming* tersebut sehingga masyarakat mengetahui total biaya investasi keseluruhan dan kapan waktu dari biaya investasi awal kembali sesuai dengan spesifikasi *vertical indoor farming* yang dibuat. Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti tertarik membuat penelitian tentang “**Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terintegrasi Vertical Indoor farming**”, dengan penelitian ini di harapkan dapat menjadi landasan masyarakat yang ingin membuat *vertical indoor farming* dimana pun kedepannya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana cara menghitung profil beban *vertical indoor farming*?
2. Bagaimana cara menganalisis aspek teknis PLTS sistem *off-grid* terintegrasi *vertical indoor farming*?
3. Bagaimana cara menganalisis aspek ekonomis PLTS sistem *off-grid* terintegrasi *vertical indoor farming*?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini yaitu:

- Menghitung profil beban *vertical indoor farming*.
- Menganalisis aspek teknis PLTS sistem *off-grid* terintegrasi *vertical indoor farming*.
- Menganalisis aspek ekonomis PLTS sistem *off-grid* terintegrasi *vertical indoor farming*.

## 1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Sistem PLTS yang digunakan adalah *off-grid*.
2. Aspek teknis meliputi mengetahui potensi surya, menentukan spesifikasi umum PLTS sistem *off grid*, perancangan komponen PLTS dan energi yang dihasilkan.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Sate Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



**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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Aspek ekonomis meliputi biaya investasi awal, biaya investasi penggantian komponen, biaya O&M, *Cash Flow Cost (CFC)*, *Cash Flow Benefit (CFB)*, *Net Present Value (NPV)*, dan *Payback Period (PBP)*.  
Perhitungan dilakukan secara manual mengikuti pedoman *Australia/New zealand Standard TMAS/NZS 4509.2:2010* tentang *Standar Alone System Part 2: System Design*

**Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat pada tugas akhir ini adalah:

1. Dapat memberikan rekomendasi kepada Pak Kristo tentang perencanaan PLTS pada *vertical indoor farming* sebagai salah satu solusi dalam permasalahan ketersediaan listrik dan untuk meningkatkan hasil panen.
2. Dapat menjadi media pembelajaran bagi yang berminat mengembangkan dan mengkaji pengetahuan khususnya pada potensi energi matahari sebagai pembangkit listrik alternatif.
3. Dapat digunakan sebagai acuan dalam penggunaan PLTS untuk *vertical indoor farming*.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Penelitian Terkait

Sebelum melakukan penelitian ini, dilakukan studi literatur yang bertujuan untuk mencari referensi serta teori dari penelitian terdahulu, jurnal, buku dan sumber lainnya yang berhubungan dengan penelitian ini. Beberapa penelitian telah dilakukan yang berhubungan dengan permasalahan pada penelitian ini.

Penelitian pertama berjudul “Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pertanian Subak Semaagung” yang dilakukan bertujuan untuk merancang sistem pompa irigasi sawah dengan PLTS untuk pertanian Subak Semaagung seluas 50 hektar. Manfaat dari penelitian ini adalah agar lahan pertanian yang setiap tahunnya mengalami kekurangan air bisa diatasi. Metode penelitian dalam mengunpulkan informasi adalah dengan survei secara langsung untuk mendapat data-data yang dibutuhkan dalam melakukan perancangan PLTS dimana perhitungan dilakukan secara manual. Dengan memanfaatkan area seluas 300 m<sup>2</sup>, peneliti memasang 158 unit modul surya dengan kapasitas maksimal 52.14kW dan 2 unit inverter 33kW untuk menghidupkan 2 unit pompa *submersible* yang mampu mengalirkan air di musim kemarau sebanyak 1.275.00 liter/hari dengan biaya investasi awal sebesar Rp 1.168.137.010. Kemudian untuk melakukan pemeliharaan, operasional setiap hari, dan penggantian komponen, para petani yang berjumlah 120 orang membayar iuran sebesar Rp 24.273/orang setiap bulannya[11].

Penelitian berikutnya berjudul “Listrik Tenaga Surya Untuk Pompa Submersibel pada *GreenHouse* Hidroponik di Kabupaten Malang” yang dilakukan bertujuan untuk merancang PLTS sebagai sumber energi listrik utama untuk menghidupkan pompa air pada *greenhouse* hidroponik di kabupaten malang. Pada proses pengumpulan informasi yang dibutuhkan dalam merancang PLTS, peneliti melakukan survei langsung ke lapangan untuk berdiskusi dengan metode Diskusi Kelompok Terarah (FGD). Sistem PLTS yang digunakan adalah sistem PLTS *off-grid*. Dengan daya total yang beban sebesar 2.262 kWh per hari, dibutuhkan 2 unit modul surya 250 Wp, 3 unit baterai 100 ah 12V dan 1 unit inverter 1.500 watt. Dari hasil penelitian diketahui bahwa PLTS mampu menyediakan sumber energi listrik untuk menghidupkan 2 unit pompa sirkulasi air hidroponik 35 watt yang bekerja selama 12 jam perhari dan 1 unit pompa *submersible* 450 watt yang bekerja selama 2 jam perhari dan menghasilkan air sejumlah 4.527 liter/hari, dimana hasil tersebut

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengcantumkan 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



sudah mencukupi kebutuhan air pada pertanian sayur sistem hidroganik didalam *Greenhouse*[12].

Penelitian berikutnya berjudul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Kolam Budidaya di Daerah Sentono Menggunakan *Software Pvsyst*” yang bertujuan untuk merancang PLTS pada kolam budidaya di daerah Sentono, Yogyakarta. Pada penelitian ini, dalam merancang PLTS menggunakan beberapa metode seperti studi literatur, metode diskusi, dan metode observasi. Dalam melakukan perancangan PLTS, penelitian ini menggunakan *software Pvsyst* untuk melakukan perhitungan dan simulasi dimana ada tiga opsi rancangan yang bisa dipilih untuk digunakan. Dengan total beban 10,54 kWh untuk kinci air besar, kincir air kecil dan lampu terdapat beberapa opsi pilihan sistem PLTS yang telah dirancang peneliti, yaitu yang pertama dengan sistem *on-grid* untuk semua beban dengan 90 unit modul surya 250 Wp dan Inverter 6000W dengan biaya investasi awal Rp 202.500.000, opsi kedua tanpa beban kincir air besar dengan sistem *off-grid* terdiri dari 10 unit modul surya 250 Wp, 5 unit baterai 12V 200Ah, inverter 600 W dan SCC 100A dengan biaya investasi awal 46.417.000, dan opsi ketiga tanpa beban kincir air kecil dengan sistem *off-grid* 19 unit modul surya 250 Wp, 10 unit baterai 12V 200Ah, inverter 1500 W dan dua unit SCC 100 A dengan biaya investasi awal Rp 88.250.000[13].

Penelitian berikutnya berjudul “Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai untuk Beban Pompa Air 125 watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya”, bertujuan merancang PLTS sebagai penyuplai daya untuk pompa air 125 watt pada kondisi cerah dan mendung. Metode dalam mengumpulkan informasi pada penelitian ini adalah dengan observasi langsung ke lapangan untuk mengetahui data beban dan radiasi matahari. Sistem PLTS yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem *off-grid* dan perhitungannya dilakukan secara manual. Dari hasil penelitian diketahui bahwa pada PLTS dengan beban yang sama persentase jatuh tegangan terbesar terdai pada cuaca mendung yaitu 5.96% dan persentase jatuh tegangan terkecil pada cuaca cerah yaitu 4.32%. Dari hasil pengukuran kapasitas baterai yang dilakukan, pada 10 menit pertama arus yang terukur adalah 16.1 A dan pada menit ke 60 sebesar 13.25 A. Efisiensi rata-rata inverter adalah 46.7835 %. Kebutuhan kapasitas baterai untuk beban pompa air 125 watt menggunakan pembangkit listrik tenaga surya sudah tepat[14].

Penelitian berikutnya berjudul “Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berkapasitas 1,8 KWP Sebagai Sumber Energi *Greenhouse*” yang di buat oleh Syahrul Ramadhan bertujuan untuk merancang PLTS sebagai sumber daya *greenhouse*. Penelitian

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





ini menggunakan metode analisis secara teknis dan ekonomi yang akan diproyeksikan pada desain 3 dimensi dan dirancang menggunakan sistem PLTS *off grid*. Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi dan pengolahan data dilakukan secara kuantitatif. Pada penelitian ini menyatakan bahwa untuk memenuhi beban listrik sebesar 495W dengan pemakaian per hari 5155Wh dibutuhkan 6 buah panel surya berkapasitas 300Wp, baterai 48Volt 100Ah, SCC 40A dan inverter 100W dengan biaya investasi awal pada sistem PLTS sebagai pembangkit listrik Greenhouse sebesar Rp61.662.040[15].

Penelitian berikutnya berjudul “Perancangan PLTS Sebagai Sumber Energi Lampu LED *Super Bright* Dan Pompa Air DC Pada Kolam Ikan Mas”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar output daya dan tegangan yang dihasilkan pada prototipe PLTS yang telah dirancang. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode uji coba dengan membuat prototipe PLTS yang kemudian akan diuji tanpa beban dan dilakukan pengamatan terhadap hasil dari sistem yang telah dibuat. Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa tegangan arus dan daya yang dihasilkan PLTS dengan menggunakan panel 10Wp sangat baik terutama ketika cuaca cerah. Sistem PLTS mampu menghasilkan tegangan hingga 20,22V, arus mencapai 1,78A dan daya yang dihasilkan bisa mencapai 37,38W. berdasarkan pemilihan dan material yang digunakan rincian biaya yang digunakan pada penelitian ini sebesar Rp 1.355.000[16].

Penelitian berikutnya berjudul “Perancangan *Solar Cell* untuk Sistem Hidroponik Vertikal dengan Pencahayaan LED”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang PLTS sebagai sumber energi listrik untuk lampu LED dengan beban listrik sebesar 134 W dengan pemakaian energi listrik perharinya mencapai 1608 Wh. Metode penelitian dilakukan dengan menyiapkan data-data yang dibutuhkan yang kemudian berdasarkan data tersebut akan ditentukan kapasitas dan pemilihan komponen PLTS dengan perhitungan dilakukan secara manual. Perancangan PLTS menggunakan 6 buah panel berkapasitas 100 wp, 12v 60Ah baterai, 45,708 A SCC dan Inverter 1000 W. Berdasarkan hasil perhitungan, disimpulkan bahwa perancangan PLTS layak digunakan karena nilai *performance ratio* nya sebesar 81%[17].

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan terdapat kelebihan kekurangan tersendiri dan masih banyak yang bisa dikembangkan. Pada penelitian [17] memiliki topik penelitian yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan kali ini, yaitu merancang PLTS sebagai sumber energi listrik untuk tanaman didalam ruangan. Adapun perbedaan penelitian [17] dengan penelitian ini terdapat pada jumlah beban listrik, yaitu

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



jika pada penelitian [17] hanya untuk beban lampu LED saja, maka pada penelitian ini PLTS dirancang untuk keseluruhan beban listrik yang ada pada *vertical indoor farming*, yaitu lampu LED, pompa air, dan *fan*. Penelitian kali ini akan berfokus kepada analisis teknis dan ekonomis PLTS sebagai penyuplai sumber tenaga listrik untuk *vertical indoor farming* dengan beban listrik 1 unit pompa air 125 Watt yang hidup selama 24 jam/hari, 15 unit lampu tanaman 18 Watt yang hidup 12 jam/hari, dan 3 unit *fan* 10x10 cm 11 Watt yang hidup selama 24 jam/hari.

