

SKRIPSI

KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON- GRID 10 kW_p PADA MESIN V PACKER TONASA

ROSMAN RIAK LUKMAN

D041201096



**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON- GRID 10 kWp PADA MESIN V PACKER TONASA

Disusun dan diajukan oleh

Rosman Riak Lukman
D041201096

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 12 Juni 2024
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,
Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Sri Mawar Said, M.T.
NIP. 196011061986012001

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.
NIP. 196910261994122001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rosman Riak Lukman

NIM : D041201096

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON-GRID 10 kWp PADA MESIN V PACKER TONASA

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 23 April 2024


Rosman Riak Lukman



ABSTRAK

Rosman Riak Lukman. *Kinerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid 10 kWp Pada Mesin Packer Tonasa V* (Dibimbing oleh: Sri Mawar Said)

PT Semen Tonasa merupakan produsen semen terbesar di Indonesia bagian timur yang memanfaatkan energi baru terbarukan (EBT), khususnya sebagian pemanfaatan energi matahari dengan teknologi *photovoltaic* (PV). Dengan skema *on-grid* dan terintegrasi ke jaringan listrik *low voltage* 380 volt AC Unit Packer Tonasa V. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai pembangkit listrik diarahkan agar dapat dimanfaatkan pada mesin listrik khususnya sebagai mesin penggerak yaitu motor-motor listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pembangkit listrik tenaga surya sistem *on-grid* sehingga dapat mengetahui kontribusi suplai energi listrik sistem PLTS *on-grid* pada Unit Packer Tonasa V, Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan pengambilan data melalui observasi lapangan, wawancara serta melakukan studi literatur yang berhubungan dengan penelitian pada PT Semen Tonasa. Penelitian ini menggunakan data operasional *history* dan *real-time* yang diperoleh dari *iSolar Cloud* pada 1 Februari- 29 Februari 2024

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh : Kontribusi energi listrik dari PLTS pada unit packer berkisar antara 23 - 41% selama 1 Februari – 29 Februari 2024. Keandalan PLTS On-Grid yaitu, kestabilan tegangan, dan frekuensi grid. Ditinjau dari nilai tegangan yang dihasilkan cukup stabil yang berkisar antara 342 - 399 Volt, Kemudian frekuensi yang dihasilkan dalam batas toleransi yang berkisar antara 50,13 – 50,25 Hz Adapun Efisiensi Sistem PLTS pada unit packer berkisar antara 9 - 15% selama periode Januari 2022 – Juni 2023. Sedangkan Faktor Kapasitas pada unit packer berkisar antara 12 - 22%.

Kata Kunci : PLTS, Mesin *Packer*, Sistem *On-Grid*,



ABSTRACT

Rosman Riak Lukman. Performance of 10 kWp On-Grid Solar Power Plant System on Tonasa V Packer Machine (supervised by Sri Mawar Said)

PT Semen Tonasa is the largest cement producer in eastern Indonesia that utilizes new renewable energy (EBT), especially the partial utilization of solar energy with photovoltaic (PV) technology. With an on-grid scheme and integrated into the low voltage 380 volt AC power grid of Tonasa V Packer Unit. The Solar Power Plant (PLTS) system as a power plant is directed to be utilized in electrical machinery, especially as a driving machine, namely electric motors. This study aims to evaluate the on-grid system solar power plant so that it can determine the contribution of the on-grid PLTS system's electrical energy supply to the Tonasa V Packer Unit. The method used in this research is by collecting data through field observations, interviews and conducting literature studies related to research at PT Semen Tonasa. This research uses historical and real-time operational data obtained from iSolar Cloud on February 1-February 29, 2024.

Based on the results of measurements and calculations obtained: The contribution of electrical energy from PLTS in the packer unit ranges from 23 - 41% during February 1 - February 29, 2024. Reliability of On-Grid PLTS, namely, voltage stability, and grid frequency. Judging from the value of the voltage produced is quite stable which ranges from 342 - 399 Volts, then the frequency produced within the tolerance limits which ranges from 50.13 - 50.25 Hz As for the efficiency of the On-Grid PLTS, it is quite stable.

Keywords: Solar Power Plant, Packer Machine, On-Grid System,



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas berkat dan limpahan rahmat, kesehatan, dan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON-GRID 10 kWp PADA MESIN PACKER TONASA V”. Penyusunan tugas akhir merupakan salah satu syarat kelulusan pada pendidikan strata satu (S1) di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sehingga penulisan tugas akhir ini tidak terlepas sebagai pemenuhan penulis untuk menyelesaikan studi sarjana.

Tugas akhir ini berisi penelitian yang bertujuan untuk mengetahui data ke

Dalam penyelesaian tugas akhir, penulis menyadari banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yaitu Bapak H.Lukman S.E.,M.M. dan Mama saya Hj. Rosmawaty S.H.,M.M tercinta yang saya sayangi dan banggakan betapa bersyukur penulis di lahirkan oleh kedua orang tua penulis yang dimana penulis sendiri anak ketiga dari 3 bersaudara yang sangat disayangi dan diperhatikan , serta keluarga besar yang tak henti-hentinya memberikan semangat, dukungan, dan do'a sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan sempurna
2. Ibu Dr. Ir. Sri Mawar Said, M.T selaku dosen pembimbing penulis yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dari capstone hingga penyelesaian skripsi serta bertukar pikiran memberikan inspirasi, masukan, dan evaluasi dalam penyelesaian tugas akhir ini
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Syafaruddin, S.T, M.Eng., IPU dan Bapak Ir. Gassing, M.T selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran, koreksi, dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir penulis
4. Seluruh dosen pengajar dan pegawai Departemen Teknik Elektro universitas Hasanuddin atas bimbingan, didikan, kemudahan, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan di



Universitas Hasanuddin yang sedikit banyaknya membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir

