

BAB I PENDAHULUAN

PLTU PT. Puncakjaya Power adalah salah satu pembangkit listrik tenaga uap yang digunakan untuk mensuplai tenaga listrik ke PT. Freeport Indonesia, memiliki kapasitas terpasang 3 X 75 MW dan terletak di Portsita, Timika, Papua. PLTU PT. Puncakjaya Power terhubung ke sistem jaringan listrik PLTD yang ada di Tembagapura 230 KV. Dalam pengoperasiannya terkadang mengalami gangguan yang mengakibatkan listrik tidak ada aliran, yang mengakibatkan penerangan di area PLTU PT. Puncakjaya Power kurang optimal karena lampu *emergency* terbatas yang mengambil power DC dari Accu yang sebagian powernya digunakan untuk control dan pelumasan, sehingga untuk proses *rocevery start up* kurang maksimum untuk akses operator di lapangan, disamping daya dari PLTD Tembagapura memerlukan waktu sekitar 1-2 jam untuk pemulihan sampai di PLTU PT. Puncakjaya Power. Pembangkit ini baik secara internal maupun hubungannya dengan sistem kelistrikan yang kompleks sudah dipastikan mengikuti peraturan yang berlaku di Indonesia.

Sesuai dengan peraturan pemerintah mengenai lingkungan hidup PP nomor 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), melalui target Indonesia emas 2045 dengan komitmen besar KLHK dalam penurunan emisi gas rumah kaca dan peningkatan kualitas lingkungan hidup. Pada tahun 2030 negara Indonesia yang rentan mengalami perubahan iklim, mentargetkan emisi gas rumah kaca turun sebesar 29% dengan usaha sendiri dan bantuan internasional sebesar 41%. Komitmen ini terakhir diperbaharui pada 2021 silam yang tercantum dalam dokumen National Determined Contribution (NDC). Dalam upaya komitmen pada transisi energi bersih, Indonesia mentargetkan 23% Energi Baru Terbarukan dalam bauran energi nasional 2025 mendatang. Pemerintah memperkuat lagi dengan keluarnya Peraturan Presiden nomor 112 tahun 2022 tentang percepatan pengembangan energi terbarukan untuk ketersediaan tenaga listrik (Buku RUPTL 2021-2030).

Penelitian dan pengembangan kearah penggunaan energi yang lebih hemat dan sumber energi alternatif salah satunya adalah energi matahari dan penggunaan lampu

LED yang hemat energi untuk penerangan karena sumber energi fosil yang terbatas sebagai penghasil energi listrik. Pemanfaatan energi surya di Indonesia memiliki prospek yang sangat bagus. Indonesia Secara geografis sebagai negara tropis, karena melintang diatas garis khatulistiwa memiliki peluang pemanfaatan energi surya yang relatif baik. Sudah diterapkan secara luas pemanfaatan tenaga surya melalui konversi fotovoltaiik, termasuk pengoperasian sistem individual dan sistem campuran, yaitu sistem yang menggabungkan sumber energi konvensional dengan sumber energi terbarukan (Revolta, 2020., Kual dkk., 2022).

Sel surya jika permukaannya terkena sinar matahari dengan intensitas tertentu akan menghasilkan listrik searah (DC). Kebutuhan energi dapat di suplai dari potensi energi matahari dapat memberikan sumbangan yang besar bila dapat dimanfaatkan secara optimal dengan mendesain suatu sistem pengubah energi. Keuntungan Penggunaan sumber energi matahari antara lain tersedianya sumber energi yang cuma-cuma, ramah lingkungan sehingga bebas polusi dan tak terbatas. Dalam memahami sistem listrik yang berasal dari sumber energi matahari ini, maka perlu dilakukan kajian yang lebih detail (Aboagye dkk., 2021).

Energi yang dihasilkan berubah-ubah merupakan kendala pada penggunaan energi matahari karena dipengaruhi oleh lingkungan dan musim. Hal ini berdampak signifikan pada wilayah-wilayah yang berintensitas sinar matahari berubah-ubah secara ekstrim. Oleh karena itu, diperlukan perangkat penyimpanan energi baterai atau akumulator. Daya yang dihasilkan oleh matahari dapat digunakan untuk mengisi daya akumulator sehingga siap pakai langsung (Perangin & Associates, 2023).