### Vertical Indoor Farming

*Vertical Indoor Farming* adalah sebuah metode pertanian dimana tanaman ditanam secara bertingkat diruangan tertutup sebagai upaya menambah hasil produksi tanaman dan tanpa bergantung pada kondisi cuaca alam dengan menggabungkan konsep metode tanam dan pertanian vertikultur[18]. Salah satu metode tanam yang paling banyak digunakan pada *vertical indoor farming* ini adalah metode Hidroponik. Hidroponik adalah teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah dan lebih menekankan pada kebutuhan nutrisi tanaman yang terkandung dalam larutan nutrisi. Sedangkan pertanian vertikultur adalah teknik tanam dengan memanfaatkan bidang vertikal sebagai tempat bercocok tanam yang dilakukan secara bertingkat[6].



Gambar 2. 1 Vertical Indoor Farming[18]

Keuntungan utama dari sistem pertanian ini adalah meningkatnya hasil panen secara signifikan dan mencegah terjadinya gagal panen terhadap perubahan cuaca yang tidak mendukung., tanaman bebas hama, lebih bersih dan bisa dilakukan dimana saja termasuk di perkotaan sehingga bisa menghemat biaya transportasi yang di perlukan. Namun, *vertical indoor farming* juga memiliki kelemahan yaitu sangat bergantung kepada listrik untuk menjalankan proses pengairan, pencahayan dan pengaturan suhu sesuai dengan kebutuhan tanaman[6].

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 UIN Suska Riau.



## 2.2.1 Komponen-Komponen Beban Utama Listrik *Vertical Indoor Farming*

### 1. Pompa Air

Pompa air adalah sebuah mesin atau peralatan mekanis yang berfungsi sebagai media untuk memindahkan atau mempercepat perpindahan air dari suatu tempat ke tempat lainnya. Berdasarkan sumber listrik yang digunakan, pompa air terbagi menjadi dua yaitu pompa air AC dan pompa air DC[19]. Pompa air AC adalah pompa air yang menggunakan sumber arus listrik AC untuk menghidupkannya. Pada *vertical indoor farming*, pompa air digunakan untuk mengalirkan larutan nutrisi kesetiap pipa jalur tanaman hidroponik yang ada.



Gambar 2. 2 Pompa Air[19]

### 2. *Grow Lights* LED

*Grow Lights LED* adalah sumber cahaya buatan yang dirancang untuk menggantikan cahaya matahari bagi tanaman yang ditanam didalam ruangan. Cara kerja *LED Grow Light* adalah memberikan spektrum warna yang sesuai dengan sinar matahari atau menyediakan spektrum warna yang dibutuhkan oleh tanaman untuk berfotosintesi. Selain itu, *LED Grow Light* juga dapat dikondisikan untuk meniru kondisi diluar ruangan dengan berbagai warna, suhu dan keluaran spektrum secara spesifik yang dibutuhkan oleh tanaman[20].



Gambar 2. 3 *Grow Light* Led[21]

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

RIAU



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Exhaust Fan 10 x 10 cm

Exhaust Fan merupakan salah satu perangkat jenis kipas angin yang berfungsi untuk menjaga sirkulasi didalam ruangan. Dengan letaknya di antara indoor dan outdoor, udara panas didalam ruangan dibuang keluar dan di saat bersamaan udara sejuk di luar ruangan dimasukan kedalam ruangan, sehingga selalu ada pergantian udara segar dari luar ruangan untuk mempunyai sirkulasi udara yang baik didalam ruangan tersebut[22].



Gambar 2. 4 Exhaust Fan[22]

3.3. Energi Matahari

Matahari yang berukuran diameter  $1.39 \times 10^9$  yang memiliki suhu sangat panas. Matahari memiliki pancaran radiasi elektromagnetik yang panjang gelombangnya antara 0.3 sampai dengan 3 mikrometer. Jika bumi tidak mempunyai atmosfer, maka radiasi surya yang mempunyai panjang gelombang seperti disebutkan diatas, akan sampai ke permukaan bumi seluruhnya. Radiasi yang sampai pada bagian luar atmosfer disebut radiasi ekstraterrestrial[23].

Radiasi matahari yang dipancarkan oleh permukaan matahari adalah sama dengan perkalian konstanta Stefan-Boltzman pangkat empat temperatur permukaan absolute dan luas permukaan. Dengan garis tengah matahari  $1,39 \times 10^9$  m, temperatur permukaan matahari  $5762K$ , dan jarak rata-rata antara matahari dan bumi sebesar  $1,5 \times 10^{11}$  m. Radiasi surya yang diterima pada satuan luasan diluar atmosfer tegak lurus permukaan matahari pada jarak rata-rata antara matahari dengan bumi disebut konstanta surya adalah  $1353 W/m^2$  dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Energi surya adalah energi berupa sinar dan panas matahari yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi baru yang memiliki potensi yang sangat besar. Selain itu energi surya merupakan salah satu sumber energi bersih yang



tidak menghasilkan polusi dan sepenuhnya dapat diperbarui. Namun energi surya memiliki beberapa kelemahan yaitu ketersediaannya yang tidak dapat diprediksi, intermiten dan bergantung terhadap kondisi perubahan cuaca [23].

## Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

### 1. Definisi Sel Surya (*Solar Cell*)

Sel surya adalah sebuah bahan semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat mengubah energi surya menjadi energi listrik secara langsung dan efisien. Efek fotovoltaiik ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1839 ketika dirinya mendeteksi adanya tegangan listrik ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit[24]. Sel surya terdiri dari bahan fotovoltaiik surya yang berfungsi mengubah radiasi matahari menjadi listrik arus searah (DC). Fotovoltaiik terdiri dari bahan semikonduktor seperti silikon monokristalin, mikrokristalin silikon, silikon polikristalin, tembaga indium selenide atau sulfida, cadmium telluride, dan masih banyak lagi jenis baru yang dalam proses pengembangan.

Modul surya berdasarkan SNI 8395 tahun 2017 adalah kumpulan beberapa sel surya yang digabungkan menjadi sebuah perangkat yang berfungsi mengubah energi surya menjadi energi listrik dan merupakan salah satu komponen utama pada sistem PLTS. Tanpa digabungkan, sel surya tunggal hanya dapat menghasilkan listrik DC sekitar 1-3 watt, yang dimana jika digunakan untuk kebutuhan dirumah tangga ataupun komersial terlalu kecil. Sel surya dihubungkan dengan konfigurasi seri-paralel agar dapat menghasilkan energi listrik yang cukup untuk penggunaan daya yang lebih tinggi. Oleh karena itu, kumpulan beberapa sel-sel surya dihubungkan untuk membentuk sebuah modul surya[25].

Hal Cita Diingat

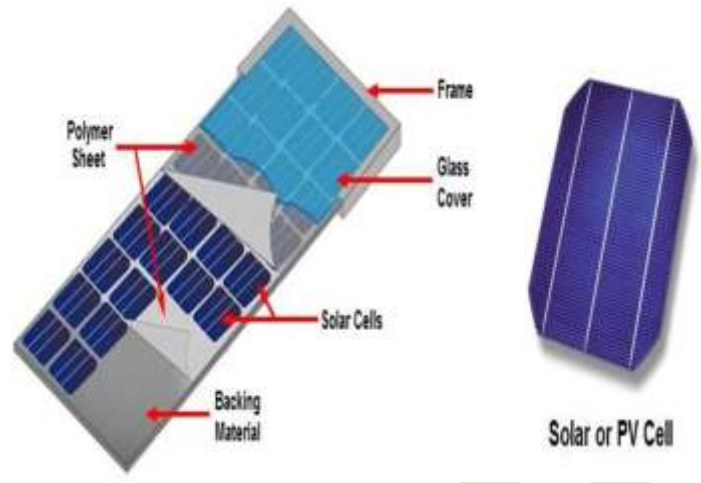
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

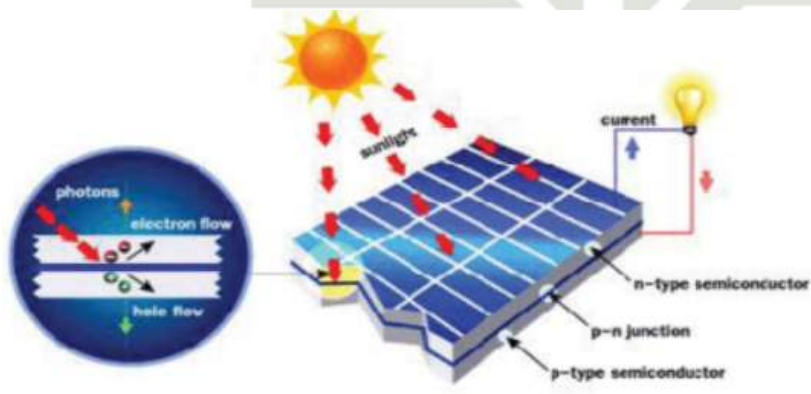
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska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



Gambar 2. 5 Modul Surya dan Sel Surya[25]

**2.4.2 Prinsip Kerja Sel Surya (Solar Cell)**

Sel surya menggunakan prinsip kerja *p-n junction*, yaitu *junction* atau hubungan antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Fungsi dari *p-n junction* ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dan hole bisa di ekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n bersentuhan maka elektron yang berlebih akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub negatif pada semikonduktor tipe-P dan kutub positif pada semikonduktor tipe-p. Sehingga dari aliran tersebut terbentuklah medan listrik yang dimana ketika cahaya matahari atau energi surya mengenai susunan *p-n junction* ini maka elektron akan terdorong bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif yang selanjutnya dimanfaatkan menjadi listrik, dan hole bergerak menuju kontak positif menunggui elektron datang[26].



Gambar 2. 6 Ilustrasi Prinsip kerja Sel Surya[26]

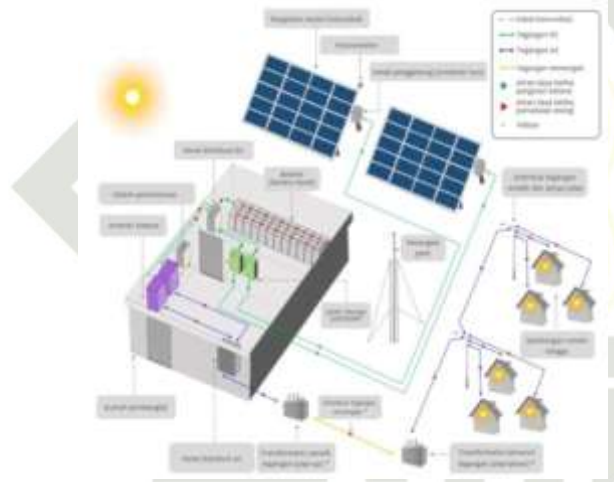


**2.4.3. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Secara umum Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dibagi menjadi tiga sistem yaitu PLTS sistem *Off Grid*, PLTS sistem *On Grid*, dan PLTS sistem *Hybrid*.