5. Kedua saudara saya tepatnya kakak saya Rifar Erif Lukman beserta Istri Rahmi Islamiana Heri dan Aksan Eji Lukman beserta Istrinya A. Tenriawaru Prajatami yang selalu saya meminta doanya dan supportnya sehingga penyelesaian skripsi
6. Adapun Sartika Wulandari yang menemani penulis berterima kasih atas segala pendengaran keluh kesah hingga mengorbankan tenaganya waktunya dan usahanya.
7. Teman Teman Lab Riset Msin Mesin Listrik yang telah mendukung perjuangan penulis dari awal hingga akhir perkuliahan dan menjadi tempat kembali untuk bercerita tentang apa yang telah dilewati selama ini
8. Seluruh rekan-rekan Himpunan mahasiswa energi yang sama sama melalui beberapa lab yang tidak didapatkan dari 2 konsentrasi yang berada di teknik elektro ini dan keluarga besar PROCEZ20R yang telah menemani penulis dalam berjuang menempuh perkuliahan sejak awal dan selalu ada sebagai wadah untuk berbagi wawasan, cerita, canda, dan tawa. Terima kasih telah hadir dalam perjalanan hidup penulis sebagai rekan kuliah yang memberikan warna dan makna di masa-masa perkuliahan. Seluruh tantangan yang tidak mudah kita alami bersama. Namun, kita kirimkan pesan pada semua, bahwa kebersamaan mempersatukan kita yang menjadikan tantangan bukan halangan. Semoga dimanapun kalian berada dan apapun yang dicita-citakan selalu diberikan kemudahan dan kesuksesan, serta selalu menginspirasi yang lain bahwa kebersamaan tidak akan pandang umur, waktu, dan jarak.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	i
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	i
DAFTAR TABEL.....	i
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	5
2.2 Panel <i>Photo Voltaic</i> (PV).....	7
2.2 Karakteristik Sel Surya	9
2.4 Parameter Kinerja PLTS.....	11
2.5 Perhitungan Efisiensi solar PV	12
2.6 Perhitungan Efisiensi sistem PLTS.....	13
2.7 Faktor Kapasitas.....	13
2.8 Inverter.....	13
2.9 Keandalan Sistem PLTS	14
2.10 Beban Motor Listrik.....	15
2.11 Unit Packer (Pengantongan Semen)	16
2.12 Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Metode Penelitian.....	20
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	20
3.3 Alat Penelitian.....	20
3.4 Tahapan Penelitian.....	21
3.5 Pengolahan Data	27
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Analisa Performance PLTS pada unit Packer.....	29
4.1.1 Analisa Faktor Kapasitas atau Capacity Factor (CF).....	29
4.1.2 Analisa Performance Ratio.....	30
4.1.3 Analisa Efisiensi Modul Surya (η_{pv}).....	31
Analisa Efisiensi Sistem PLTS (η_{sistem}).....	31
Analisa Efisiensi Inverter	31
il & Pembahasan.....	32
Analisa faktor Kapasitas atau Capacity Factor (CF)	32
Analisa Perbandingan antara (P_{in}) & (P_{out})	33



4.2.3 Analisis Efisiensi Sistem PLTS pada unit Packer perbulan	35
4.2.4 Analisis Inverter PLTS On-Grid 10 kWp.....	37
BAB V PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	42
Daftar Pustaka.....	43
Lampiran	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. PLTS Off-Grid.....	5
Gambar 2. PLTS On-Grid	6
Gambar 3. PLTS Hybrid	6
Gambar 4. Jenis Panel Surya.....	9
Gambar 5. Blok Diagram Sistem PLTS On-Grid.....	14
Gambar 6. Unit Packer Tonasa V.....	16
Gambar 7. Unit packer Tonasa V dan PLTS Tonasa V	20
Gambar 8. Komponen PLTS	24
Gambar 9. Motor-motor yang digunakan pada packer Tonasa V	26
Gambar 10. Lux meter.....	27
Gambar 11. Luas penampang.....	27
Gambar 12. Diagram alir penelitian	28
Gambar 13. Hasil daya februari	29
Gambar 14 Grafik Perbandingan Faktor Kapasitas 1 - 29 Februari 2024.....	32
Gambar 15. Grafik Perbandingan Daya Input Dan Daya Output Tanggal 21 Februari 2024	34
Gambar 16 Grafik Perbandingan Efisiensi Sistem PLTS Pada Unit Packer 1 Februari Hingga 29 Februari	36
Gambar 17 Kondisi PLTS Packer Mengalami Shading Dan Penempelan Debu Semen	37
Gambar 18 Grafik Perbandingan Efisiensi Inverter PLTS Pada Unit Packer Dari 1- 29 Februari	38
Gambar 19 Grafik Perbandingan Nilai Tegangan Dari 1 - 29 Februari 2024.....	39
Gambar 20 Analisis Frekuensi Grid.....	40



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan penelitian terkait yang terdahulu dengan penelitian yang diajukan	18
Tabel 2. Spesifikasi komponen PLTS packer Tonasa V	22
Tabel 3. Spesifikasi beban motor	25
Tabel 4. Hasil perhitungan daya masukan dan daya keluaran.....	33
Tabel 5. Hasil perhitungan efisiensi sistem PLTS perhari	35
Tabel 6. Hasil perhitungan inverter perhari.....	37



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan hal yang penting di dunia saat ini. Pertambahan penduduk menyebabkan bertambahnya kebutuhan energi di masyarakat. Selama ini masyarakat mengandalkan sumber energi yang berasal dari bahan-bahan yang tidak ramah lingkungan. Atas dasar itu timbulnya kesadaran masyarakat untuk mencari sumber energi yang tidak menyebabkan kerusakan lingkungan yaitu, energi terbarukan. Salah satunya yang sangat cocok diterapkan di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Potensi Pengembangan PLTS di Indonesia tergolong masih sangat menjanjikan karena letak geografis Indonesia terletak di garis khatulistiwa. Bukan hanya itu, PLTS sebagai energi terbarukan berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan energi.

Energi ini juga dapat di manfaatkan sebagai alternatif yang akan di ubah menjadi sebuah energi listrik dengan menggunakan sel surya. Sejak awal tahun 1970an Sel surya atau solar sell telah mengalami perkembangan yang cukup pesat sehingga mengubah cara pandang manusia dalam menghasilkan energi listrik, yang selama ini energi listrik dihasilkan dari minyak bumi, gas alam, batu bara atau reaksi nuklir.

Energi surya adalah salah satu sumber energi yang sangat ramah lingkungan, pada proses konversi energinya bebas dari polusi dan sangat menjanjikan kelangsungan energi pada masa yang akan datang serta sumber energinya banyak tersedia di alam. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) juga memiliki kemampuan untuk mengkonversi energi yang dihasilkan oleh radiasi matahari. PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (Sel Photovoltaic) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai sektor seperti perkantoran, pabrik, industri, perumahan dan lainnya.

