

## Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset

Asriyadi<sup>1)</sup>, Andi Wawan Indrawan<sup>2)</sup>, Sarwo Pranoto<sup>3)</sup>, Ahmad Rizal Sultan<sup>4)</sup>,  
Rachmat Ramadhan<sup>5)</sup>

**Abstrak:** Penelitian ini merupakan penelitian tahap awal atau penelitian tahun pertama “Desain dan Implementasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Sebagai Sumber Energi Alternatif yang Murah dan Andal untuk Suplai Beban Listrik Rumah Tangga Golongan Tarif R-1/TR 1300VA” yang dilakukan untuk merancang atau mendesain dan mengimplementasikan sebuah sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) yang terdiri atas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terdiri atas (panel surya atau photovoltaic (PV), baterai), generator set (genset) dan juga dikombinasikan dengan daya listrik dari PLN sebagai upaya pengadaan sumber energi listrik alternatif yang murah dan andal pada pelanggan PLN tipe Rumah Tangga dengan tipe daya RT1/1300VA. Adapun sistem yang akan dibangun terdiri atas lima bagian utama: Pertama, Sumber energi PLTH yang akan membangkitkan energi listrik yang terdiri atas PLTS, Genset dan Sumber PLN. Kedua, sistem baterai sebagai media penyimpanan energi listrik. Ketiga, Power electronic Devices dalam hal ini Inverter yang akan mengubah tegangan DC dari sistem baterai ke tegangan AC / bus AC. Keempat, Automatic Transfer Switch/Automatic Main Failure (ATS/AMF) sebagai sistem kontroler yang akan mengatur pergiliran suplai energi dari PV dan baterai, PLN dan Genset. Kelima, sistem beban dalam hal ini beban rumah tangga pelanggan PLN Tipe daya R1/1300VA. Penelitian tahap awal ini difokuskan pada: Rancang bangun sistem kontroler ATS/AMF yang akan mengatur secara otomatis pergiliran suplai energi dari PV dan baterai, PLN dan genset yang menggunakan Circuit Breaker (CB), Magnetic Contactor (MC), relai, Timer. Desain sistem ATS/AMF dimulai dengan pengembangan Algoritma ATS/AMF, perakitan hardware ATS/AMF meliputi penentuan komponen MCB Schneider 6A, Timer Autonic AT86N, kontaktor Schneider LC1D09, Relay Omron MK3P-I, Relay Omron MK2P-I, Inverter TBE 300 Watt, Battery TOYO 12 Volt, Lampu Indikator, Voltmeter digital dan Saklar Push Button yang disesuaikan dengan daya 1300 Watt 6 dan terakhir adalah pengujian hardware ATS/AMF. Hasil penelitian menunjukkan Algoritma ATS/AMF bekerja sesuai dengan algoritma yang telah dirancang baik secara simulasi maupun pengujian hardware. Sebagai contoh, salah satu hasil pengujian diperoleh: Ketika dari ketiga suplai (PLTS, PLN, Genset) tersedia energi listrik, maka yang menyuplai ke beban hanyalah energi listrik dari PLTS dibuktikan dengan Lampu Indikator yang aktif pada sisi PLTS, Voltmeter digital PLTS menunjukkan besaran tegangan 227 Volt dan lampu pijar yang menyala dalam hal ini sebagai simulasi beban.

**KataKunci:** PLTH, PLTS, Genset, ATS/AMF, R-1/TR 1300VA.

### PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan akan energi listrik sangat seiring dengan perkembangan teknologi. Pada umumnya teknologi sekarang

membutuhkan energi listrik. Contohnya, pada peralatan rumah tangga seperti lampu penerangan, AC, *Rice cooker*, Pompa air dan Kulkas sangat membutuhkan energi

---

<sup>1),2),3),4)</sup> adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10, Tamalanrea Makassar 90245