**1. PLTS Sistem *Off Grid***

Suatu PLTS *Off Grid* atau biasa disebut PLTS *stand-alone* merupakan PLTS yang beroperasi secara *independent* tanpa terhubung dengan jaringan listrik massal, dalam hal ini PLN. Sistem ini juga disebut *stand-alone PV system*, yaitu sistem pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai sumber utama dan satu-satunya dengan menggunakan rangkaian photovoltaic untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Sistem ini umumnya digunakan pada daerah yang jauh atau tidak terjangkau PLN. Beberapa produk dari sistem ini adalah SHS (*Solar Home System*), PJUTS, dan PLTS Komunal untuk sistem sekala besar[27].



Gambar 2. 7 PLTS *Off-Grid*

Berdasarkan gambar diatas, sistem *off grid* terdiri dari Panel PV, baterai untuk menyimpan daya, *charger controller*, dan inverter yang digunakan untuk mengubah tegangan menjadi AC.

**2. PLTS Sistem *On Grid***

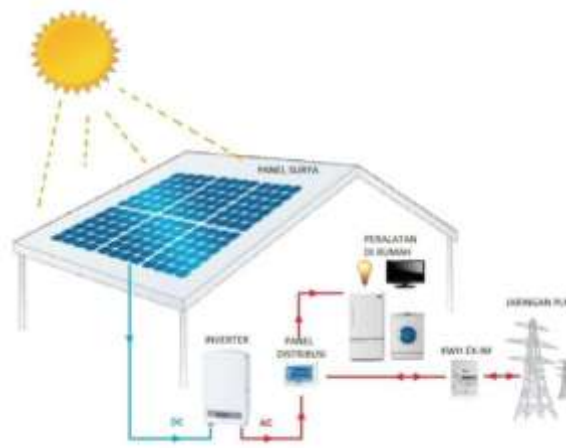
PLTS Sistem *On Grid* merupakan sistem PLTS yang terhubung dengan *grid* PLN. Perbedaan antara sistem *on grid* dengan sistem *off grid* adalah pada sistem *on grid*, daya listrik dari PV disambungkan atau digabungkan dengan jaringan listrik dari PLN, sementara pada sistem *off grid* hanya mengandalkan energi listrik dari panel surya. Tujuan dari sistem *on grid* adalah untuk dapat menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin[27].

Hak Cipta Diindungi 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 UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

©Hak cipta milik UIN Suska Riau  
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

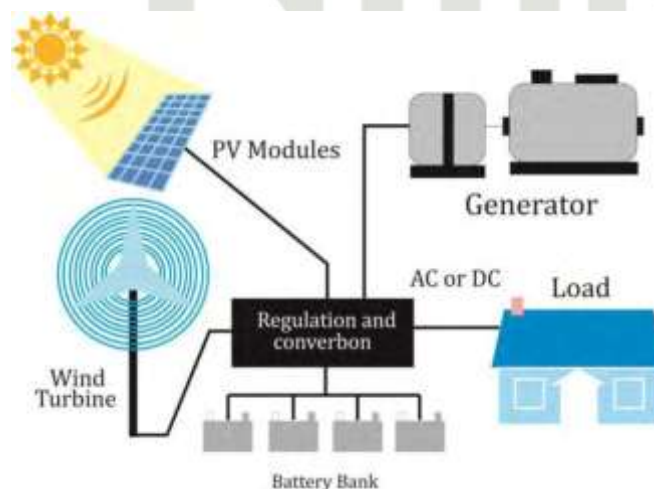
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 2. 8 PLTS On-Grid

**3. PLTS Sistem Hybrid**

PLTS sistem *Hybrid* merupakan PLTS yang konfigurasi hampir sama dengan PLTS sistem *on grid*. PLTS *hybrid* tersambung ke grid dengan pembangkit listrik jenis lain. Biasanya jenis ini memaksimalkan potensi dari tempat berdirinya PLTS. Pada siang hari, ketika PLTS menghasilkan listrik, maka beban akan disuplai oleh PLTS. Pada malam hari beban akan disuplai oleh pembangkit lain. Umumnya sistem pembangkit yang banyak digunakan untuk *hybrid* adalah Genset, PLTS, Mikrohidro, dan Tenaga Angin. Sistem ini merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerah-daerah yang sukar dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN atau yang lainnya[27].



Gambar 2. 9 PLTS Hybrid





#### 2.4.4. Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan PLTS

##### 1. Kelebihan Penggunaan PLTS

Kelebihan dari penggunaan PLTS sebagai pembangkit listrik adalah sebagai berikut[28] :

- a. Tidak Pernah Habis Penggunaan. Karena energi matahari adalah energi yang tidak akan pernah habis dan jumlahnya berlimpah, maka PLTS adalah salah satu pembangkit listrik yang penggunaannya tidak akan pernah habis.
- b. Umur Panel Surya yang Panjang. Hasil riset data lapangan menunjukkan bahwa penggunaan sel surya (*solar cell*) dapat bertahan hingga 25 tahun dengan perawatan yang terjaga.
- c. Biaya Perawatan Rendah. Sel surya hanya tidak membutuhkan perawatan yang maksimal karena PLTS beroperasi dalam menghasilkan energi listrik dalam keadaan diam dan tidak menimbulkan suara, hanya membutuhkan perawatan instalasi saja.
- d. Ramah Lingkungan. Ramah lingkungan dikarenakan pembangkit ini tidak menyumbangkan polusi udara akibat proses pembangkitan energinya yang tidak menggunakan bahan bakar fosil.

##### 2. Kekurangan Penggunaan PLTS

Kekurangan dari penggunaan PLTS untuk digunakan sebagai pembangkit listrik diantaranya adalah sebagai berikut[28] :

- a. Biaya Awal Pembangunan Besar. Dalam membuat PLTS dibutuhkan biaya awal yang besar karena harga setiap komponen PLTS relatif mahal.
- b. Daya Yang Dihasilkan Tidak Pasti. PLTS menghasilkan daya tergantung dari energi matahari yang diterimanya, jika kondisi cuaca mendung maka daya yang dihasilkan tidak maksimal dan ketika malam hari PLTS tidak menghasilkan daya sedikitpun.

#### 2.5. Komponen-Komponen PLTS

##### 2.5.1. Solar Photovoltaic (PV)

Panel Surya (PV) adalah Modul yang mengonversi langsung cahaya matahari menjadi arus listrik. Bahan-bahan tertentu, seperti silikon, secara alami melepaskan elektron ketika mereka terkena cahaya, dan elektron ini kemudian dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan arus listrik. PV memiliki beberapa jenis yang akan di jelaskan sebagai berikut[29]:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### 1. *Monocrystalline*

*Monocrystalline* juga disebut dengan kristal tunggal (mono-Si), Jenis ini adalah jenis yang memiliki efisiensi yang paling tinggi di kelasnya. Dibuat dengan potongan-potongan kristal yang sama, sehingga memiliki karakteristik yang sama setiap selnya, efisiensi pada *monocrystalline* mampu mencapai 15-20% oleh karena itu harga *monocrystalline* lebih mahal di kelasnya.



Gambar 2. 10 *Monocrystalline*[29]

Kelemahan dari *monocrystalline* adalah memiliki bentuk seperti terpotong pada bagian tepi atau segi enam, ketika beberapa sel jenis ini disatukan maka akan membentuk ruang kosong pada daerah tengah antara sel yang dimana dalam skala besar akan menyebabkan ruang sisa yang cukup banyak. Kelemahan berikutnya yang terdapat pada *monocrystalline* adalah penyerapan panas yang lebih banyak dari *polycrystalline* hal ini dikarenakan warna pada sel *monocrystalline* berwarna hitam, akibatnya suhu pada permukaan sel *monocrystalline* lebih panas dibandingkan dengan *polycrystalline*.

### 2. *Polycrystalline*

*Polycrystalline* dibuat lebih sederhana di bandingkan *monocrystalline*, cara pembuatannya ialah dengan mencairkan kristal-kristal silikon dan menuangnya ke cetakan kemudian didinginkan, karena menggunakan cetakan maka dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Efisiensi yang di hasilkan oleh *polycrystalline* adalah sekitar 13-16%.

- 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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

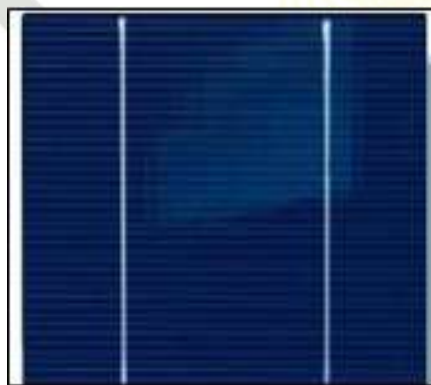


Gambar 2. 11 *Polycrystalline*[29]

Warna kebiruan pada polycrystalline menyebabkan suhu pada permukaan sel tidak setinggi pada *monocrystalline*, akan tetapi untuk menghasilkan daya listrik yang sama *polycrystalline* akan membutuhkan luas permukaan yang lebih luas.

### 3 *Thin Film*

*Thin Film* merupakan panel surya yang menggunakan banyak lapisan material sebagai lapisan pembentuknya, ketebalan pada material yang terdapat pada panel ini mencapai nanometer (nm) hingga micrometer ( $\mu\text{m}$ ). Efisiensi PV *thin film* (5-6%) dengan biaya material dan biaya produksi pembuatan jauh lebih murah dibandingkan *monocrystalline* atau *polycrystalline*.



Gambar 2. 12 *Thin Film*

#### 2.5.2. *Solar Charger Controller (SCC)*

*Solar Charge Controller (SCC)* berfungsi sebagai pengaman untuk membatasi arus listrik yang masuk maupun keluar dari baterai. SCC berfungsi untuk mencegah pengisian daya (*charging*) yang berlebihan serta melindungi baterai dari tegangan berlebih. Selain itu, SCC juga mencegah energi listrik yang tersimpan didalam baterai tidak terkuras sampai habis yang berguna untuk menjaga kondisi baterai tetap sehat. Terdapat beberapa tipe SCC yang secara otomatis dan terkontrol dapat memutus tegangan suplai beban agar



mencegah terjadinya kondisi *deep discharge* pada baterai yang bisa memperpendek umur pemakaian baterai[30].



