

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PLN (Perusahaan Listrik Negara) tidak dapat menjamin ketersediaan energi listrik secara terus-menerus, karena ada gangguan yang terjadi pada sistem distribusi. Ada dua jenis gangguan yaitu gangguan dari luar dan gangguan dari dalam. Gangguan dari luar disebabkan oleh sentuhan pohon pada penghantar, sambaran petir, binatang, manusia dan cuaca. Sedangkan gangguan dari dalam disebabkan oleh kegagalan fungsi peralatan jaringan, kerusakan peralatan jaringan dan kerusakan dari peralatan pemutus jaringan (Sugiana et al., 2022). Pemadaman listrik mengakibatkan terganggunya kontinuitas pelayanan terutama pada aktivitas pelayanan pada sektor perdagangan, perhotelan, rumah sakit, maupun industri (Rizaldi & Djufri, 2018). Sebagai sumber energi alternatif jika terjadi pemadaman listrik dari PLN, salah satunya dapat menggunakan sumber dari PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Berdasarkan siaran pers kementerian ESDM NOMOR: 275.Pers/04/SJI/2021 menyebutkan bahwa, hingga tahun 2020 pemanfaatan energi surya di Indonesia baru terserap sebesar 153,4 MW dari total potensi lebih dari 207,8 GW, sehingga energi surya menjadi sumber energi yang dapat dikembangkan untuk memenuhi kontinuitas listrik di masyarakat. PLTS terbagi menjadi dua sistem yaitu sistem *on grid* dan sistem *off grid*.

PLTS *on grid* adalah sistem yang memanfaatkan sinar matahari dengan mengubah sinar tersebut menjadi energi listrik melalui panel surya. Panel surya dan jaringan PLN ini disambungkan dengan *inverter* GTI (*Grid Tie Inverter*), kemudian energi listrik langsung dialirkan ke beban listrik (Pramudita et al., 2021). Pada sistem *on grid* ini juga dipasang *net metering*. Fungsi *net metering* adalah untuk mengirimkan produksi energi listrik yang berlebih ke jaringan PLN, bila energi listrik kurang akan mengambil dari jaringan PLN. Kelebihan sistem *on grid* yaitu; sistem ini murah karena tidak menggunakan baterai, dapat melakukan penghematan dengan menjual energi listrik berlebih ke jaringan PLN. Kelemahan sistem *on grid* yaitu; ketika terjadi pemadaman tidak ada cadangan energi listrik.

PLTS *off grid* yaitu sistem yang berdiri sendiri tanpa terhubung dengan jaringan listrik lain seperti PLN dan memproduksi energi listrik harian secara mandiri (Rahman, 2021). Kapasitas baterai perlu diperhatikan agar dapat mencukupi kebutuhan sehari-hari, karena terkadang cuaca mendung yang menyebabkan panel surya mengalami penurunan kemampuan untuk

mengisi energi listrik ke baterai. Ketika komponen PLTS mengalami kerusakan, maka listrik akan padam. Sebab tidak ada sumber energi yang dapat digunakan.

Dari permasalahan yang di atas penulis ingin membuat sistem *off grid – hybrid*, yaitu gabungan dua sumber listrik dari PLTS dan dari PLN. Bila sumber listrik dari PLN padam maka kebutuhan sumber listrik akan di *backup* oleh PLTS. Bila sumber listrik dari PLTS padam maka kebutuhan sumber listrik akan di *backup* oleh PLN. Sistem perpindahan sumber listrik dilakukan secara otomatis dengan menggunakan ATS (*Automatic Transfer Switch*). Sehingga akan selalu tersedia sumber listrik dan dapat mengurangi terjadinya pemadaman listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dirumuskan menjadi beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut,

- a. Bagaimana koordinasi antara sumber listrik dari PLN dan dari PLTS pada sistem *off grid-hybrid*?
- b. Bagaimana baterai dalam sistem PLTS dapat digunakan untuk menyuplai beban listrik?