listrik sebagai energi penggeraknya, sehingga terlihat bahwa kebutuhan akan energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital, sehingga perlu adanya ketersediaan energi listrik yang kontinyu. Ketidakkontinyuan penyediaan tenaga listrik akan mengakibatkan ketidaknyamanan masyarakat pengguna energi listrik dan juga mengakibatkan kerugian akibat rusaknya peralatan listrik. Ketidakkontinyuan penyediaan tenaga listrik biasanya diakibatkan oleh pemadaman yang dilakukan oleh PT.PLN karena adanya keterbatasan pembangkit PT.PLN dalam mengatasi pemakaian energi listrik pada saat beban puncak dan adanya gangguan pada pembangkit, jaringan transmisi dan distribusi. Oleh karena itu untuk mengantisipasi ketidakkontinuitasan energi listrik perlu ada alternatif sumber energi lain yang akan segera menyuplai energi listrik ketika suplai energi listrik dari PLN terputus atau sebaliknya yang membutuhkan teknologi sistem pengalihan suplai energi yang dikenal dengan nama *Automatic transfer switch (ATS)* atau *Automatic Main Failure (AMF)*. Dimana, sistem ATS/AMF umumnya digunakan pada pengalihan suplai energi listrik dari PLN ke Generator set (Genset) atau sebaliknya dari suplai Genset ke suplai PLN. Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan diatas, maka perlu adanya suatu sistem pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan untuk mengantisipasi keterbatasan energi yang disuplai dari PLN yang dapat memberikan kontribusi pada ketahanan energi

negara, memberikan keuntungan finansial berupa penurunan biaya tarif pemakaian listrik PLN dan dimungkinkan pula dapat menjual kelebihan energi listrik yang dibangkitkan dari sistem pembangkit listrik energi terbarukan serta ramah lingkungan. Dan untuk meningkatkan keandalan dalam hal ini kekontinuitasan suplai listrik ke beban maka perlu ada sistem kontrol *ATS/AMF* yang akan menjamin kesinambungan suplai listrik ke beban. Penelitian ini merupakan penelitian tahap awal dari “Desain dan Implementasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Sebagai Sumber Energi Alternatif yang Murah dan Andal untuk Suplai Beban Listrik Rumah Tangga Golongan Tarif R-1/TR 1300VA” yang dimaksudkan untuk mendesain atau merancang dan juga mengimplementasikan sebuah Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) yang terdiri atas panel surya atau *photovoltaic (PV)*, baterai, generator set (genset) dan juga dikombinasikan dengan daya listrik dari PLN sebagai upaya pengadaan sumber energi listrik alternatif yang murah dan andal pada pelanggan PLN tipe Rumah Tangga dengan tipe daya R-1/TR 1300VA. Beban pada pelanggan dengan golongan rumah tangga R-1/TR 1300VA digunakan sebagai objek penelitian karena merupakan salah satu golongan pelanggan yang mengalami kenaikan tarif listrik. Penelitian tahap awal ini difokuskan pada: Rancang bangun sistem kontroler *ATS/AMF* yang akan mengatur secara otomatis pergiliran suplai energi dari *PV* dan baterai, PLN dan genset yang menggunakan

*Circuit Breaker (CB), Magnetic Contactor (MC), relai, Timer.* Desain sistem ATS/AMF dimulai dengan penentuan komponen MC, Relai dan Timer berdasarkan Tipe Daya R1/1300VA, dan pembuatan Algoritma ATS/AMF. Untuk sistem kontroler ATS/AMF akan didesain berdasarkan urutan prioritas suplai energi listrik yaitu yang pertama suplai energi listrik berasal dari PV dan apabila terjadi gangguan suplai dari PV atau baterai mengalami defisit energi, maka suplai energi akan dialihkan ke suplai energi dari PLN dan ketika ada suplai dari PV atau baterai telah terisi (*charging*) maka energi akan disuplai kembali oleh PV dan baterai. Dan apabila tidak ada suplai energi atau ada gangguan dari PV dan PLN, maka suplai energi listrik akan diperoleh dari Genset. Selanjutnya genset akan OFF ketika ada suplai baik dari PV maupun dari PLN. Adapun perumusan masalah yang akan diteliti adalah:

- a. Bagaimana mendesain dan mengembangkan algoritma sistem kontrol *ATS/AMF* yang akan digunakan pada sistem PLTH yang berbasis suplai energi dari PV-Baterai, PLN dan Genset?
- b. Bagaimana membuat sistem kontrol *ATS/AMF* yang akan digunakan pada sistem PLTH yang berbasis suplai energi dari PV-Baterai, PLN dan Genset berdasarkan algoritma yang telah dibuat?