Gambar 2. 13 Solar Charger Controller

*Maximum Power Point Tracker* (MPPT) merupakan salah satu fitur SCC yang sangat bermanfaat untuk mempercepat pengisian baterai karena modul PV akan selalu beroperasi pada output Titik Daya Maksimal pada kondisi yang bervariasi sesuai dengan radiasi matahari[30]. Modul PV ini akan secara otomatis berhenti menghasilkan daya maksimal ketika baterai sudah hampir mencapai batas maksimum charging. Keuntungan lainnya dengan menggunakan MPPT adalah sistem tegangan rangkaian seri modul PV dan tegangan baterai tidak perlu sama, contohnya ketika sistem tegangan baterai yang digunakan adalah 24 Vdc, maka sistem tegangan modul PV bisa 36 Vdc atau lainnya[30].

### 2.5.3. Inverter

Berdasarkan konfigurasi sistem PLTS *off grid*, ada beberapa jenis inverter, yaitu[30]:

#### 1. DC-AC Inverter, Sistem Off Grid DC-Coupling

Inverter daya DC-AC adalah sebuah alat elektronik yang memiliki fungsi mengubah tegangan DC dari keluaran modul PV atau baterai menjadi sistem tegangan AC. Pengubah sistem tegangan DC-AC ini sangat berguna dikarenakan pada umumnya peralatan listrik yang ada memerlukan suplai daya tegangan AC[30].

#### 2. String Inverter, Sistem Off Grid AC-Coupling

*PV String Inverter* adalah sebuah unit komponen yang dapat merubah input tegangan DC secara langsung dari menjadi *output* tegangan AC dari modul PV. Dalam beroperasi, unit ini harus diparalelkan dengan sumber tegangan AC lainnya, dimana *output* dari *string inverter* di-interkoneksi-kan dengan tegangan AC yang bersumber dari pembangkit lainnya seperti diesel genset atau *(Bi-directional) Battery Inverter*. Karena memiliki kemampuan untuk beroperasi paralel pada tegangan AC, maka sistem ini memiliki keuntungan, yaitu jika dimasa yang akan datang ingin di

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip 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 UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ubah menjadi sistem *on grid* maka tidak memerlukan perubahan yang banyak dikarenakan tegangan dari PLN bisa langsung di-interkoneksi-kan pada jaringan AC *coupling* yang sudah ada. Dengan adanya tambahan daya listrik dari output *String Inverter* dapat mengurangi beban bagi pembangkit lainnya, sehingga bila pembangkit tersebut berupa diesel genset, maka konsumsi BBM diesel akan lebih hemat[30].



Gambar 2. 14 String Inverter

Fitur MPPT biasanya juga terdapat pada *string inverter* supaya *output* daya sistem PLTS selalu pada posisi maksimal mengikuti iradiasi matahari. Akan tetapi untuk mencegah terjadinya kondisi *reverse power* pada diesel genset, yaitu saat konsumsi daya beban lebih kecil dari daya output sistem PLTS, maka *string inverter* dikontrol *output*nya sesuai kebutuhan beban dan bila dalam sistem PLTS ini terdapat *Bidirectional Battery Inverter*, maka kelebihan beban bisa digunakan untuk *charging battery*[30].

### 3. **Battery Inverter Sistem Off Grid AC-Coupling**

*Battery Inverter* adalah unit yang berfungsi untuk merubah tegangan *input* DC dari baterai menjadi tegangan *output* AC pada proses *discharge*, dan sebaliknya juga untuk merubah tegangan *input* AC dari *grid* menjadi tegangan *output* DC pada saat proses *charging*. Karena sifat yang bisa dua arah ini, maka *battery inverter* pada sistem ini disebut juga sebagai *Bidirectional Battery Inverter*[30].

#### 2.5.4. Baterai

Baterai merupakan salah satu komponen yang berfungsi untuk menyimpan daya yang paling banyak digunakan. Baterai menjadi salah satu komponen penting pada sistem



PLTS terpusat. Jumlah daya, efisiensi, perawatan baterai dan masa pakai adalah parameter penting dari baterai yang mempengaruhi kinerja dari PLTS terpusat. Baterai yang paling sesuai digunakan pada sistem PLTS adalah yang memiliki karakteristik *Deep Discharge*, yang artinya baterai ini dapat di-*discharge* daya listriknya hingga tersisa 20% dari kapasitas baterai. (Pada umumnya baterai yang digunakan pada kendaraan bermotor untuk starting hanya bisa di-*discharge* hingga 80% dari kapasitas daya baterai, jika melebihi maka umur baterai menjadi berkurang)[30].



Gambar 2. 15 Baterai

## 2.6. Aspek Teknis

Spesifikasi umum PLTS ditentukan menggunakan rumus-rumus yang terdapat pada standar AS/NZS 4509.2, sebagai berikut[31]:

### 1. Menentukan efisiensi inverter ( $\eta_{inv}$ )

Menentukan efisiensi inverter dianjurkan untuk menggunakan inverter dengan efisiensi paling tinggi.

### 2. Design load energy ( $E_{tot}$ )

Design load energy merupakan total kebutuhan energi listrik yang harus disuplai oleh PLTS yang dapat diketahui menggunakan persamaan berikut:

$$E_{tot} = \frac{E}{\eta_{inv}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- $E_{tot}$  = Total kebutuhan energi harian (Wh)
- $E$  = Listrik per hari (Wh)
- $\eta_{inv}$  = Efisiensi Inverter (%)

1. Dilarang menyalin 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 UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### 3. Menentukan sudut kemiringan (*tilt angle*)

Menentukan *tilt angle* berfungsi untuk mengoptimalkan produksi dari PV Array. Menurut AS/NZS 4509.2:2010, menentukan *tilt angle* bergantung pada nilai derajat lintang dan variasi radiasi matahari sepanjang tahun dimana minimal *tilt angle* modul surya adalah  $15^\circ$ .

### 4. Menentukan nominal tegangan bus DC (Vdc)

Nominal tegangan bus DC ditentukan bertujuan untuk sebagai referensi tegangan semua komponen yang akan terhubung pada jalur bus DC.

### 5. Konfigurasi sistem

Konfigurasi sistem pada perancangan PLTS sistem *off grid*.

#### 2.6.1. Perancangan dan Pemilihan Komponen Utama PLTS

Pada tahap ini perancangan dan pemilihan komponen utama PLTS sistem *off grid* adalah dengan melakukan perhitungan secara teoritis dan manual sesuai dengan rumus-rumus yang ada pada panduan *Australian/New Zealand Standard TM AS/NZS 4509.2 tentang Stand Alone Power System Part 2: System Design*. Tujuan tahap ini yaitu untuk menghasilkan sebuah desain PLTS sistem *offgrid* yang efisien dan optimal[31].

#### 1. Modul Surya

Dalam melakukan pemilihan dan perancangan modul surya, sebelum menentukan kapasitas dan jumlah modul surya yang digunakan, terdapat beberapa hal yang menjadi variabel perhitungan sebagai berikut:

##### a. Oversupply co-efficient ( $f_o$ )

Dalam mendesain kapasitas pembangkit terdapat nilai kelebihan suplai energi yang digunakan, nilai tersebut disebut *oversupply co-efficient*.

##### b. Nominal efisiensi baterai ( $\eta_{bat}$ )

Baterai *lead acid* digunakan disetiap PLTS menurut AS/NZS 4509.2:2010 memiliki efisiensi hingga 90% sampai dengan 95%.

##### c. Pemilihan Modul Surya

Desainer bebas memilih modul surya dengan membandingkan kekurangan dan kelebihan dari masing-masing jenis yang telah dijelaskan.

##### d. Irradiation on tilted plane ( $H_{tilt}$ )

*Irridation on titled plane* merupakan radiasi yang diterima pada *title angle* modul surya yang dipasang.

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 UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**e. Design load energy setiap PV Array ( $E_{tot}$ )**

Pada penelitian ini perancangan PLTS sitem *off grid* ditentukan beberapa rangkaian PV Array untuk disesuaikan dengan kapasitas SSC yang dirancang.

$$\text{Design load energy } (E_{tot}) \text{ setiap PV Array} = \frac{E_{tot}}{\text{Jumlah PV Array}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$E_{tot}$  = Total kebutuhan energi harian (Wh)

**f. Design load (Ah)**

Design load Ah adalah nilai kebutuhan energi listrik dalam satuan Ah. Nilai ini didapatkan dari pembagian total kebutuhan energi harian dibagi tegangan bus DC.

$$\text{Design load Ah} = \frac{E_{tot}}{V_{dc}} \quad (2.3)$$

**g. Required Array Output**

Required Array Output merupakan nominal daya yang harus disuplai dalam satuan (Ah), dengan memperhitungkan efisiensi baterai.

$$\text{Required Array output Ah} = \frac{\text{Design load Ah}}{N_{bat}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$N_{bat}$  = Efisiensi baterai (%)

**h. Daily Charger output per module**

Daily charger output per module merupakan energi yang diproduksi satu modul per hari, dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daily Charger output} = (1 - \text{Toleransi pabrik}) \times I_{T,V} \times f_{dirt} \times H_{tilt} \quad (2.5)$$

Keterangan:

Toleransi Pabrik = Toleransi pabrik terhadap daya keluaran (%)

$I_{T,V}$  (NOCT)(A) = Arus hubung singkat dibawah temperatur operasi

$f_{dirt}$  = Derating factor karena debu (%)

$H_{tilt}$  = Radiasi title angle

**i. Number of parallel strings required ( $N_p$ )**

Number of parallel strings required merupakan jumlah modul surya dihubung secara paralel dengan menggunakan rumus sebagai berikut::





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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

$$N_p = \frac{\text{Required Array Output} \times f_o}{\text{Daily Charger Output Module}} \tag{2.6}$$

Keterangan:

*Required Array Output* = Arus hubung singkat dibawah temperatur operasi (A)

*Daily Charger Output* = *Derating factor* karena debu (%)

*Fo* = *Oversupply co-efficient* 1,3-2

**Number of series modules per string (Ns)**

*Number of series modules per string* merupakan jumlah modul surya terhubung secara seri dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_s = \frac{V_{dc}}{V_{oc}} \tag{2.7}$$

Keterangan:

Vdc = Nominal tegangan bus DC (V)

Voc = Nominal Tegangan Modul (V)

**k. Total number of modules in Array (N)**

*Total number of modules in Array* merupakan total semua modul surya yang digunakan dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = N_p \times N_s \tag{2.8}$$

Keterangan:

*Np* = *Number of parallel strings required*

*Ns* = *Number of series modules per string*

**l. Kapasitas setiap PV Array (PPV Array)**

Setelah mengetahui jumlah semua modul yang digunakan, selanjutnya nilai kapasitas daya dari PV Array pada PLTS sistem *Off-Grid* dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut:

$$P_{PV Array} = \text{jumlah modul surya} \times \text{daya per modul surya} \tag{2.9}$$

**m. Kapasitas Total PV Array (Ppv Array)**

Pada penelitian ini untuk mengetahui kapasitas total daya dari keseluruhan PV Array pada PLTS sistem *off grid* menggunakan persamaan berikut:

$$N (\text{Total}) = N \times \text{Jumlah PV Array} \tag{2.10}$$

$$P_{PV Array} (\text{Total}) = N (\text{Total}) \times P_{stc}$$

Keterangan:

N (Total) = Total keseluruhan modul

*P<sub>PV Array</sub>* (Total) = Kapasitas total daya dar seluruh PV Array



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$P_{stc}$  = Kapasitas modul