Salah satu sektor yang menggunakan listrik adalah sektor industri. Di antara sektor, maka industri tekstil berkontribusi paling besar, yaitu 2,8 GWh atau 7% pada Februari 2024. Sedangkan sektor besi dan baja sebesar 2,01 atau naik 10%. Sedangkan industri kimia tumbuh 8% dengan konsumsi



sebesar 1,6 GWh dan industri semen tumbuh 7% dengan konsumsi sebesar 1,4 GWh.

Industri Semen yang menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah PT Semen Tonasa. Industri ini merupakan produsen semen terbesar di Indonesia bagian timur yang menghasilkan 6.000.000 ton semen per tahunnya. PT Semen Tonasa berada di Desa Biring Ere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep. Industri ini memiliki empat unit yang terdiri dari unit II, III, IV dan unit V, dimana memiliki lahan seluas 1.571 hektar. Sebagaimana diketahui bahwa industri semen merupakan industri padat energi. Hampir semua mekanisme dalam proses produksi semen menggunakan energi listrik sebagai penggerak motor-motor listrik sehingga konsumsi energi listrik relatif besar. Selama ini energi listrik diperoleh dari jaringan PLN dan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan bahan bakar batubara. Oleh karena itu pihak *management* PT Semen Tonasa mencoba untuk melakukan bauran energi yang dapat mendukung proses produksi semen yang lebih bersifat *sustainable* dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan energi baru terbarukan (EBT), khususnya sebagian pemanfaatan energi matahari dengan teknologi *photovoltaic* (PV).

Unit *packer* (unit pengantongan) Tonasa V adalah salah satu unit pada pabrik yang menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi listrik. Pembangkit listrik tersebut khususnya PLTS digunakan untuk mencukupi kebutuhan sumber energi listrik setiap harinya pada beban motor gedung tersebut dan merupakan sumber energi di masa depan yang ramah lingkungan. Namun dalam prosesnya, penggunaan PLTS harus memperhatikan jumlah daya yang akan disuplai dan juga kapasitas komponen yang terpasang harus sesuai.

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sampai dimana kinerja PLTS, dengan menentukan daya yang digunakan pada mesin packer Tonasa V serta menganalisis efisiensi dan faktor ekonomis terhadap PLTS on grid yang telah diimplementasikan pada unit tersebut.



1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini ialah:

1. bagaimana Efisiensi PLTS On Grid 10 Kwp untuk menggerakkan Packer Tonasa V?
2. berapa daya yang dibutuhkan oleh mesin packer Tonasa V sehingga dapat dioperasikan oleh PLTS On Grid 10 Kwp?
3. bagaimana keandalan PLTS *on-grid* yang diimplementasikan pada unit *Packer* Tonasa V?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menganalisis efisiensi PLTS on grid 10 Kwp untuk menggerakkan mesin packer Tonasa V
2. menentukan daya yang dibutuhkan oleh mesin packer Tonasa V sehingga dapat dioperasikan oleh PLTS on grid 10 Kwp
3. Mengetahui keandalan suplai listrik PLTS *on-grid* pada Unit *Packer* Tonasa V.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kinerja PLTS dalam menggerakkan mesin packer Tonasa V dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan energi terbarukan khususnya untuk mengevaluasi dampak ekonomis dari penggunaan suatu PLTS sistem *hybrid* pada suatu industri

1.5 Ruang Lingkup

1.5.1 Penelitian akan dilakukan di Pembangkit Listrik Tenaga Surya

(PLTS)kaitannya dengan penggunaan pada unit *Packer*

1.5.2 Membahas mengenai kontribusi suplai energi PLTS pada unit *Packer* asa V.

mbahas mengenai keandalan PLTS *on-grid* khususnya yang mplementasikan pada unit *Packer* Tonasa V.



1.5.4 Membahas mengenai perhitungan efisiensi dan Faktor Kapasitas Harian dan mingguan

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman terhadap penelitian ini, maka diuraikan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, ruang lingkup, serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori relevan yang mendukung penelitian yang meliputi Single Line Diagram PLTS Packer Tonasa V, Spesifikasi Komponen PLTS Packer Tonasa V, Spesifikasi Beban Motor, Intensitas Radiasi Matahari (H), Nilai Irradiasi Matahari (H_T), Luas Penampang Panel Surya (m^2), Energi ke Jaringan (E_{AC})

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini berisi diagram alir penelitian, rancangan sistem, waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta teknik pengumpulan data.



BAB II

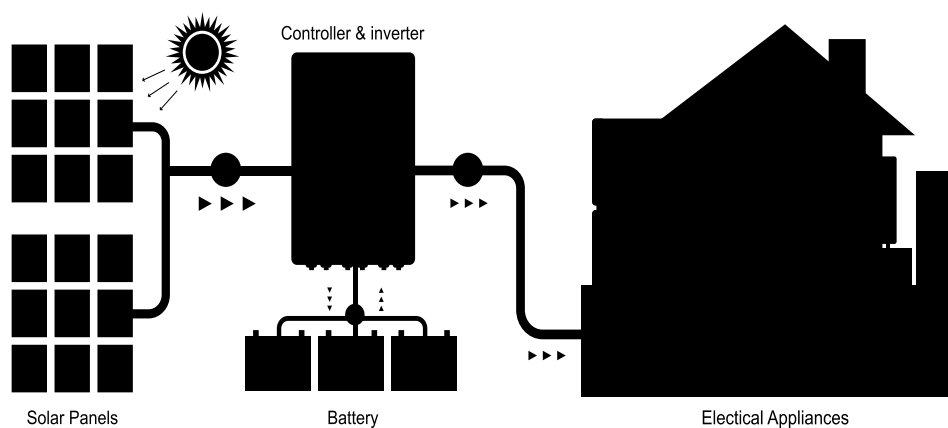
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah sistem pembangkit energi yang menggunakan sel fotovoltaik untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya. PLTS dapat mengubah listrik arus DC yang dihasilkannya dari sinar matahari menjadi listrik arus AC (arus bolak-balik) (Misbahuddin, 2019).