1.3 Analisa kebutuhan

Berdasarkan kebutuhan untuk menjaga kontinuitas listrik untuk *home industri*. maka diperlukan sebuah sistem untuk menggabungkan sumber listrik dari PLN dan PLTS. Yang dideskripsikan pada tabel di bawah ini,

Tabel 1. 1

Tabel masalah dan solusi

No	Masalah	Deskripsi	Alt Solusi
1	Bagaimana koordinasi antara sumber listrik dari PLN dan dari PLTS pada sistem <i>off grid-hybrid</i> ?	Untuk menjaga kontinuitas sumber listrik dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengatur penggunaan sumber listrik dari PLN dan sumber listrik dari PLTS, bila sumber listrik	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat mode PLTS prioritas, dengan mengatur <i>setting</i> relay PLTS prioritas • Membuat mode PLN prioritas, dengan mengatur <i>setting</i> relay PLN prioritas

		<p>dari PLN padam, maka sumber listrik dari PLTS akan berfungsi sebagai <i>backup</i>. Bila sumber listrik dari PLTS padam, maka sumber listrik dari PLN akan berfungsi sebagai <i>backup</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat sistem <i>Interlock</i> dan ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>) untuk perpindahan sumber listrik dari PLN dan PLTS. Menggunakan rangkaian kontrol berbasis relay, kontaktor dan <i>timer</i>. • Membuat sistem <i>Interlock</i> dan ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>) untuk perpindahan sumber listrik dari PLN dan PLTS, menggunakan relay, kontaktor dan <i>timer</i> dengan program PLC. • Dalam hal ini alternatif solusi yang dipilih adalah membuat mode PLTS prioritas, membuat mode PLN prioritas, membuat sistem <i>interlock</i> dan ATS dengan menggunakan relay, kontaktor dan <i>timer</i> dengan program <i>Leader Diagram PLC</i>
2	<p>Bagaimana baterai dalam sistem PLTS dapat digunakan</p>	<p>Diperlukan suatu sistem pengisian baterai, serta pengaturan penggunaan baterai, supaya baterai</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan panel surya sebagai sumber energi pengisian muatan listrik ke baterai.

	<p>untuk menyuplai beban listrik?</p>	<p>siap digunakan ketika sumber PLN <i>off</i> atau tidak ada suplai dari solar PV untuk waktu tertentu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan sumber PLN sebagai sumber energi pengisian muatan listrik ke baterai dengan <i>power supply AC/DC</i>. • Menggunakan Modul LVD (<i>Low Voltage Disconnect</i>) seri XH-M609 yang bertujuan untuk mendeteksi tegangan pada baterai dan membatasi pemakaian baterai agar tidak sampai habis • Dalam hal ini alternatif solusi yang dipilih adalah menggunakan panel surya sebagai sumber pengisian utama baterai, menggunakan sumber PLN sebagai sumber cadangan pengisian baterai dan menggunakan modul LVD seri XH-M609 untuk mengatur penggunaan baterai.
--	---------------------------------------	--	--

1.4 Batasan Perancangan

Tugas akhir ini memiliki batasan dalam perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan metode *off grid-hybrid*, yaitu:

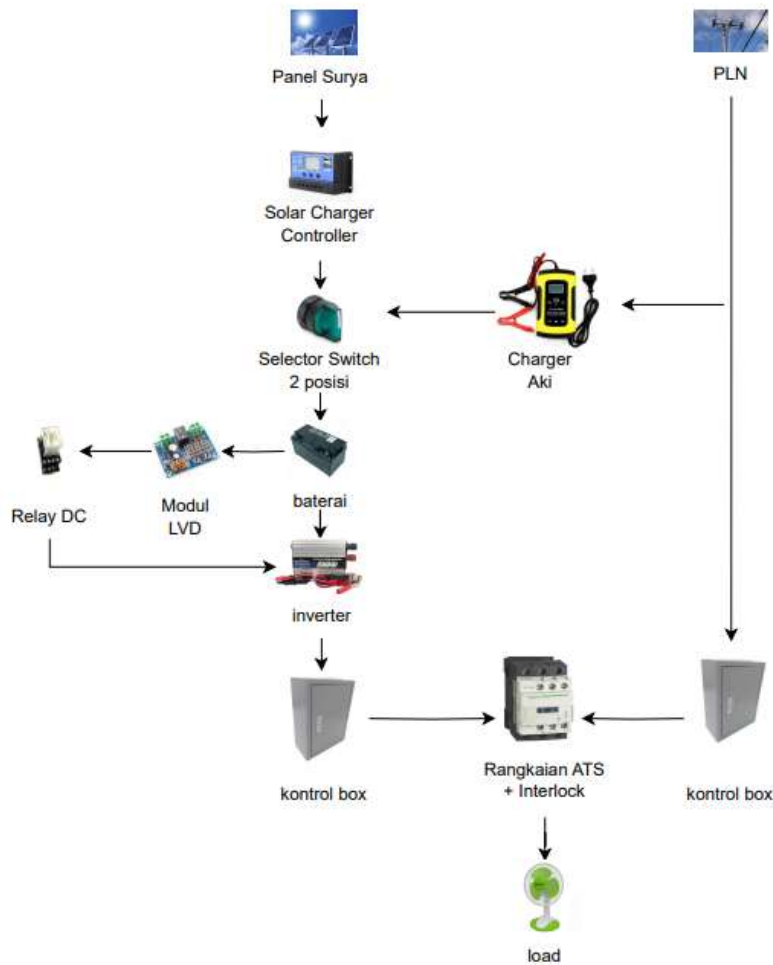
- Sistem terdiri dari 2 mode prioritas yaitu PLTS prioritas dan PLN prioritas karena penulis ingin mengetahui cara kerja antara PLTS prioritas dan PLN prioritas.
- Menggunakan panel surya dengan kapasitas total $100 W_p$ yang dimiliki laboratorium di prodi Teknik Mesin sebagai penyedia energi listrik. Dan penempatan panel surya berada di *rooftop* Gedung P lantai 7.
- Menggunakan *solar charge controller* 10A untuk melindungi baterai dari *overcharge*
- Menggunakan baterai $40A_h$ yang dimiliki laboratorium di prodi Teknik Elektro sebagai penyimpan energi listrik DC dengan *Depth of Discharge* sebesar 80%. Beban listrik yang akan digunakan yaitu berkisar 100 W dengan jam operasional waktu 2 jam.
- Menggunakan *inverter pure sine wave* DC/AC
- Menggunakan PLC Siemens S7-1200 CPU 1215c DC/DC/Relay, yang dimiliki laboratorium di prodi Teknik Elektro. Untuk membuat program *Ladder Diagram* pada rangkaian kontrol *interlock* dan ATS (*Automatic Transfer Switch*).
- Menggunakan modul LVD (*Low Voltage Disconnect*) seri XH-M609 untuk membatasi pemakaian baterai, agar baterai tidak mudah rusak.
- Sistem ini akan ada *time delay* karena kerja komponen.
- Skenario pengisian baterai:
 - Siang hari cuaca cerah, PLN dimatikan, baterai diisi oleh solar PV
 - Siang hari cuaca mendung, baterai diisi oleh PLN
 - Malam hari beban disuplai oleh baterai hingga DOD 80%, selanjutnya disuplai oleh PLN
 - Malam hari jika PLN off, maka beban disuplai oleh baterai hingga DOD 80%, Lebih dari itu bebannya mati.

1.5 Tujuan Tugas Akhir

Mengembangkan sistem PLTS *off grid-hybrid* yaitu gabungan dari sumber PLTS dan PLN yang dapat digunakan untuk menjaga kontinuitas listrik, ketika terjadi pemadaman pada salah satu sumber.