**n. Losses Module**

Pada penelitian ini untuk mengetahui penurunan efisiensi modul surya disaat beroperasi menggunakan persamaan berikut:

$$T_{modul} = T_{amb} + (NOCT - 20^{\circ}) \frac{I}{800} \tag{2.11}$$

$$\eta_{modul} = (T\alpha) \times ((T_{modul} - 25^{\circ}C)) \tag{2.12}$$

Keterangan :

$T_{modul}$  = Temperatur modul disaat beroperasi

$T_{amb}$  = Temperatur lingkungan

$\eta_{modul}$  = Penurunan efisiensi modul disaat beroperasi

**2. Solar Charger Controller (SCC)**

Dalam upaya menghindari kerusakan baterai dikarenakan arus masuk yang tidak stabil maka dalam pemilihan SCC mengikuti tahapan sebagai berikut:

- 1 *x h rate capacity of selected cell/block*, adalah kapasitas yang tertera pada manufacture baterai.
- 2 *x h rate capacity of battery bank*, merupakan total kapaistas baterai yang digunakan, disimbolkan dengan  $C_x$ .
- 3 *x h rate capacity of battery bank*, merupakan arus maksimum yang harus dihasilkan SCC, disimbolkan dengan  $I_x$ .

$$I_x = \frac{\text{h rate capacity of battery bank}}{x} \tag{2.13}$$

4 *Max charge voltage at typical ( $V_{bc}$ )*, merupakan tegangan normal maksimum charger dari baterai charge regulator pada arus maksimum.

$$V_{bc} = \text{typically voltage per cell} \times N_s \tag{2.14}$$

5 *Battery charge max apparent power ( $S_{bc}$ )*, adalah daya nyata maximum yang dikonsumsi oleh baterai charger pada kondisi saat arus output maksimum dan tegangan pengisian normal maksimum (VA).

$$S_{bc} = \frac{I_{bc} \times V_{bc}}{n_{bc} \times p_{fbc} \times 1000} \tag{2.15}$$

Keterangan:

$I_{bc}$  = Arus keluaran (A)

$V_{bc}$  = Tegangan normal maksimum charge (V)

$n_{bc}$  = Nominal charge efficiency (%)

$p_{fbc}$  = Power faktor (%)



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Terdapat beberapa variabel perhitungan dalam merancang dan memilih baterai

**a. Design load Ah for battery sizing**, adalah kebutuhan energi listrik yang menjadi patokan dalam menentukan kapasitas baterai.

**b. Target hari otonomi (autonomy) ( $T_{out}$ )**, adalah target jumlah hari operasi maksimum baterai yanpa *input* dari *PV Array* sebelum melewati DoD maksimum baterai.

**Maximum Depth of Discharge ( $DoD_{max}$ )**, adalah batas pengosongan dari baterai atau besarnya muatan listrik maksimum dari baterai yang diizinkan untuk digunakan.

**Kapasitas baterai pada nominal battery discharge rate ( $C_x$ )**, berdasarkan AS/NZS 4509.2:2010,  $C_x$  dipilih harus dengan mempertimbangkan durasi dan beban maksimum, *discharge rate* 100 jam sesuai digunakan untuk kebutuhan beban rendah dan *discharge rate* 20 Jam sesuai dengan beban tinggi.

**e. Faktor koreksi temperatur**, berdasarkan standar AS/NZS 4509.2:2010, untuk baterai dengan *discharge rate* 20 jam, faktor koreksi temperatur adalah 98%.

**f. Kapasitas baterai yang diperlukan**, untuk mengetahui nilai besar kapasitas baterai yang diperlukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Ah = \frac{\text{Design load Ahx } T_{out}}{\text{DoDmax} \times \text{Faktor koreksi temperatur}} \quad (2.16)$$

Keterangan:

$Design\ load\ Ah$  = Kebutuhan energi listrik (Ah)

$T_{out}$  = Target hari otonomi

$DoD_{max}$  = Batas pengosongan dari baterai (%)

**Pemilihan baterai**, pemilihahn baterai disesuaikan dengan spesifikasi dankebutuhan PLTS sistem *Off-Grid* yang dibuat.

**Jumlah baterai terhubung seri**, adapun untuk mengetahui jumlah baterai yang terhubung seri menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Baterai terhubung seri} = \frac{V_{dc}}{V_{dc}} \quad (2.17)$$

Keterangan:

$V_{dc}$  = Nominal tegangan bus DC (V)



**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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

V<sub>dc</sub> = Nominal baterai (V)

**Jumlah baterai terhubung paralel**, adapun untuk mengetahui jumlah baterai yang terhubung paralel menggunakan persamaan berikut::

$$\text{Baterai terhubung paralel} = \frac{\text{Kapasitas baterai diperlukan}}{\text{Kapasitas baterai ada } C_x} \quad (2.18)$$

**Total jumlah baterai**, setelah mengetahui jumlah baterai yang dihubungkan secara seri dan paralel, selanjutnya dapat ditentukan total baterai yang diperlukan dalam perancangan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Total} = \text{Baterai terhubung seri} \times \text{Baterai terhubung parallel}$$

**Capacity of battery bank at nominal discharge rate**, merupakan kapasitas baterai yang dihasilkan setelah perancangan, dapat diketahui menggunakan rumus berikut:

$$C_x(\text{Design}) = \text{Kapasitas baterai} \times \text{jumlah string parallel}$$

**l. Day of autonomy for selected battery**, adalah jumlah hari yang dapat dilayani oleh baterai dalam mensuplai energi ke beban tanpa adanya energi dari PLTS:

$$A = \frac{\text{DoDmax} \times \text{capacity} \times \text{faktor koreksi temperatur}}{\text{Design load Ah for battery sizing}} \quad (2.19)$$

**m. Nominal daily DoD**, merupakan besarnya discharge rata-rata harian dari baterai yang dsimbolkan dengan DoD.

$$\text{DoD} = \frac{\text{Design load Ah}}{\text{Capacity of battery (Design)}} \quad (2.20)$$

**4. Inverter**

Merujuk AS/NZS 4509.2:2010, untuk merancang dan memilih inverter yang digunakan harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Kapasitas daya inverter ditentukan dari daya *output* seluruh *PV Array*
- b. Kapasitas daya inverter yang direncanakan harus dilebihkan 10% (*Safety Factor*)
- c. Kualitas gelombang (direkomendasikan *pure sine wave*)
- d. Efisiensi inverter
- e. Rentang tegangan operasi DC
- f. Tegangan dan frekuensi keluaran
- g. Konfigurasi sistem

Dari beberapa kriteria tersebut untuk menentukan kapasitas inverter akan disesuaikan dengan kebutuhan dari PLTS sismte *off-grid* yang selanjutnya ditambah 10% atau dikali 1.1 dari daya inverter yang telah direncanakan untuk keamanan



Hak Cipta Diindungi 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 UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

inverter. Pemilihan kapasitas inverter dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut::

$$Kapasitas\ inverter = kapasitas\ PLTS \times fo \tag{2.21}$$

**Aspek Ekonomis**

Sistem PLTS dianggap sebagai solusi energi listrik yang ramah lingkungan akan tetapi mahal. Namun dengan desain dan operasi yang optimal dan efektif, sistem PLTS yang telah dirancang akan dapat mengembalikan modal investasi dan mendapatkan keuntungan yang lebih lanjut. Adapun analisis aspek ekonomis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. **Biaya investasi awal**, merupakan biaya awal untuk pembelian komponen-komponen PLTS, biaya pemasangan, biaya pendukung, biaya penggantian dan lainnya.
- b. **Biaya Pemasangan**, Standar biaya pemasangan pembangkit listrik tenaga surya terpusat berdasarkan data OJK 2016 sebesar US\$ 2.5 /Wp.
- c. **Biaya pemeliharaan**, adalah biaya operasi selama 1 tahun yang didalamnya terdapat biaya pajak, asruansi, gaji operator dan lainnya. Biaya pemeliharaan ini biasa disebut Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&M).
- d. **Salvage value**, merupakan nilai sisa yaitu sebesar 20% dari sistem PV di akhir hidupnya.
- e. **Analisa Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost)**, adalah keseluruhan biaya yang dibutuhkan oleh suatu sistem selama masa operasinya. Pada PLTS, biaya siklus hidup (LCC) ditentukan oleh nilai sekarang dari biaya total sistem PLTS yang terdiri dari biaya investasi awal, pemeliharaan dan operasional serta biaya pengganti baterai dan di kurang nilai sisa. Dalam *Software PV Syst*, Biaya siklus hidup (LCC) dapat menggunakan persamaan[32]:

$$LCC = C + M_{PV} + R_{PV} - S_{PV} \tag{2.22}$$

Keterangan:

- LCC = Biaya siklus hidup.
- C = Biaya awal
- M<sub>PV</sub> = Biaya pemeliharaan
- R<sub>PV</sub> = Biaya perbaikan dan biaya penggantian komponen.
- S<sub>PV</sub> = Nilai sisa (20%)



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

f. **Present Values (PV)**, atau nilai sekarang dari biaya penggantian komponen untuk beberapa waktu mendatang, akan tetapi sebelum itu nilai *Present Worth function* (PWF) harus diketahui, Dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$PWF = \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right] \tag{2.23}$$

$$R_{pw} = B \times PWF$$

Keterangan = Biaya penggantian komponen

**Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&M)**, biaya operasional dan pemeliharaan PLTS dalam setahun yang biasanya diperhitungkan sebesar 1-2% dari total biaya investasi awal[33].

$$M = 1\% \times \text{Total biaya investasi awal.} \tag{2.24}$$

h. **Analisa Levelized Cost Of Energy (LCOE)**, merupakan biaya rata-rata per kWh energi listrik yang dihasilkan.

i. **Net Present Value (NPV)**, adalah metode yang digunakan untuk menghitung nilai bersih pada waktu saat ini metode perhitungan ini terdiri dari *cash flow benefit* (CFB) dan *cash flow cost* (CFC)[34].

$$NPV (Rp) = \sum CFB (Rp) - CFC(Rp) \tag{2.25}$$

Jika:

1. NPV > 0, Berarti layak untuk dilaksanakan.
2. NPV < 0, Berarti tidak layak untuk dilaksanakan.
3. NPV = 0, Berarti tidak untung dan tidak rugi.