Pada saat ini pihak manajemen PT. Freeport Indonesia berusaha mencari dan menepati solusi, untuk mengikuti dan turut berpartisipasi pada regulasi dan peraturan pemerintah tersebut dan sudah ada wacana tersebut untuk pembangunan PLTS. Pada penelitian sebelumnya belum ada yang meneliti tentang potensi PLTS di area portsite PT. Puncak Jaya Power. Berdasarkan pemaparan tersebut, peneliti merancang menggunakan panel surya yang dapat memanfaatkan energi matahari yang pertama secara langsung untuk penerangan dengan menggunakan inverter untuk diubah ke arus AC sistem on-grid dan yang kedua sistem off-grid dengan menggunakan baterai sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dilengkapi charger

otomatis. Sistem ini terdiri dari sel surya (*solar cell*) sebagai penghasil energi listrik, *Solar Charge Controller* (SCC) sebagai pengendali, baterai dan inverter, peneliti berupaya untuk menciptakan suatu sumber tenaga listrik mandiri sebagai sumber tenaga untuk penerangan di PLTU PT. Puncakjaya Power.

1.1 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini menitik beratkan pada pembahasan:

1. Berapa konsumsi energi listrik untuk penerangan yang optimal di PLTU PT. Puncakjaya Power?
2. Bagaimana proses konversi energi matahari ke energi listrik untuk penerangan di PLTU PT. Puncakjaya Power yang optimal?
3. Bagaimana pengaruh perubahan intensitas cahaya dan suhu terhadap daya pada solar cell?
4. Bagaimana studi kelayakan teknis solar cell?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan energi matahari yang terjadi pada panel surya melalui proses konversi energi yakni potensi energi matahari menjadi energi listrik dalam memenuhi target Indonesia 23% Energi Baru Terbarukan dalam bauran energi nasional 2025 mendatang. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung konsumsi energi listrik penerangan di PLTU PT. Puncakajaya Power
2. Menganalisa proses konversi energi matahari ke energi listrik di PLTU PT. Puncakjaya Power yang optimal.
3. Menganalisa pengaruh perubahan intensitas cahaya dan suhu terhadap daya pada Solar Cell.
4. Menganalisa kelayakan teknis dan ekonomis sistem pencahayaan menggunakan panel surya pada PLTU PT. Puncakjaya Power.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil tesis ini, yaitu:

1. Sebagai referensi pemanfaatan sistem pencahayaan LED menggunakan panel surya pada PLTU PT. Puncakjaya Power yang digunakan sebagai catu daya tambahan untuk penerangan.
2. Memberikan wawasan tentang potensi energi matahari ke energi listrik di PLTU PT. Puncakjaya Power.
3. Memberikan wawasan tentang kelayakan investasi menggunakan panel surya untuk penerangan di PLTU PT. Puncakjaya Power.

1.4 Pembatasan Masalah

Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan energi surya dengan bantuan simulasi dari software menggunakan solar cell sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik sebagai energi alternatif untuk penerangan dengan sistem pencahayaan LED di PLTU PT. Puncakjaya Power. Penelitian ini bergantung pada cuaca yang linear menentukan kinerja optimal.

1.5 Originalitas Penelitian

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan sistem pencahayaan LED menggunakan panel surya, berikut ringkasan daftar penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Penelitian Sebelumnya Mengenai Pemanfaatan Sistem Pencahayaan LED Menggunakan Panel Surya

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	(Kual dkk., 2022)	Designing a Rooftop Solar Power Plant at the Faculty of Engineering University of	1. Pengumpulan data menggunakan data pemakaian listrik di gedung	Dalam simulasi output PLTS menggunakan software PVsyst didapatkan 99,07 MWh per tahun dan persentase	1. Penelitian dilaksanakan di gedung Fakultas Teknik Universitas Papua