Secara umum, PLTS dibagi menjadi tiga berdasarkan aplikasi dan konfigurasi yaitu PLTS sistem yang tidak terhubung jaringan (off-grid), disebut juga PLTS berdiri sendiri (stand alone), dan sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan (on-grid) atau lebih dikenal dengan sebutan PLTS grid connected. Lalu, ada juga sistem PLTS yang merupakan gabungan dari on-grid dan off-grid yang disebut PLTS hybrid (Suhendar, 2022).

2.1.1 PLTS Off-Grid

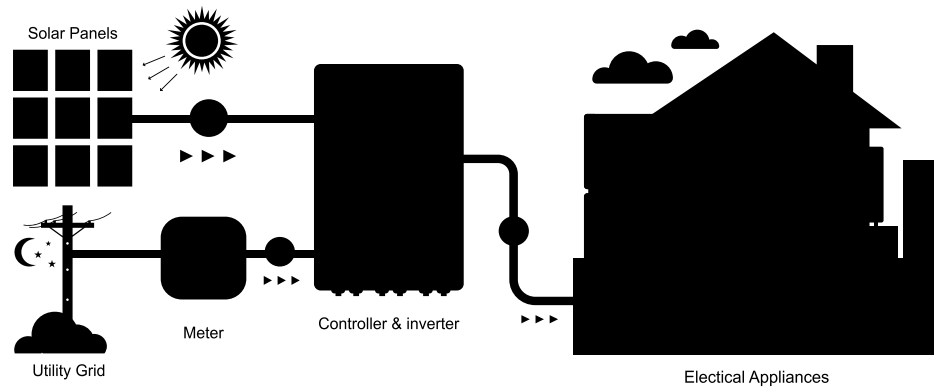


Gambar 1 PLTS off-grid

Sistem PLTS off-grid yang dijalankan secara komunal disebut juga dengan sistem PLTS yang berdiri sendiri (*stand-alone*) dan tidak terhubung jaringan PLN. Untuk memenuhi kebutuhan listrik pada malam hari, i membutuhkan baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan g hari (Suhendar, 2022).



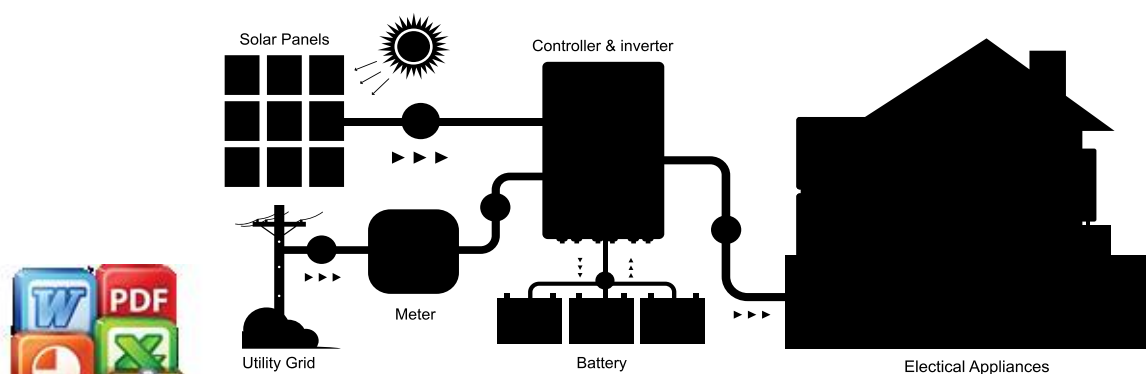
2.1.2 PLTS On-Grid



Gambar 2 PLTS *on-grid*

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau yang dikenal sebagai PLTS *on-grid* adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan sinar matahari untuk menciptakan energi lalu digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di rumah, kantor, pabrik dan lainnya. Tentunya tujuan dari PLTS *on-grid* adalah untuk mengurangi penggunaan energi listrik PLN pada siang hari. Biaya tagihan listrik PLN tentu akan berkurang dengan adanya penghematan tersebut. Untuk menggunakan sinar matahari, panel surya yang dipasang di atap rumah atau bangunan lain harus terlebih dahulu mengubah sinar matahari menjadi arus DC sebelum mengubahnya menjadi listrik AC menggunakan inverter. Arus listrik dari PLN akan diubah menjadi arus AC yang berasal dari sinar matahari untuk kita gunakan. Jika jumlah listrik yang dihasilkan sinar matahari lebih besar dari yang dibutuhkan, maka bisa menggunakan meteran khusus untuk menjual kelebihanannya ke PLN (Sari., 2014).

2.1.3 PLTS Hybrid



Gambar 3 PLTS *Hybrid*



PLTS sistem *hybrid* adalah jenis PLTS yang menggabungkan dua jenis atau lebih pembangkit listrik dengan sistem yang berbeda, sehingga dengan adanya dua jenis pembangkit dengan sistem yang berbeda ini memberikan keuntungan secara teknis dan ekonomis (Muralikhrisna, 2008).

Menggunakan PLTS *hybrid* memerlukan sumber listrik dari sinar matahari melalui panel surya serta sumber dari PLN dan baterai sebagai cadangan atau pengganti jika panel surya dan jaringan listrik PLN (*on-grid*) tidak dapat memenuhi semua permintaan untuk tenaga untuk menciptakan energi lalu digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di rumah, kantor, pabrik dan lainnya. Tentunya tujuan dari PLTS *on-grid* adalah untuk mengurangi penggunaan energi listrik PLN pada siang hari. Biaya tagihan listrik PLN tentu akan berkurang dengan adanya penghematan tersebut. Untuk menggunakan sinar matahari, panel surya yang dipasang di atap rumah atau bangunan lain harus terlebih dahulu mengubah sinar matahari menjadi arus DC sebelum mengubahnya menjadi listrik AC menggunakan inverter. Arus listrik dari PLN akan diubah menjadi arus AC yang berasal dari sinar matahari untuk kita gunakan. Jika jumlah listrik yang dihasilkan sinar matahari lebih besar dari yang dibutuhkan, maka bisa menggunakan meteran khusus untuk menjual kelebihanannya ke PLN (Muralikhrisna, 2008).

2.2 Panel *PhotoVoltaic* (PV)

Cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui panel surya. Radiasi matahari dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan teknologi yang dikenal sebagai fotovoltaiik (*photovoltaic*/PV). Efek fotovoltaiik mempengaruhi fungsi panel surya. Ketika sinar matahari mencapai bumi, yang mengandung partikel yang sangat kecil yang dikenal sebagai foton. Ada beberapa sirkuit semikonduktor berbasis atom di dalam sel surya itu sendiri. Energi foton memungkinkannya untuk membagi elektron atom ketika bertabrakan dengannya.