Dengan:

a. **Cash Flow Benefit (CFB)**, adalah arus masuk uang tahunan selama sistem berjalan dan berjalan. Arus kas masuk dihitung berdasarkan tingkat bunga untuk tahun tersebut.

$$CFB (Rp) = \sum_{t=0}^n \text{Cost} (1 + i) \tag{2.26}$$

**Cash Flow Cost (CFC)**, adalah arus kas keluar tahunan selama sistem berjalan dan berjalan. Jumlah ini adalah jumlah total yang diinvestasikan dalam sistem selama n tahun. Jika dalam jangka waktu yang ditentukan, pembayaran berulang memiliki nilai yang sama, perhitungan CFC menggunakan faktor pembobotan saat ini (PWF).

$$CFB (Rp) = \sum_{t=0}^n \text{Investasi} - PWF \tag{2.27}$$



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

j. **Waktu Pengembalian Investasi (*Payback Period*)**, ialah jumlah waktu yang diperlukan untuk memulihkan modal atau investasi awal setelah proyek dibangun. Periode pengembalian dapat ditemukan dengan menghitung nilai masa kerja proyek dan menghitung nilai sekarang bersih. Selama periode pengembalian modal ini, rencana investasi dikatakan dapat dicapai jika  $k \leq n$  dan sebaliknya (di mana  $k$  adalah jumlah periode pengembalian modal dan  $n$  adalah usia investasi)[34].

$$PBP(\text{tahun}) = \text{Year before recovery} + \frac{\text{Biaya investasi awal}}{NPV \text{ kumulatif}} \quad (2.28)$$

Keterangan:

*Year before recovery* = Jumlah tahun sebelum tahun pengembalian final (tahun)  
 NPV Kumulatif = Jumlah kas bersih nilai sekarang per tahun (Rp)

k. **Internal Rate of Return (IRR)**, adalah metode perhitungan investasi dengan menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih di waktu mendatang[34].

Dimana :

1. IRR lebih besar dari pada suku bunga Bank maka proyek layak dilaksanakan.
2. IRR lebih kecil dari pada suku bunga Bank maka proyek tidak layak untuk dilaksanakan.

$$IRR(\%) = i_1 + \left\{ \left( \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \times (i_2 - i_1) \right\} \quad (2.29)$$

Keterangan:

IRR = *Internal Rate of Return* (%)  
 NPV<sub>1</sub> = *Net Present Value* dengan tingkat bunga rendah (Rp)  
 NPV<sub>2</sub> = *Net Present Value* dengan tingkat bunga tinggi (Rp)  
 = Tingkat bunga pertama (%)  
 = Tingkat bunga kedua (%)



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah metode penelitian dengan kriteria sistematis, terencana, terstruktur dengan jelas dan hasilnya adalah data *numeric*/angka. Pada penelitian ini, aspek kuantitatif adalah pengumpulan data primer tentang kebutuhan energi listrik harian dan beban puncak harian pada *vertical indoor farming* yang dirancang dengan menggunakan teknik wawancara dan kuensioner.

#### 3.2. Prosedur Penelitian

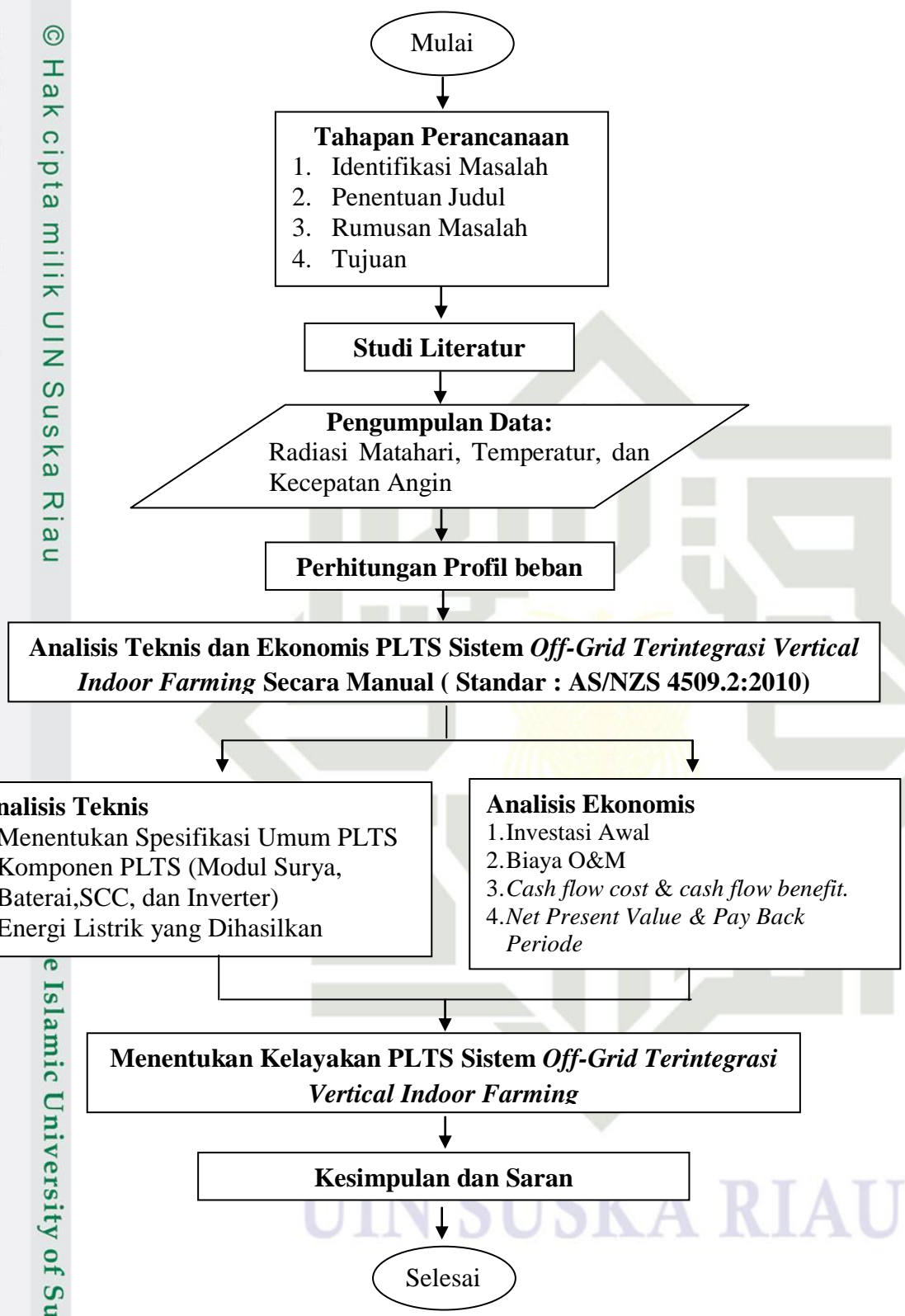
Prosedur penelitian adalah acuan utama dalam tahapan melaksanakan penelitian ini. Prosedur penelitian dimulai dari tahap perancangan seperti indentifikasi masalah, rumusan masalah dan tujuan yang berhubungan terhadap penelitian, kemudian melakukan studi literatur penelitian, mengumpulkan data dan membuat konsep pemodelan, melakukan perhitungan manual sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan langkah terakhir melakukan penarikan kesimpulan. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini.

- 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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Prosedur Penelitian

**3.3. Tahapan Perencanaan**

Hal yang pertama disiapkan adalah tahap perencanaan dimana di tahap ini semua hal teknik yang dilaksanakan akan disusun dengan jelas untuk memudahkan penelitian



yang dilakukan berjalan sesuai rencana. Adapun tahapan perancangan pada penelitian ini

1. Diketahui:

### 1. Identifikasi Masalah

Adapun permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah kelemahan dari sistem *vertical indoor farming* menurut Pak Kristo yaitu sistem ini sangat bergantung kepada listrik untuk menjalankan proses pengairan dan pencahayaan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Ketika listrik padam maka kondisi syarat tumbuh tanaman tidak dapat dipenuhi yang mengakibatkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik. Dengan adanya masalah tersebut maka dinilai kebutuhan energi listrik pada *vertical indoor farming* cukup tinggi dan harus selalu ada.

Di Indonesia, penyediaan listrik disediakan oleh PT PLN, namun ada kalanya terjadi pemadaman listrik yang diakibatkan oleh beberapa faktor yang disengaja maupun tidak disengaja. Pemadaman listrik yang terjadi ini sangat mempengaruhi kegiatan bertani dengan menggunakan metode *vertical indoor farming*, sehingga dibutuhkan sebuah sumber energi listrik lain yang mampu menjadi sumber cadangan energi listrik ketika listrik dari PLN padam ataupun mampu menjadi sumber energi listrik utama dalam kegiatan bertani ini.

### 2. Penentuan Judul

Berdasarkan permasalahan yang ada maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terintegrasi *Vertical Indoor Farming*”.

### 3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana cara merancang PLTS sistem *off grid* sebagai sumber daya utama pada *vertical indoor farming* dan bagaimana cara untuk menganalisis teknis dan ekonomis PLTS perancangan tersebut.

### 4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu menghasilkan rancangan PLTS sistem *off grid* yang dapat memenuhi kebutuhan beban listrik pada *vertical indoor farming* dan mengetahui hasil dari analisis teknis dan ekonomis. Sedangkan manfaat pada penelitian ini adalah agar dapat dijadikan acuan dalam membangun PLTS ataupun acuan pada penelitian selanjutnya.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau  
Sateh Islamic University of Sunanarsyarif Kasim Riau



### 3.4. Studi Literatur

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengumpulan beberapa penelitian yang dibutuhkan untuk menjadi referensi yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, jurnal, buku dan sumber lainnya yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diselesaikan

#### Studi Potensi Energi Listrik

Pada tahap ini dengan menggunakan Google Earth akan dilakukan penentuan titik koordinat lokasi penelitian. Data potensi radiasi matahari didapat dari data *surface meteorology and solar energy* (SMSE) milik NASA yang terdiri dari data radiasi matahari ( $\text{kWh/m}^2/\text{hari}$ ). Data radiasi matahari dapat diperoleh dengan memasukan koordinat lokasi yang didapatkan di *Google Earth*.

### 3.6. Studi Beban Listrik

Pada tahap ini akan dilakukan wawancara kepada wirausahawan *vertical indoor farming* untuk mengetahui konsumsi beban harian dan beban puncak pada sistem pertanian ini. Tujuan mengetahui beban harian adalah untuk menentukan kapasitas *PV Array* yang dibutuhkan dan mengetahui beban puncak adalah untuk menentukan kapasitas inverter yang dibutuhkan. Pada studi beban ini akan dilakukan dua tahap yaitu:

#### 1. Membuat Daftar Beban Listrik

Pada tahap ini akan didata dan disesuaikan dengan jenis beban, jumlah beban, rating daya, dan waktu beban digunakan yang kemudian akan dimasukan kedalam *spreadsheet* agar mudah untuk memperoleh nilai dari beban tersebut.

#### 2. Membuat Profil Beban

Pada tahapan ini perhitungan dilakukan untuk mendapatkan data konsumsi energi harian yang selanjutnya akan dibuat tabel urutan beban berdasarkan waktu penggunaan, selanjutnya beban puncak harian bisa didapatkan dengan menghitung berapa total beban yang hidup secara serentak setiap jamnya selama durasi 24 jam. Tujuan dilakukan studi beban listrik adalah untuk mendapatkan data konsumsi energi listrik harian dan beban puncak harian..