## **PLTS**

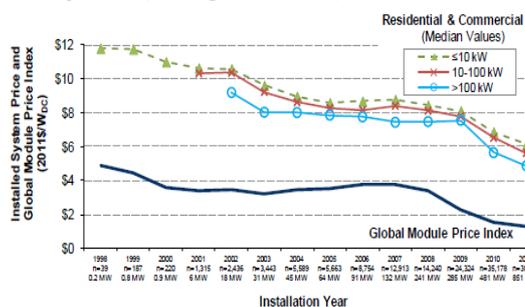
Bertambahnya jumlah penduduk dan adanya perkembangan teknologi, industri dan informasi, maka

kebutuhan akan konsumsi berbagai jenis energi juga akan meningkat termasuk energi listrik, dimana sumber energi yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik masih didominasi oleh penggunaan bahan bakar fosil (BPPT,2014). Dimana bahan bakar fosil ini memiliki sifat yang tidak terbarukan dan memberikan efek negatif terhadap lingkungan, sehingga perlu adanya penggunaan sumber energi terbarukan.

Beberapa energi alternatif yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik antara lain adalah sumber energi panas bumi, hydro, kelautan, matahari dan angin. Penelitian ini bertujuan membangun sebuah sistem pembangkit PLTH yang dapat diimplementasikan langsung pada pelanggan PLN rumah tangga sehingga pilihan energi terbarukan jatuh pada penggunaan energi matahari dikarenakan potensi sumber energi matahari yang tersedia melimpah di seluruh wilayah Indonesia. Sebagaimana yang dikemukakan oleh (Rahardjo, I & Fitriana,2016) bahwa intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar  $4.8 \text{ kWh/m}^2$  per hari diseluruh wilayah Indonesia. Sehingga pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dengan mudah dibuat dimana saja di seluruh wilayah Indonesia, selain itu teknologi PLTS juga tidaklah sulit. Hal ini berbeda dengan bentuk energi lain yang hanya dapat ditemukan di tempat-tempat tertentu saja dan membutuhkan teknologi yang mahal dan sulit.

Salah satu kendala dari sistem PLTS adalah biaya investasi awal dari PLTS, akan tetapi hal ini

tidaklah akan menjadi kendali di kemudian hari dikarenakan akan semakin murah harga panel surya dan baterai sebagai komponen utama dari sistem PLTS, dimana telah terjadi penurunan harga panel surya pada sebesar 50% dimana dilaporkan pada tahun 1994 harga PV per watt dihargai sekitar \$12 per watt dan terjadi penurunan harga menjadi sekitar \$6 per watt pada tahun 2011 (Fieldman David dkk, 2012)(Lihat Gambar 1). Penurunan harga juga terjadi pada tahun 2014, dimana harga PV dihargai sebesar \$1.8 per watt (Fieldman David dkk, 2012). Selain itu kinerja atau efisiensi dari PV juga semakin baik dimasa yang akan datang dengan banyaknya penelitian terkait dengan rekayasa material pembentuk PV untuk mencari efisiensi yang lebih baik. Keuntungan lain yaitu menikmati listrik gratis ketika nilai investasinya mencapai titik *payback* atau *breakpoint*. (Asriyadi, 2013).



Gambar 1 Trend Harga PV panel (Fieldman dkk, 2012)

### ATS/AMF

Untuk mengatur pengalihan secara otomatis suplai energi dari suplai energi yang berbeda dari PV, PLN dan genset maka sebuah sistem

ATS/AMF diperlukan untuk menjamin sistem pengalihan otomatis tersebut. Pada umumnya sistem ATS/AMF digunakan untuk mengalihkan suplai listrik utama dalam hal ini PLN ke sumber cadangan atau genset dan sebaliknya dari Genset ke suplai PLN. Dimana fungsi dari sistem ATS/AMF ini adalah untuk menjamin ketersediaan suplai energi listrik atau menjamin keandalan sistem dalam penyediaan suplai energi listrik. Hal ini juga dijelaskan oleh (Samtinah dkk, 2009) bahwa AMF merupakan alat yang berfungsi untuk menurunkan downtime dan meningkatkan kehandalan sistem catu daya listrik.

Namun pada penelitian ini sistem ATS/AMF akan dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan suplai energi terbarukan dalam hal ini PLTS dan sekaligus sebagai suplai energi utama pada sistem PLTH dan suplai energi cadangannya adalah sumber PLN dan Genset sebagai pilihan terakhir cadangan suplai energi.

Komponen utama yang akan digunakan dalam Sistem ATS/AMF-PLTH ini adalah *Magnetik Contactor (MC)* dan beberapa komponen lainnya seperti timer yang berfungsi sebagai bagian dari rangkaian sistem kontrol dan rangkaian daya.