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
		Papua using PVSyst and EasySolar Software	Fakultas Teknik 2. Mempertimbangkan data luas atap, kemiringan dan luas azimuth	penghematan per tahun sebesar 102,5%.	2.Total daya yang terpasang sebanyak 66kWp.
2	(Regadkk., 2021)	Perencanaan PLTS Rooftop untuk Kawasan Pabrik Teh PT Pagilaran Batang	1. Analisa data radiasi matahari dan konsumsi energi listrik PT. Pagilaran 2. Observasi lapangan dan desain PLTS menggunakan HelioScope 3. Finalisasi desain dan penarikan kesimpulan	Potensi energi listrik yang dapat dihasilkan oleh PLTS rooftop adalah 629.840,80 kWh/tahun yang dapat memenuhi 95,85% kebutuhan beban listrik untuk pabrik produksi dan pengolahan teh dengan rasio kinerja sebesar 77,5%.	1. Penelitian dilaksanakan di kawasan pabrik Teh PT. Pangilaran Batang 2. Penelitian dilakukan dengan mendesain PLTS rooftop dengan helioscope 3. Desain PLTS rooftop PT Pagilaran mampu menghasilkan kapasitas photovoltaic array sebesar 521,0 kWp
3	(Nag & Gangopadhayay, 2022)	LED lighting system design using powered PV cells solar for the proposed business complex	1. Peneliti melakukan perancangan sistem pencahayaan LED menggunakan fotovoltaiik surya mandiri. 2. Analisa jangka panjang, dampak	Kelayakan perancangan sistem fotovoltaiik surya (PV) mandiri memastikan bahwa sistem ini dapat memenuhi seluruh kebutuhan energi dari kompleks bisnis yang diteliti. Evaluasi ini dilakukan tanpa dukungan pasokan	Penelitian hanya sebatas pada perancangan sistem pencahayaan LED menggunakan PV mandiri kompleks bisnis yang diusulkan

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			lingkungan dan efisiensi energi diperhatikan dalam penelitian ini.	energi konvensional, seperti pembangkit listrik konvensional. Energi matahari yang dihasilkan melalui modul PV surya adalah energi masa depan. Sistem ini akan mengurangi polusi secara signifikan. Sangat mungkin untuk menggunakannya di gedung untuk mencapai kemandirian energi yang lengkap di masa yang akan datang.	
4	(Sinaga, 2019)	Analisa Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Pada Mesin Pengeruk Sampah Otomatis	Analisa pemanfaatan energi surya untuk menggerakkan mesin penggerak otomatis	Penggunaan panel surya jenis polikristal sangat cocok untuk daerah yang memiliki intensitas cahaya matahari berubah-ubah. Panel surya jenis polikristal memiliki efisiensi sebesar 7,06 %.	1. Penelitian menggunakan panel solar Cell jenis polycrystalline berkapasitas 20 WP, arus maksimum 1 Ampere dan tegangan 8 -20 Volt 2. Menggunakan baterai 12 volt sebagai tempat penyimpanan arus listrik pada saat Solar Cell mendapat energi dari sinar matahari

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
5	(Kariongan, 2022)	Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On-grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika	1. Pengumpulan data primer yang terdiri atas beban puncak RSUD Kab. Mimika dan luas atap gedung 2. Analisis data dengan menghitung energi listrik yang akan disuplai, daya, <i>permomance ratio</i>, biaya energi dan analisis kelayakan.	PLTS rooftop pada RSUD Kabupaten Mimika dapat menghasilkan sistem pembangkit sebesar 63 kWp dengan energi listrik sebesar 242,874 kWh/hari dan 90.474 kWh/tahun. Ini berarti PLTS rooftop yang direncanakan mampu memberikan catu daya tambahan sebesar 69% dari beban puncak sebesar 352 kWh. Dari hasil analisis menggunakan ketiga metode: Net Present Value (NPV), Profitability Index (PI), Discounted Payback Period (DPP) menunjukan bahwa investasi PLTS rooftop sebagai catu daya tambahan pada RSUD Kab. Mimika layak untuk dilaksanakan.	1. Penelitian dilaksanakan di RSUD Kab. Mimika 2. Kapasitas sistem pembangkit listrik tenaga surya rooftop menggunakan 210 buah panel surya polycrystalline 300 Wp dan tiga buah inverter Grid-tie ICA Solar dengan kapasitas 22 kW.