### 3.7. Data yang Dibutuhkan dan Sumber Data

#### 3.7.1. Data Primer

Tabel 3.1 Data Primer yang Dibutuhkan dan Sumber Data

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. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



No	Data Yang dibutuhkan	Sumber data
1.	Profil beban yang meliputi: 1. Konsumsi energi listrik harian 2. Beban puncak harian	Wawancara kepada wirausahawan yang bergerak pada bidang <i>vertical indoor farming</i> .
2.	Tanggapan terhadap perencanaan pembangkit listrik tenaga surya	Wawancara kepada wirausahawan yang bergerak pada bidang <i>vertical indoor farming</i> .
3.	Profil Spesifikasi <i>vertical indoor farming</i> (jumlah tanaman dan biaya listrik perbulan)	Wawancara kepada wirausahawan yang bergerak pada bidang <i>vertical indoor farming</i> .

### 3.7.2. Data Sekunder

Tabel 3.2 Data Skunder yang Dibutuhkan dan Sumber Data

No	Data Yang dibutuhkan	Sumber data
1.	Titik Koordinat Lokasi Penelitian	Google Earth <sup>R</sup>
2.	Potensi energi surya	<i>Surface meteorological and solar Energy (SSE) milik National Aeronautics and space administration (NASA)</i>

### 3.8. Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya

#### 3.8.1. Analisis Teknis

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan secara teoritis berdasarkan pedoman *Australian/New Zealand Standard TM AS/NZS 4509.2:2010* tentang *Stand Alone Power System Part 2: System Design*. Tahap ini memiliki tujuan yaitu untuk menghasilkan sebuah desain sistem pembangkit listrik tenaga surya yang sesuai dengan standar AS/NZS 4509.2:2010 dimana terdapat 4 tahapan dalam melakukan desain sistem pembangkit listrik tenaga surya yaitu:

1. Penentuan spesifikasi umum sistem.
2. *Sizing* dan pemilihan *PV array*, yang meliputi: penentuan kapasitas dan spesifikasi modul PV yang akan digunakan.
3. *Sizing* dan pemilihan baterai, yang meliputi: penentuan kapasitas dan spesifikasi baterai yang akan digunakan.
4. *Sizing* pemilihan *Solar Charge Controller* dan inverter, yang meliputi: penentuan kapasitas dan spesifikasi inverter yang akan digunakan.



**b.**

**Analisis Ekonomis**

**1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:**

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

**3.9. Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini dilakukan kesimpulan yang merupakan rangkuman atau inti dari suatu penelitian yang telah dilakukan apakah sesuai dengan tujuan yang diinginkan atau tidak, dan saran yang bertujuan untuk memberikan masukan-masukan yang bersifat membangun agar penelitian selanjutnya dapat menjadi lebih baik dari pada penelitian sebelumnya.

Analisis ekonomis dilakukan dengan cara menghitung keseluruhan biaya yang ada pada PLTS mulai dari biaya investasi awal yang meliputi pembelian komponen dan pemasangan serta biaya perawatan per tahunnya. Analisis ekonomis ini dilakukan untuk mengetahui apakah perancangan PLTS ini layak dilakukan atau tidak. Beberapa variabel yang perlu di perhitungkan pada analisis ekonomis ini yaitu sebagai berikut:

1. **Biaya investasi awal**  
Merupakan biaya awal untuk pembelian komponen-komponen PLTS, biaya pemasangan, biaya pendukung, biaya penggantian dan lainnya.
2. **Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&M)**  
Biaya O&M terdiri dari biaya perawatan dan biaya pergantian komponen.
3. **Biaya Investasi Total**  
Biaya Investasi total adalah biaya yang dikeluarkan untuk membangun PLTS dan mengganti komponen PLTS selama beroperasi.
4. **Cash Flow Cost (CFC)**  
Merupakan arus kas keluar tahunan selama sistem berjalan dan berjalan
5. **Cash Flow Benefit (CFB)**  
Merupakan arus masuk uang tahunan selama sistem berjalan dan berjalan.
6. **Net Present Value (NPV)**  
Merupakan metode yang digunakan untuk menghitung nilai bersih pada waktu saat ini.
7. **Waktu Pengembalian Investasi (Payback Period)**  
Merupakan jumlah waktu yang diperlukan untuk memulihkan modal atau investasi awal setelah proyek dibangun.



Kristo membutuhkan daya sebesar 8,4 KWh atau 289,7 Ah perharinya, maka perhitungan telah dilakukan telah mampu menyediakan energi listrik tersebut, terlebih lagi PLTS yang dirancang mampu tetap mensuplai energi listrik selama satu hari tanpa menerima energi input dari modul surya.

Selanjutnya total kebutuhan biaya (investasi) dalam perencanaan PLTS terintegrasi *vertical indoor farming* ini adalah sebesar Rp.111.802.000. Dari hasil perhitungan pada tahun ke-20, didapatkan bahwa hasil perhitungan *net present value* berada diangka positif atau lebih dari 0 dengan nilai Rp.74.846.400. Berdasarkan hasil perencanaan teknis dan ekonomis yang telah dilakukan disimpulkan bahwa penelitian ini telah berhasil membuat perencanaan PLTS terintegrasi *vertical indoor farming* milik Pak Kristo dan menunjukkan bahwa perencanaan PLTS ini bisa dilanjutkan ketahap realisasi.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Dari penelitian perancangan PLTS terintegrasi *vertical indoor farming* yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Profil beban *vertical indoor farming* milik Pak Kristo terdiri dari 1 unit pompa air SMC-Q2503 yang memiliki daya sebesar 125 watt yang beroperasi selama 24 jam sehari, selanjutnya 15 unit lampu *grow light* T5 24 watt yang beroperasi 12 jam sehari, dan terakhir 3 unit *fan* 10x10 dengan daya 15 watt yang beroperasi selama 24 jam sehari. Total keseluruhan daya dalam sehari pada *vertical indoor farming* milik Pak Kristo adalah 8,4 kWh dengan potensi rata-rata radiasi matahari yaitu 484 KWh/m<sup>2</sup>/hari.
2. Dari aspek teknis, berdasarkan perhitungan sesuai dengan standar AZ/NZS, pada penelitian ini membutuhkan modul surya sebanyak 10 unit dengan merek REC tipe REC 330TP2S 72 yang dapat menghasilkan total daya 3000 Wp atau 390 Ah dengan *losses module* sebesar 3,36%. Membutuhkan 16 unit baterai 12V 100Ah dengan total kapasitas baterai 48V 400Ah. SCC dengan karakteristik tegangan kerja 48Vdc dengan arus 12A dan Inverter 600 Watt yang mampu mengubah tegangan 48Vdc menjadi 220Vac. Berdasarkan kebutuhan energi listrik *vertical indoor farming* milik Pak Kristo membutuhkan daya sebesar 8,4 KWh atau 289,7 Ah perharinya, maka perhitungan yang telah dilakukan telah mampu menyediakan energi listrik tersebut, terlebih lagi PLTS yang dirancang mampu tetap mensuplai energi listrik selama satu hari tanpa menerima energi input dari modul surya.
3. Dari Aspek Ekonomi, total kebutuhan biaya (investasi) dalam perancangan PLTS terintegrasi *vertical indoor farming* adalah sebesar Rp.111.802.000. Berdasarkan hasil perhitungan, biaya investasi akan kembali pada tahun ke 15 dan memiliki untung pada tahun selanjutnya dengan total keuntungan selama 20 tahun adalah Rp.74.846.400. Hal ini menunjukkan bawah perancangan PLTS ini bisa dilanjutkan ke tahap realisasi.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang perlu dipertimbangkan pada penelitian serupa dimasa yang akan datang yaitu pada penelitian ini, biaya terbesar yang dikeluarkan adalah biaya

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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

instalasi PLTS yaitu 42.000.000. Untuk menekan biaya instalasi, diharapkan untuk selanjutnya bisa membahas tentang teknis instalasi atau pemasangan PLTS agar biaya dilakukan secara mandiri guna mengurangi biaya investasi awal.



**Hak Cipta Diindungi 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik, “Berita resmi statistik,” *Bps.Go.Id*, no. 27, pp. 1–52, 2019.
- Y. Arifien, *Pengantar Ilmu Pertanian*, I. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi, 2022.
- B. P. S. dan D. J. Hortikultura, “Sub-Sektor Tanaman Pangan di Indonesia,” *Badan Pusat Statistik*, 2019. [Online]. Available: <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>.
- M. S. Dr. Ir. Suwandi, *Laptah-Horti-2018*. Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Hortikultura, 2019.
- F. Mufti and L. Hamida, *Smart Farming 4.0*. Yogyakarta: Salma Edia, 2020.
- Himatepa.UH, “Vertical Farming : Karena yang Horizontal Sudah Terlalu Mainstream,” *PKA*, p. 1, 2020.
- L. L and C. Saparinto, *Vertikultur Tanaman Sayur Bertani Kreatif Secara Bertingkat Dilahan Sempit*. Jakarta Timur: Penebar Swadaya, 2016.
- P. D. dan A. Tempo, *PLN dan Pengolahan Cadangan Listrik*. Publishing Tempo, 2020.
- Handrea Bernando Tambunan, *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2021.
- M. Bachtiar, “Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System),” *J. SMARTek*, vol. 4, no. 3, pp. 176–182, 2006.
- O. I. Sanjaya, I. A. D. Giriantari, and I. N. S. Kumara, “Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PTS ) Untuk Pertanian Subak Semaagung,” *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, pp. 114–121, 2019.
- H. Budiyanto, P. Tutuko, A. Boedi Setiawan, R. M. B. Jati, and M. Iqbal, “Listrik Tenaga Surya untuk Pompa Submersible pada Greenhouse Hidrokanik di Kabupaten Malang,” *Abdimas J. Pengabd. Masy. Univ. Merdeka Malang*, vol. 6, no. 3, pp. 336–346, 2021.
- M. Dwi *et al.*, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( PLTS ) pada Kolam Budidaya di Daerah Sentono Menggunakan Software PVsyst,” *JUPITER (Jurnal Pendidik. Tek. Elektro)*, vol. 06, no. September, pp. 18–30, 2021.
- M. B. Djaufani, N. Hariyanto, and S. Saodah, “Perancangan dan Realisasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip 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 UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- Kebutuhan Kapasitas Baterai untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *J. Reka Elkomika* ©*Teknik Elektro | Itenas* |, vol. 3, no. 2, pp. 75–86, 2015.
- 1 khotimatus sangadah and J. Kartawidjaja, “Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berkapasitas 1,8 KWP Sebagai Sumber Energi Greenhouse,” *Orphanet J. Rare Dis.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- 11 S. Hutasuhut, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sebagai Sumber Energi Lampu Led Superbright Dan Pompa Air Dc Pada Kolam Ikan Mas,” *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 2012*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.
- 17 N. Husna, “Perancangan Solar Cell untuk Sistem Hidroponik Vertikal dengan Pencahayaan LED,” 2022.
- 18 Admin Tunasfarm, “Sistem Hydroponic dengan Konsep Indoor Vertical Farming,” 2021. [Online]. Available: <https://tunasfarm.id/2021/01/20/sistem-hydroponic-dengan-konsep-indoor-vertical-farming/>. [Accessed: 21-Apr-2022].
- 19 Sutrisno, *Merawat dan Memperbaiki Pompa Air*. Jakarta Selatan: Kawan Pustaka, 2008.
- 20 L. F. Halleck, *Gardening Under Light The Complete Guide for Indoor Growers*. China: Timber Press, 2018.
- 21 R. Leblank, “Grow Light Option for Indoor and Vertical Farming,” *Org. Farming*, vol. 1, p. 1, 2019.
- 22 J. Arifin, I. E. Dewanti, and D. Kurnianto, “Prototipe Pendingin Perangkat Telekomunikasi Sumber Arus DC menggunakan Smartphone,” *Media Elektr.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–29, 2017.
- 23 Maridjo, *Petunjuk Praktikum Mesin Konversi Energi: untuk mahasiswa teknik energi*. Bandung: P3B, 1995.
- [24] T. Gonggo, *Sumber Tegangan Listrik : Sejarah, Prinsip Kerja, dan Penerapannya*. Yogyakarta: UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA, 2019.
- [25] Handoko Rusiana Iskandar, *Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2020.
- [26] Hardani, *Dye-Sensitized Solar Cell: Teori dan Aplikasi*, 2nd ed. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2020.
- [27] C. H. B. Apribowo, *Buku Ajar Perancangan Pembangkit Energi Baru dan Terbarukan*. Bandung: Penerbit Media Sains Indonesia, 2021.