Beberapa penelitian terkait yang dijadikan sebagai acuan pada penelitian ini. Yang pertama terkait dengan potensi ketersediaan sinar matahari di Indonesia dan pada khususnya di Makassar yang dijelaskan oleh (Baharuddin, 2012) bahwa adanya potensi radiasi matahari di Makassar yang berkisar dari 1667.16 kWh/m<sup>2</sup> sampai dengan

2227.08 kWh/m<sup>2</sup> dalam setahun. Hasil perhitungan potensi energi listrik yang dihasilkan menunjukkan bahwa rumah dengan kebutuhan 900 W dapat dipenuhi dengan luasan panel (PV) seluas 9.2-15.1 m<sup>2</sup>.

Kedua, penelitian terkait dengan pengembangan sistem PLTS seperti yang telah dilakukan oleh (Hasan,2012) yang melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau Saugi dihasilkan bahwa untuk total kebutuhan daya 2.600 Watt hour dibutuhkan 6 panel surya dengan daya *output* 100Wp dan 13 buah baterai 12v 100Ah. Ketiga, penelitian dan pengembangan sistem pembangkit listrik tenaga hibrida yang memadukan sistem PLTS dan Diesel juga telah dilakukan oleh (Pramusito,2004) yang melayani 400 rumah pelanggan dengan kapasitas daya 450 VA dibutuhkan kapasitas modul surya sebesar 24 kWp, Diesel generator 125 kVA, inverter 90 kW dan kapasitas baterai 477,6 kWh. Perancangan sistem hibrida antara PLTS dan listrik PLN untuk rumah perkotaan juga telah dilakukan oleh (Biem dkk, 2008) Pemodelan dan pengoptimasian sistem PLTH juga telah dilakukan oleh (Asriyadi,2013) yang memodelkan dan mengoptimasi sebuah prototipe sistem PLTH yang merupakan kombinasi antara sistem PLTS, PLTB dan *Diesel genset* dengan kapasitas masing-masing sistem untuk PLTS 144 buah PV panel yang dapat membangkitkan daya output 30 kWp, Wind turbine 80 kWp, 30 buah baterai dengan kapasitas 53kWh dan Diesel Generator 100kVA yang ditujukan untuk wilayah-wilayah yang tidak terjangkau oleh listrik.

Adapun penelitian yang berkenaan dengan sistem *ATS/AMF* sebelumnya telah dilakukan oleh (Enggar dkk,2011) tentang "*Rancangan Dasar Sistem Automatic Main Failure dan Automatic Transfer Switch Untuk Ruang Pertemuan Gedung 71*" dan juga oleh (Indrawan, 2012) berupa perancangan Panel *ATS/AMF* berbasis Mikrokontroler dimana kedua penelitian ini mengatur pengalihan suplai energi antara suplai listrik PLN dan Genset.

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

Perancangan atau desain sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) dan perancangan sistem kontrol *ATS/AMF* serta *datalogger* dilakukan di Laboratorium Komputer Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pengukuran parameter listrik peralatan dilakukan di Laboratorium Pengukuran Listrik Program Studi Teknik Listrik. Persiapan perakitan *solar cell* atau *Photovoltaic (PV)* dilakukan di bengkel mekanikal dan elektrikal dan pembuatan modul sistem kontrol *ATS/AMF* dilakukan di bengkel sistem Interkoneksi *ATS/AMF* Program studi teknik Listrik. Adapun implementasi sistem PLTH akan dilakukan di rumah pelanggan PLN dengan tipe daya R-1/TR 1300VA dalam hal ini rumah Ketua Peneliti.

### **Peralatan dan Bahan Habis Pakai**

Peralatan utama yang dipergunakan dalam penelitian tahap awal atau tahun pertama ini adalah sebuah prototype PLTS yang terdiri dari 1 buah PV, Baterai, BCU dan 1 Buah Genset serta komponen-