Pada akhirnya, elektron bermuatan negatif akan mengalir di daerah pita konduksi semikonduktor. Atom akan mengalami kehilangan elektron dan akan muatan positif yang dikenal sebagai *hole* karena kekosongan yang timbul oleh hilangnya elektron. Pada daerah semikonduktor yang memiliki bebas ini memiliki sifat negatif dan memiliki tugas untuk memberikan



elektron. Ini disebut sebagai semikonduktor tipe-N dalam konteks ini. Semikonduktor tipe-P, yang merupakan semikonduktor dengan hole yang memiliki karakteristik positif, bertugas untuk menerima elektron. Sebuah energi yang mendorong elektron dan *hole* mengalir dalam arah yang berlawanan akan dihasilkan pada titik di mana area positif dan area negatif ini bertemu. Baik *hole* maupun elektron masing-masing akan bergerak keluar dari area positif dan area negatif, sehingga arus listrik akan dihasilkan ketika beban menggunakan perangkat listrik. Intinya, panel surya ini merupakan dioda foto dengan luas permukaan yang sangat besar, memungkinkannya menyerap lebih banyak cahaya dan menghasilkan lebih banyak energi listrik, yang dikenal sebagai fotovoltaiik (*photovoltaic/PV*).

Menurut (Yuliananda, 2015), kinerja dari suatu panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Temperatur Lingkungan

Temperatur sel surya agar dapat beroperasi secara maksimum berada pada suhu 25°C . Setiap kenaikan 10°C pada temperatur sel surya akan mengakibatkan turunnya total tenaga yang dihasilkan sejumlah 0,4%.

2. Intensitas Cahaya Matahari

Kuat arus sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, sedangkan kondisi ini bergantung dengan keadaan spektrum matahari ke bumi dan setiap lokasi memiliki tingkat radiasi matahari yang berbeda. Semakin besar intensitas cahaya matahari, maka semakin besar arus yang dihasilkan.

3. Kondisi Angin

Kecepatan angin mampu menurunkan temperatur permukaan sel surya, sedangkan kecepatan angin di berbagai di setiap lokasi.

4. Keadaan Cuaca

Hasil maksimum arus listrik dipengaruhi oleh keadaan atmosfer bumi, seperti polusi, kabut, uap air, berawan & mendung.

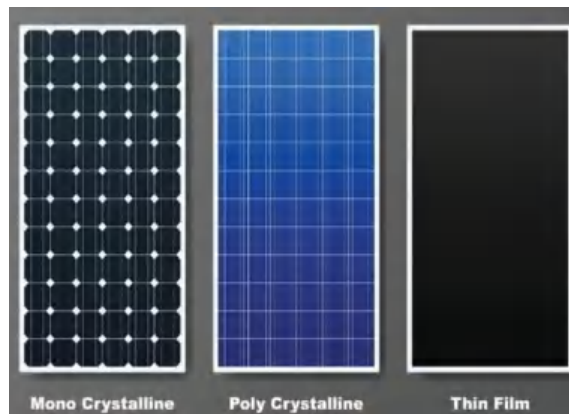


posisi Panel Surya Terhadap Matahari

arah dan sudut orientasi sel surya sangat mempengaruhi hasil energi maksimum.

6. Jenis Panel Surya

Jenis panel surya digolongkan berdasarkan teknologi pembuatannya, yaitu:



Gambar 4 Jenis Panel Surya

a) *Monocrystalline* :

- Terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis.
- Panel surya yang paling efisien dibandingkan jenis panel surya lainnya yaitu sekitar 15% - 20%.
- Kelemahan dari panel surya jenis ini jika disusun membentuk modul akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena panel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam.

b) *Polycrystalline* :

- Panel surya jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur dan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi.
- Kristal silikonnya tidak semurni pada panel surya monocrystalline, sehingga panel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, yaitu 13% - 16%.

c) *Thin Film Solar Cell (TFSC)* :

Diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar.



kteristik Sel Surya

enaga radiasi matahari digunakan sebagai sumber energi terbarukan, dan digunakan untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi

listrik. Jumlah variabel sinar matahari diterima oleh sel surya setiap hari. Hal ini disebabkan fakta bahwa sinar matahari lebih intens sepanjang hari daripada di pagi hari (Suhendar, 2022).

2.3.1 Daya Maksimum/*Maximum Power Point* (P_{max})

Daya maksimum (P_{max}) diperoleh dari perkalian antara arus maksimum dan tegangan maksimum, pada setiap titik A kurva I-V pada Gambar 2 secara grafik daya maksimum pada sel surya berada pada puncak yang memiliki luas terbesar. Titik puncak tersebut dapat disebut *Maximum Power Point* (MPP). Daya maksimum dari sel surya.

2.3.2 Daya Keluaran (P_{out})

Daya keluaran (P_{out}) pada sel surya yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) dengan arus hubung singkat (I_{sc}) dan faktor pengisi (FF) yang dihasilkan oleh sel surya:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (1)$$

dengan :

P_{out} = Daya Keluaran Sel Surya (W)

V_{oc} = Tegangan Rangkaian Terbuka (V)

I_{sc} = Arus Hubung Singkat (A)

FF = *Fill Factor*

2.3.3 V_{oc} /*Open Circuit Voltage*

V_{oc} adalah kapasitas tegangan maksimum yang dapat dicapai pada saat tidak adanya arus. V_{oc} didapat dari pengukuran terhadap tegangan (V) dilakukan pada terminal (junction box) positif dan negatif dari panel surya dengan tidak menghubungkan panel surya dengan komponen lainnya.

2.3.4 I_{sc} /*Short Circuit Current*

I_{sc} adalah maksimum arus keluaran dari panel sel surya yang dapat dikeluarkan dibawah kondisi dengan tidak ada resistansi atau hubung singkat. I_{sc}



dengan membuat terminal (junction box) menjadi rangkaian hubungan

sehingga tegangannya menjadi nol menggunakan Amperemeter

Fill Factor (FF)

Saat membandingkan daya maksimum teoritis dan daya output pada tegangan rangkaian terbuka dan hubungan pendek, seseorang dapat menetapkan faktor pengisian, yang merupakan ukuran kualitas sel surya (Pido, 2019).