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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



[28]

Tim Kreatif, *Super Sukses AKM Asesmen Kompetensi Minimum SD/MI Literasi Membaca dan Numerik*. Jakarta: PT Bumi Aksara, 2021.

[29]

A.P. Dkk, *Photovoltaic Terapan: Teknologi dan Implementasi*, Pertama. Malang: Polinema Press, 2018.

[30]

Bayuaji Kencana *et al.*, *Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*, no. November. Jakarta Selatan: USAID, 2018.

[31]

T.C. EL-042, *Australian/New Zealan Standard Stand-alone power systems Part 2: System design*. Sydney: Standards Australia Limited/ Standards New Zealand, 2010.

[32]

J. Wang, "Solar Power System Modeling and Performance Analysis," *Electron. Theses Diss.*, p. 148, 2011.

[33]

A.A. Lazou and A. D. Papatsoris, "Economics of photovoltaic stand-alone residential households: A case study for various European and Mediterranean locations," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 62, no. 4, pp. 411–427, 2000.

[34]

K. Yonata, "Analisis Tekno-Ekonomi Terhadap Desain Sistem PLTS pada Bangunan Komersial di Surabaya, Indonesia," *Dep. Tek. Fis. Fak. Teknol. Ind. Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, p. 51, 2017.

[35]

D. Chico Hermanu, *Optimasi Efisiensi Panel Photovoltaic (PV) Menggunakan Solar Tracker dan Heatsink*. Bandung: Media Sains dan Indonesia, 2022.

[36]

REC, "REC Solar REC330TP2S 72 Solar Panel," p. 1, 2022.

[37]

Renogy, "Deep Cycle AGM Battery12V 100Ah," vol. 1, p. 1, 2022.

[38]

VictorEnergy, "Smart Solar MPPT 75/15," p. 1, 2022.

[39]

[40]

[41]

[42]

[43]

[44]

[45]

[46]

[47]

[48]

[49]

[50]

[51]

[52]

[53]

[54]

[55]

[56]

[57]

[58]

[59]

[60]

[61]

[62]

[63]

[64]

[65]

[66]

[67]

[68]

[69]

[70]

[71]

[72]

[73]

[74]

[75]

[76]

[77]

[78]

[79]

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



## LAMPIRAN A

### Form Wawancara dan Dokumentasi

#### Form Wawancara

Nama Narasumber : Pak Kristo  
 Alamat : Jln Karang Ayu Barat, Jakarta Utara  
 Tanggal : -

No.	Pertanyaan	Jawaban
	<b>Profil Budidaya</b>	
	Kapan mulai berdirinya budidaya VIF ini?	2018
	Tanaman apa saja yang dibudidayakan di kebun VIF ini?	Pakcoy, Caisim, Selada
	Berapa banyak pekerja yang terdapat di kebun VIF ini?	1
	Hasil kebun VIF ini digunakan untuk dikonsumsi pribadi/dijual?	Pribadi
	<b>Identifikasi Tanaman dan Hasil</b>	
	Apa jenis sistem hidroponik yang digunakan pada kebun VIF ini?	Hidroponik jenis DFT ( <i>Deep Flow Technique</i> )
	Berapa jumlah lubang tanam di kebun VIF ini?	45 Lubang Tanam
	Berapa batang tanaman yang terdapat dalam setiap netpot?	Tergantung Jenis Tanaman, ada yang 2, ada yang 3.
4.	Berapa banyak yang dapat dihasilkan dari 1 netpot?	350-400 gram
5.	Berapa banyak tanaman yang dapat diperoleh dalam sekali panen?	5-6 kg setiap 1 jenis tanaman
6.	Apakah tanaman dipanen setiap hari?	Tidak
7.	Berapa kali panen yang dapat	2-3 kali/minggu

1. Dilarang menyalin atau menjiplak sebagian atau seluruhnya isi karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.  
 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1	H	dilakukan dalam waktu 1 minggu?	
		<b>Permasalahan</b>	
		Apa saja permasalahan yang terjadi selama masa budidaya VIF ini?	Ketersediaan Listrik
		Apakah ketersediaan listrik berpengaruh pada kegiatan VIF ini?	Ya, berpengaruh.
		Apa yang terjadi ketika listrik padam?	Pertumbuhan tanaman terganggu dan mudah layu.
		Bagaimana cara mengatasi masalah ketika listrik padam?	Terkadang dialiri air secara manual.
		Berapa biaya listrik perbulannya ?	Rp.450.000 s/d Rp.500.000
		<b>Spesifikasi Profil Beban VIF</b>	
		Komponen listrik apa saja yang digunakan pada VIF ini?	Pompa Air SMC-Q2503, Lampu <i>Grow Light</i> T5, dan <i>Fan</i> 10x10.
		Berapa jumlah komponen listrik tersebut?	Pompa Air SMC-Q2503 = 1 unit Lampu <i>Grow Light</i> T5 = 15 unit <i>Fan</i> 10x10 = 3 unit
		Berapa daya listrik dari komponen listrik yang digunakan tersebut?	Pompa Air SMC-Q2503 = 125Watt Lampu <i>Grow Light</i> T5 = 24Watt <i>Fan</i> 10x10 = 15Watt
		Berapa lama komponen listrik tersebut hidup?	Pompa Air SMC-Q2503 = 24 Jam Lampu <i>Grow Light</i> T5 = 12 Jam <i>Fan</i> 10x10 = 24 Jam
		<b>Pendapat Tentang PLTS</b>	
1.		Setelah dijelaskan tentang <i>PLTS</i> , apa pendapat narasumber tentang sistem tersebut.	Bagus. Jika memang bisa berfungsi dan dapat menghasilkan listrik maka tidak ada yang perlu dikhawatirkan lagi.

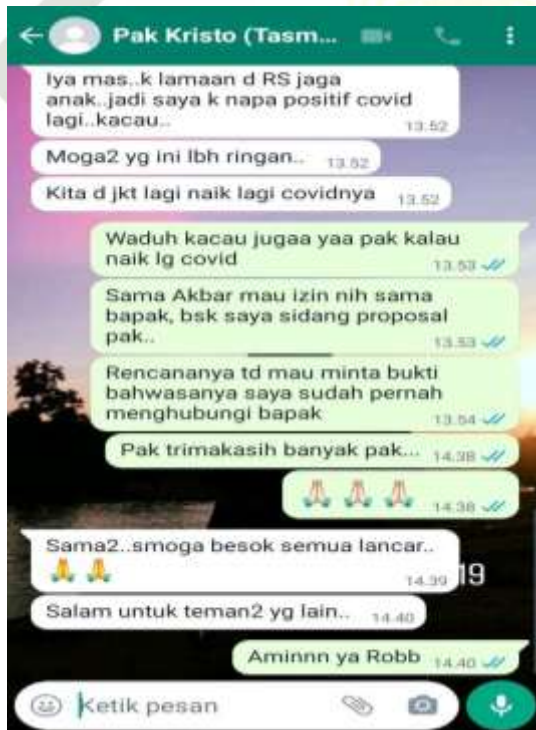
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

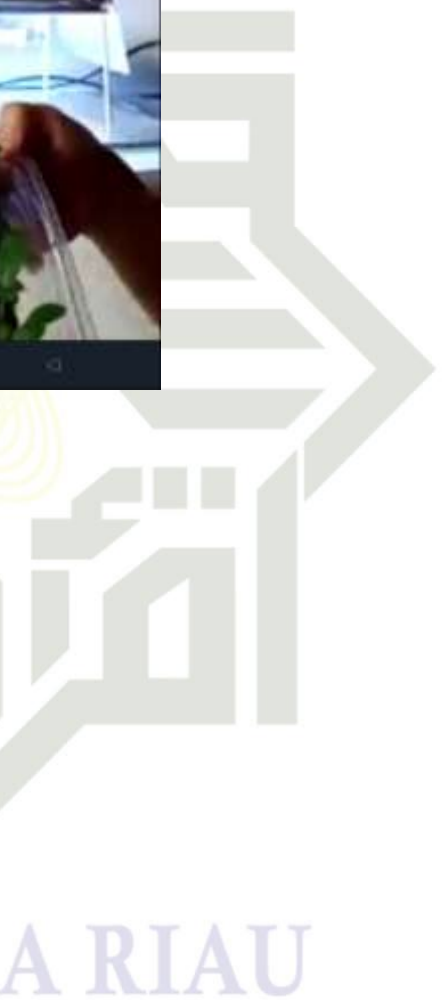


## Dokumentasi Wawancara dengan Pak Kristo

### Hak Cipta Diindungi 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Muhammad Anugrah Akbar** lahir di kota Pontianak pada tanggal 22 Juni 1997. Penulis merupakan anak pertama dari lima bersaudara dari pasangan suami istri Akuan Mukerin dan Mardinah yang beralamat di jalan Suka Karya , kec. Tampan, Kab. Pekanbaru. Penulis dapat dihubungi pada :

Email : [akbarnam22@gmail.com](mailto:akbarnam22@gmail.com)

No.Hp : 081271122433

Pengalaman pendidikan yang penulis tempuh dimulai dari SD Negeri 031 Tampan pada tahun 2003 dan lulus pada tahun 2009, kemudian dilanjutkan di SMP Islam Plus YLPI pada tahun 2009 hingga lulus pada tahun 2012. Setelah menamatkan jenjang SMP, penulis melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 2 Pekanbaru pada tahun 2012 dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dengan memilih jurusan Teknik Elektro dengan konsentrasi Energi.

Dengan karunia Allah SWT, ketekunan serta rasa motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis akhirnya berhasil menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan manfaat dan kontribusi untuk siapa saja yang membutuhkannya. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul “**Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terintegrasi Vertical Indoor Farming**”

UIN SUSKA RIAU

- Hak Cipta
1. Dilarang mengungut-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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.