1.6 Uraian Singkat Tugas Akhir

600 × 384



Gambar 1. 1. Diagram Sistem Kerja *Off Grid-Hybrid*

Sistem *off grid – hybrid* ini terdiri dari dua sumber listrik yaitu dari PLTS dan PLN, cara kerja sistem yaitu; PLTS sebagai prioritas dan PLN sebagai cadangan. Contoh ketika PLTS sebagai prioritas maka beban akan mendapatkan *supply* dari PLTS, saat PLTS padam karena baterai yang mulai kehabisan daya, ATS (*Automatic Transfer Switch*) akan berpindah dari PLTS menuju PLN, sehingga beban akan mendapat *supply* dari PLN. Bila baterai PLTS telah terisi, ATS akan berpindah dari PLN menuju PLTS. Contoh ketika PLN sebagai prioritas maka beban akan mendapatkan *supply* dari PLN, saat PLN padam, ATS akan berpindah dari PLN menuju PLTS, sehingga beban akan mendapat *supply* dari PLTS. Bila PLN menyala kembali maka ATS akan berpindah dari PLTS menuju PLN. Untuk mengatur mode ini selain menggunakan rangkaian ATS juga menggunakan rangkaian *Interlock*. Fungsi rangkaian *Interlock* adalah untuk mematikan salah satu sumber antara PLN dan PLTS supaya kedua sumber ini tidak saling bertabrakan.

Rangkaian kontrol ATS dan *Interlock* terdiri dari relay, kontaktor dan *timer* yang dibuat dengan menggunakan program *Ladder Diagram* PLC yang terletak didalam kontrol box.

Aliran daya PLTS yaitu, sinar matahari akan ditangkap oleh panel surya sehingga menjadi listrik DC, kemudian listrik DC dikirim ke SCC (*Solar Charge Controller*) yang berfungsi sebagai pengaturan *charge* ke baterai. Baterai digunakan untuk tempat menyimpan listrik DC. Saklar dua posisi digunakan untuk memilih sumber pengisian muatan baterai dari panel surya atau PLN. Sumber utama pengisian muatan baterai tetap pada panel surya sedangkan *Charger* Baterai hanya sebagai cadangan. Tujuan dipasang *Charger* Baterai adalah saat cuaca sedang mendung yang terjadi berhari-hari, membuat pengisian dari panel surya menjadi kurang optimal, untuk menjamin ketersediaan baterai bisa melakukan pengisian dengan *Charger* baterai yang dilakukan secara manual. Kemudian untuk menjaga pemakaian baterai digunakan modul LVD (*Low Voltage Disconnect*), ketika baterai *drop* hingga batas tertentu LVD akan menyalakan relay DC untuk melakukan *cut off* membuat sumber dari baterai padam, saat baterai terisi sehingga mencapai tegangan tertentu LVD akan mematikan relay DC sehingga sumber dari baterai dapat mengalir ke *inverter*. *Inverter* digunakan untuk mengubah arus DC menjadi arus AC.

1.7 Metodologi Perancangan dan Implementasi

1.7.1 Studi Literatur

- Mempelajari sistem dan perlengkapan PLTS *off grid - hybrid*
- Mempelajari sistem dan perlengkapan rangkaian kontrol ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan *interlock*
- Mempelajari sistem dan perlengkapan rangkaian LVD (*Low Voltage Disconnect*)

1.7.2 Perancangan dan Desain Sistem

Perancangan dan pembuatan sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- Membuat rangkaian ATS (*Automatic Transfer Switch*)
- Membuat rangkaian *Interlock*
- Membuat rangkaian LVD (*Low Voltage Disconnect*)
- Membuat rangkaian PLTS

1.7.3 Pengujian Sistem

Tahapan pengujian yang dilakukan pada sistem adalah sebagai berikut:

- Pengujian cara kerja sistem PLTS prioritas dan PLN prioritas:
- Melakukan pengujian pada rangkaian ATS (*Automatic Transfer Switch*) untuk mengetahui kinerja perpindahan *switch* saat salah satu sumber padam.
- Melakukan pengujian pada rangkaian *interlock* terhadap sumber listrik yang ada agar tidak saling bertabrakan.
- Melakukan pengujian pada rangkaian LVD (*Low Voltage Disconnect*) untuk mengetahui kinerja pengaman baterai.
- Melakukan pengujian pada rangkaian PLTS untuk mengetahui kinerja peralatan dengan parameter tegangan dan arus yang dihasilkan.

1.7.4 Penyajian Hasil

Dalam pengujian sistem akan disajikan dalam bentuk:

- Demonstrasi sistem secara keseluruhan
- Laporan skripsi

1.7.5 Pengambilan Kesimpulan

- Kesimpulan diambil dari percobaan jalannya sistem secara keseluruhan.