2.4 Parameter Kinerja PLTS

2.4.1 Produksi Final Sistem PV atau *Final Yield* (Y_f)

Cara untuk mengevaluasi kinerja sistem PLTS perlu menghitung dan menganalisis data yang telah dikumpulkan dari waktu tertentu, dimana perhitungan dan analisis data tersebut akan digunakan sebagai kriteria untuk menentukan apakah PLTS dalam kondisi yang baik. Marion dalam Winasis dkk. (2014) menyatakan bahwa parameter unjuk kerja sistem PV mengacu pada standar yang ditetapkan oleh *International Energy Agency (IEA) Photovoltaic Power Systems Program* yang tercantum dalam standar IEC 6174. Tiga parameter unjuk kerja standar IEC 6174 dapat digunakan untuk menjelaskan unjuk kerja sistem secara keseluruhan yang mana terkait dengan produksi energi, sumber daya matahari dan keseluruhan rugi sistem yaitu :

Total energi AC yang dihasilkan oleh sistem PV selama periode waktu tertentu dibagi dengan daya keluaran sistem PV terpasang dikenal sebagai produksi final sistem PV. Ini menunjukkan berapa lama sistem PV perlu dijalankan dengan daya penuh setiap hari untuk menghasilkan jumlah energi yang sama seperti yang diukur (Carmo de Lima, 2017).

2.4.2 Hasil Acuan atau Referensi Yield (Y_r)

Hasil referensi (Y_r) adalah hasil dari radiasi referensi (1 kW/m^2) di bawah keadaan suhu standar dan insolasi dalam bidang total. Ini adalah pengukuran energi teoretis yang dapat diakses di lokasi tertentu untuk jangka waktu tertentu. Y_r menjelaskan sumber radiasi matahari untuk sistem fotovoltaik (Carmo de Lima, 2017).

2.4.3 Rasio Performa (PR)

Rasio performa (PR) adalah hasil energi akhir dari sistem PV atau produksi final sistem PV dibagi dengan hasil referensi. Rasio kinerja (PR) menunjukkan efek kerugian secara keseluruhan pada output daya *normal array* yang sangat mewakili jumlah energi yang benar-benar tersedia setelah dihitung kehilangan energi. (Carmo de Lima, 2017).



Nilai PR biasanya dilaporkan secara bulanan atau tahunan. Nilai yang dihitung untuk interval yang lebih kecil, seperti mingguan atau harian, mungkin berguna untuk mengidentifikasi kejadian kegagalan komponen. Kerugian karena suhu modul PV, nilai PR lebih besar di musim dingin daripada di musim panas dan biasanya berada dalam kisaran 0,6 hingga 0,8. Jika kekotoran modul PV bersifat musiman, hal itu juga dapat berdampak pada perbedaan PR dari musim panas ke musim dingin. Menurunnya nilai tahunan dapat menunjukkan kerugian permanen dalam kinerja (Carmo de Lima, 2017).

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} \quad (2)$$

dengan :

PR = Rasio Performa

Y_R = Hasil Acuan atau *Referensi Yield (Jam)*

Y_F = Produksi Final Sistem PV (*Jam*)

2.5 Perhitungan Efisiensi solar PV

Salah satu produk teknologi fotovoltaik adalah sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor dan mampu secara langsung mengubah energi cahaya (foton) menjadi energi listrik. Sel surya bekerja pada tingkat dasar yang berlawanan dari LED (*Light Emitting Diode*), yang mengubah energi listrik menjadi cahaya. Semikonduktor akan menyerap foton untuk membuat pasangan lubang elektron sebagai pembawa muatan ketika energi foton yang masuk melebihi celah energi ini. Selain itu, ketika dua muatan melintasi daerah persimpangan p-n, perbedaan potensial dan arus foto (arus yang dihasilkan oleh cahaya) terjadi sebagai akibat dari elektron dan lubang yang bergerak secara berurutan menuju lapisan n dan p (Sari, 2014)

Keluaran dari panel surya menghasilkan tegangan DC. Daya input dari panel surya adalah intensitas cahaya matahari (W/m^2) dan luas penampang panel surya (m^2).



$$P_{in} = H \times A \quad (3)$$

Daya yang masuk pada panel surya (W)

H = Nilai Radiasi Matahari (W/m^2)

A = Luas penampang panel surya (m^2)

Rumus yang digunakan dalam efisiensi (Misbahuddin, 2021).

$$\eta_{PV} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad (4)$$

dengan:

η_{PV} = Efisiensi Modul Surya

P_{out} = Daya Keluaran Sel Surya (W)

P_{in} = Daya Yang Masuk Pada Panel Surya (W)

2.6 Perhitungan Efisiensi sistem PLTS

$$\eta_{sistem} = \frac{E_{AC}}{H_T} \div A \quad (5)$$

dengan :

η_{sistem} = Efisiensi Sistem PLTS

E_{AC} = Daya Keluaran Sel Surya (W)

H_T = Iradiasi Matahari (kWh/m^2)

A = Luas Penampang panel Surya

2.7 Faktor Kapasitas

Faktor Kapasitas atau *Capacity Factor* (CF) merupakan perbandingan antara jumlah produksi listrik pada periode operasi tertentu terhadap kemampuan produksi sesuai daya mampu. CF merupakan perbandingan realisasi produksi pada periode tertentu terhadap kemampuan produksi maksimal suatu pembangkit pada periode tersebut. CF digunakan untuk mengukur kemampuan operasi suatu pembangkit (Qodir, 2015). Untuk menentukan *capacity factor* dapat ditentukan menggunakan persamaan rumus dari persamaan (10).

$$CF(\%) = \frac{\sum \text{Energi yang dihasilkan aktual}}{\sum \text{energi yang dihasilkan sesuai kapasitas terpasang}} \times 100 \quad (6)$$

2.8 Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika yang mengubah sumber tegangan DC menjadi tegangan AC, outputnya datang dalam bentuk tegangan tetap dan yang dapat disesuaikan. Input inverter adalah sumber langsung atau DC, at berupa satu atau lebih baterai atau sel surya. Pada hakikatnya inverter itu alat yang menciptakan tegangan AC dari sumber DC dengan cara



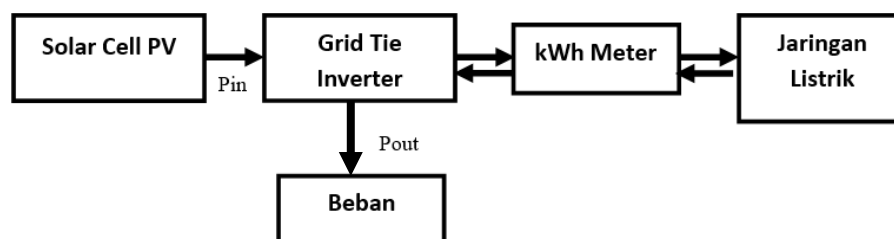
menciptakan gelombang tegangan, namun gelombang yang ditimbulkan masih berupa gelombang kotak dan bukan gelombang sinus. Inverter terdapat dua jenis yaitu inverter 1 phase dan inverter 3 phase.