1.6 Gab Penelitian

Penelitian-penelitian sebelumnya yang belum menitikberatkan pada pemanfaatan solar panel menggunakan lampu LED pada PLTU di Timika Papua sebagai berikut:

1. Booyesen, dkk., pada tahun 2021 melakukan penelitian dengan mengganti lampu neon yang digunakan di sekolah sekolah Afrika Selatan dengan menggunakan lampu LED. Hasil penelitian yang dilakukannya memberikan gambaran bahwa penggantian lampu neon menjadi lampu LED berkontribusi menurunkan pengeluaran listrik dari 31% menjadi 57% dan penghematan dana sebesar 21% hingga 39%.
2. Kual, dkk., pada tahun 2022 melakukan penelitian dengan merancang PLTS atap di gedung Fakultas Teknik Universitas Papua. Atap gedung yang digunakan memiliki luas bangunan sebesar $\pm 3,085.48 \text{ m}^2$ dengan atap menghadap ke arah utara dan selatan dan kemiringan atap 36° . Penelitian ini menggunakan panel surya kapasitas 300 Wp, dan inverter dengan kapasitas 33.3 kWp sebanyak 2 buah. Hasil simulasi output daya PLTS atap pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Papua sebesar 99.070 kWh per tahun, dengan rata-rata output 8.256 kWh per bulan, dan menunjukkan penghematan biaya listrik dengan persentase penghematan hingga 102,5% pertahunnya.
3. Rega, dkk., pada tahun 2021 melakukan penelitian mengenai perencanaan pemasangan PLTS pada rooftop di kawasan pabrik teh PT. Pagilaran Batang. Luas atap yang disimulasikan sebesar $6.460,2 \text{ m}^2$ yang terdiri atas 16 segmen. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, estimasi total energi listrik yang dapat dihasilkan selama satu tahun oleh PLTS rooftop PT Pagilaran adalah sebesar 629.840,8 kWh. Angka ini mampu memenuhi kebutuhan beban listrik kawasan pabrik sebesar 95,85%.
4. Nag & Gangopadhyay pada tahun 2022 melakukan penelitian yang mendesain pencahayaan menggunakan LED dengan menggunakan sel PV bertenaga surya untuk kawasan kompleks bisnis (kawasan india). Sistem ini dapat memenuhi

seluruh kebutuhan energi dari kompleks bisnis yang diteliti. Evaluasi ini dilakukan tanpa dukungan pasokan energi konvensional, seperti pembangkit listrik konvensional. Energi matahari yang dihasilkan melalui modul PV surya adalah energi masa depan. Sistem ini akan mengurangi polusi secara signifikan. Sangat mungkin untuk menggunakannya di gedung untuk mencapai kemandirian energi yang lengkap di masa yang akan datang.

5. Sinaga pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi pada mesin pengeruk sampah otomatis. Panel surya yang digunakan adalah jenis polikristal karena dianggap cocok untuk daerah yang memiliki intensitas cahaya matahari yang berubah-ubah. Hasil energi yang dihasilkan dari pemasangan PLTS ini sebesar 17,95 watt dengan besar efisiensi sebesar 7,06%.
6. Kariongan pada tahun 2022 melakukan penelitian perancangan dan analisis ekonomi PLTS atap RSUD Mimika dengan sistem on-grid sebagai sumber daya cadangan. Dengan sistem on-grid sebagai sumber daya cadangan, PLTS yang diantisipasi akan mampu menyediakan 60% dari kebutuhan permintaan puncak sebesar 211,2 kWh. Hasil perencanaan membutuhkan luas area susunan 375 m² dan daya yang dihasilkan 63.000 Wp. Dengan 210 panel surya 300 Wp yang disusun menjadi tiga susunan daya 21.000 Wp, total daya 63.000 Wp, sistem fotovoltaik atap di RSUD Mimika dapat menghasilkan 242.874 kWh listrik per hari dan 90.474 kWh per tahun. Harga energi (Cost Of Energy) PLTS rooftop RSUD Kab. Mimika sebesar Rp. 1.700,00 /kW.