Nilai efisiensi atau performa juga dapat digunakan untuk mengukur keefektifan sebuah inverter sebagai alat konversi. Mengetahui daya *input inverter* dan daya *output inverter* dikalikan dengan persentase maksimum (100%) akan mengungkapkan kinerjanya.

2.9 Keandalan Sistem PLTS

Keandalan Sistem PLTS mencakup faktor teknis dan faktor ekonomis. Adapun faktor teknis yaitu sistem PLTS yang digunakan, arus yang dihasilkan, tegangan yang dihasilkan, dan daya yang dihasilkan.

Sebuah *Grid Tie Inverter* (GTI) dan komponen sel surya digunakan dalam sistem PLTS on-grid yang terhubung dengan jaringan listrik. *Grid Tie Inverter* (GTI) berfungsi untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC, seperti halnya *inverter* lainnya. Namun dengan pemasangan kWh meter, inverter jenis ini dapat digunakan sehubungan dengan pemasangan jaringan listrik utama, dalam hal ini jaringan energi dari PLN. Jadi, jenis *inverter* ini dikenal juga sebagai *synchronous inverter* atau *grid interactive inverter*. Sistem PLTS dengan menggunakan *inverter* GTI yang terhubung ke jaringan listrik PLN ditunjukkan pada diagram blok di bawah ini (Nurjaman., 2022).



Gambar 5 Blok Diagram Sistem PLTS On- Grid

Adapun persyaratan yang harus terpenuhi ketika menyambungkan GTI dengan jaringan listrik yang sudah ada yaitu :

1. Tegangan harus sama;



2. Frekuensi harus sama;
3. Jumlah fase harus sama;
4. Efisiensi keluaran harus sama.

Salah satu syarat kualitas daya listrik yang baik adalah tegangan harus konstan. Tetapi pada kenyataannya tegangan tidak selalu konstan, dimana suatu saat tegangan naik dan suatu saat tegangan turun. Toleransi tegangan yang diijinkan naik atau turun berdasarkan IEEE std 446 “*Recommended Practice for Emergency and Standby Power System for Industrial and Commercial Application*” adalah -13% sampai +6%. Sedangkan yang bukan emergency dan stand by power berdasarkan IEEE std 241 “*Recommended Practice for Electric Power System in Commercial Buildings*” adalah -10 % sampai +5 % (Subroto., 2002).

1. Tegangan phasa-phasa = $V_{nom} = V_n = 380 \text{ V}$
2. Tegangan Boleh Turun = $V_n - (V_n \times 10\%)$

$$= 380 - (380 \times 10\%)$$

$$= 342 \text{ V}$$
3. Tegangan Boleh Naik = $V_n - (V_n \times 5\%)$ an
4. Tegangan Boleh turun = $380 - (380 \times 5\%)$
5. Tegangan Boleh Turun = 399 V

Menurut standarisasi Frekuensi yang digunakan di Indonesia menggunakan standar 50 Hz. Dengan Variasi frekuensi tidak melebihi 1% dari 50 Hz menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 04-1922-2002, yaitu 49,5-50 Hz atau 2970 - 3030 rpm.

2.10 Beban Motor Listrik

Mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik adalah motor listrik. Generator atau dinamo adalah alat yang bekerja sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sangat penting untuk memahami beban motor untuk memahami motor listrik. Torsi atau produksi rotasi dalam kaitannya dengan kecepatan yang dibutuhkan disebut sebagai beban. beban seringkali dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu :

- 1) Beban torsi konstan, adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya, namun torsi tidak bervariasi.



oh beban dengan torsi konstan adalah *conveyors*, *rotary kilns*, dan *displacement* konstan.

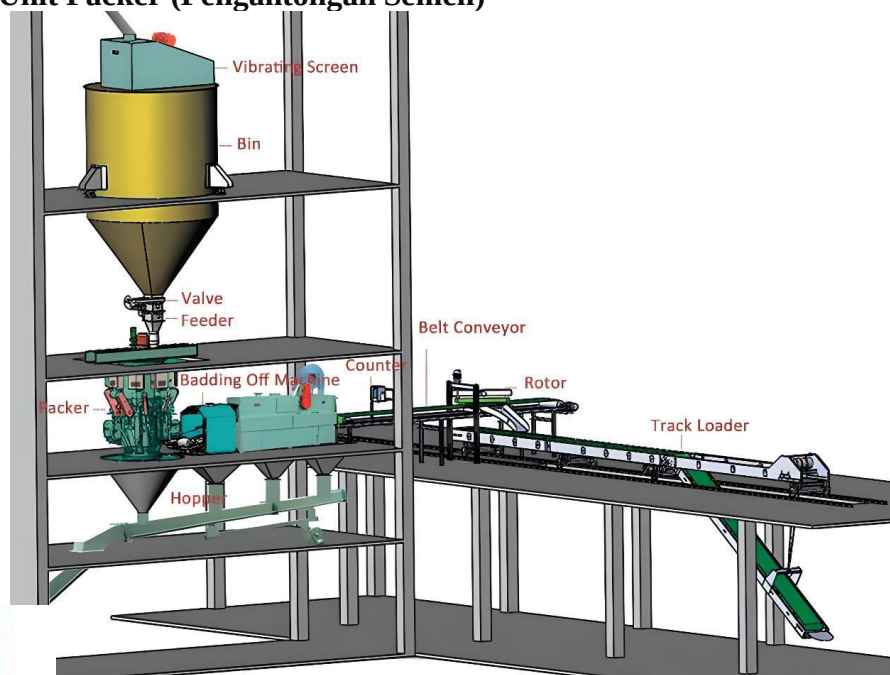
in dengan torsi variabel, adalah beban dengan torsi yang bervariasi

dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan torsi variabel adalah pompa sentrifugal dan fan (torsi bervariasi sebagai kuadrat kecepatan)

- 3) Beban dengan energi konstan, adalah beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin. Motor listrik jenis ini menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya dengan teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik arus bolak-balik mempunyai dua buah bagian dasar listrik, yaitu stator dan rotor. Stator adalah komponen listrik statis, sedangkan rotor adalah komponen listrik berputar untuk memutar poros motor.

Medan magnet yang berputar diatur oleh belitan stator, merupakan karakteristik dari semua motor AC. Tiga kumparan yang terpisah secara elektrik 120 derajat satu sama lain dapat digunakan untuk mengilustrasikan ide ini dalam motor tiga fase. Satu daya satu fase, tiga fase dihubungkan ke setiap koil. Medan magnet berputar dihasilkan di dalam inti stator ketika arus tiga fase melewati belitan. Kuantitas kutub stator dan frekuensi suplai menentukan seberapa cepat medan magnet berputar (Ambabunga, 2020).

2.11 Unit Packer (Pengantongan Semen)



Gambar 6 unit packer tonasa V



Proses pengemasan semen berlangsung di tempat yang dikenal dengan *packing plant*. di dalam *packing plant* terdapat beberapa proses yaitu *Cement Transport*, *Cement Storage (Silo)*, *Cement Release Station (Loading, Unloading System & Cement Packing Machine)*.

- 1) *Cement Transport* adalah sebuah proses perpindahan semen dari satu tempat ketempat yang lain menggunakan alat-alat berupa *Airslide*, *Belt Bucket Elevator*, *Airlift Pump*.
 - 2) *Cement Storage/Silo* adalah struktur yang digunakan untuk menyimpan bahan curah (*bulk materials*). *Silo* umumnya digunakan di bidang pertanian sebagai penyimpan biji-bijian hasil pertanian dan pakan ternak. Di luar bidang pertanian, *silo* digunakan untuk menyimpan batu bara, semen, potongan kayu, dan serbuk gergaji. Ada tiga jenis *silo* yang banyak digunakan hingga saat ini, yaitu tipe menara, bunker, dan karung. Dalam memuat bahan curah ke dalam silo, diperlukan mekanisme elevator biji- bijian seperti konveyor (konveyor sabuk, konveyor udara, konveyor ember), *auger*, dan *hopper* tergantung pada jenis bahan curah yang dimuat. Pengisian dilakukan dari tingkat paling atas, sehingga yang masuk lebih dulu akan berada di bawah. Sedangkan pengambilan bahan curah dilakukan dari bawah. Tergantung pada bahan yang dimuat, pengendalian lingkungan di dalam bisa bervariasi. Pengendalian kadar air di udara diperlukan dan disesuaikan dengan kadar air kesetimbangan bahan jika menginginkan waktu penyimpanan yang lama. Pengendalian jenis dan kadar gas di dalam *silo* diperlukan jika bahan mudah bereaksi dengan gas tertentu seperti oksigen. Pengendalian kadar gas juga diperlukan jika *silo* digunakan untuk proses fermentasi, aerob maupun anaerob.
 - 3) *Cement Release Station* merupakan area yang berguna untuk memindahkan material semen yang akan didistribusikan ke bagian-bagian yang lain
 - a) *Loading System Loading system*
 - b) *Unloading System*
- Cement Packing Machine*



2.12 Penelitian Terdahulu

Tabel 1 Perbandingan penelitian terkait yang terdahulu dengan penelitian yang diajukan

No	Penelitian Terkait	Perbedaan	Kelebihan	Kekurangan	Presentase kemiripan
1	evaluasi unjuk kerja sistem <i>photovoltaic (PV)</i> 12 kWp blok Kementrian Kelautan dan Perikanan (KKP) di Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) Pantai Baru Bantul.	• Pada Penelitian ini menggunakan daya 12 kWp sedangkan pada penelitian yang di ajukan 10 kWp	• Sudah di implementasikan dalam bentuk nyata • Hasil output yang didapatkan lebih efisien untuk digunakan • Menggunakan 2 sumber tenaga yaitu Surya dan Angin sehingga daya yang di hasilkan cukup relatif besar	Karena tidak memiliki MPPT sehingga beban sistem PV yang rendah dibanding kapasitansinya	Subjek yang diamati berbeda sehingga kemiripannya sekitar 35%
2	Analisis PLTS On Grid	• Pada Penelitian ini lebih mengarah ke Sistem IOT	• Untuk cara perhitungan daya yang dihasilkan bisa secara manual • Sudah di implementasikan dalam bentuk nyata	Karena tidak menggunakan alat ukur on time yang dapat langsung mencatat semua hasil pengukuran setiap detik sehingga pengukuran lebih akurat	Alat dan lokasi penelitian berbeda sehingga kemiripannya sekitar 20
3	<i>Comparative Performance Analysis of Grid-Connected PV Power Systems with Different PV Technologies in the Hot and Winter</i>	• Pada penelitian ini mengambil metode dengan suhu yang berbeda beda	• Karena penelitian ini menggunakan sistem OF-Grid maka penyimpanan membuat mengurangi pemborosan dan lebih efisien dalam penggunaan • Pengukuran sistem untuk menghasilkan kelebihan Listrik	Keluaran dari panel surya hanya dipengaruhi oleh Cahaya matahari dan tanpa di pengaruhi oleh faktor yang lain	Dimana penelitian ini banyak membahas tentang of grid sehingga kemiripannya sekitar 10%



			yang cukup di siang hari untuk menutupi seluruh penggunaan energi sepanjang waktu		
4	<i>Performance analysis of a grid connected photovoltaic system in northeastern Brazil</i> dengan hasil penelitian yakni analisis kinerja	• Pada penelitian ini mengambil metode Of-Grid	• Sudah diimplementasikan dalam bentuk nyata • Untuk pengambilan data memakan cukup banyak waktu sehingga data data yang di dapatkan cukup baik	Pada pengambilan data tidak menggunakan beberapa software yang betul akurat untuk mendapatkan hasil yang maksimal apa lagi di bidang ekonomisny	Jenis perhitungan dan persamaan untuk mendapatkan data kemiripannya sekitar 45%