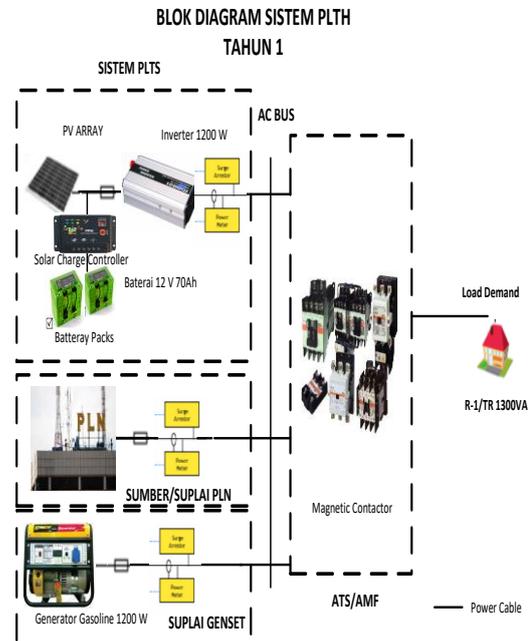
komponen untuk sistem Kontrol ATS/AMF yang terdiri dari Magnetic Contactor, CB, Relai, dan Timer serta komponen pendukung lainnya. Selain peralatan tersebut diatas dibutuhkan pula peralatan pengukuran besaran listrik lainnya seperti: Ohmmeter, Voltmeter dan Ammeter.

**Deskripsi Sistem Algoritma ATS/AMF**

Penelitian tahun pertama difokuskan pada sistem kontrol ATS/AMF yang menggunakan Magnetic Contactor (MC).

Prinsip kerja dari sistem PLTH yang akan dibangun yaitu sistem PLTS sebagai suplai energi utama akan menyuplai beban dan mengisi baterai (*charging*) pada siang hari, dan tetap akan menyuplai beban pada malam hari sampai pada batas baterai diset untuk tidak melepas energi. Pada sistem ini level *depth of discharge (DOD)* baterai diset pada 50% untuk menjamin baterai lebih awet digunakan. Apabila tidak tersedia suplai energi dari sistem PLTS atau sistem PLTS mengalami gangguan, maka sistem ATS/AMF akan mengalihkan ke sumber PLN, apabila sistem PLTS kembali normal dan memiliki suplai energi, maka ATS/AMF akan mengalihkan kembali suplai energi ke sistem PLTS. Jika sistem PLTS dan sumber PLN tidak dapat menyuplai energi listrik, maka ATS/AMF akan mengalihkan suplai energi ke Genset dan apabila salah satu atau keduanya PLTS dan PLN kembali normal maka ATS/AMF akan mengalihkan suplai ke suplai utama yaitu PLTS dan proses ini akan berulang sesuai dengan status suplai dari sistem PLTS maupun sumber PLNB.

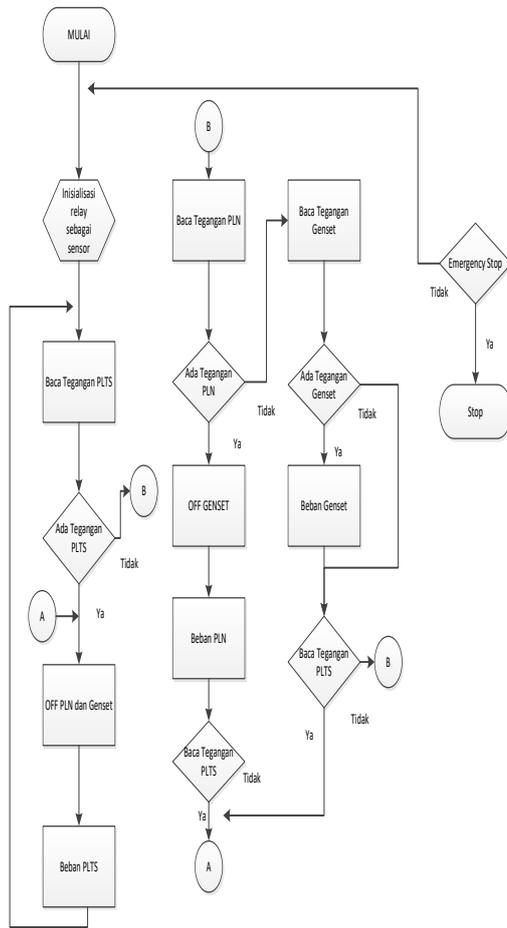
Gambar 2 berikut menunjukkan blok diagram dari sistem PLTH yang terdiri dari sistem PLTS, PLN, Genset, Panel ATS/AMF dan beban (*Load*)



Gambar 2 Blok Diagram Sistem PLTH

Prinsip kerja dari sistem PLTH diatas sekaligus juga menggambarkan sistem kerja ATS/AMF yang akan dibangun, dimana pada blok diagram tersebut yang berfungsi sebagai modul input adalah, sensor tegangan pada sistem PLTS, tegangan jala-jala PLN dan tegangan pada Genset. Modul outputnya adalah relai penghubung daya ke sistem PLTS, PLN dan genset. Sementara itu modul pemrosesnya adalah Magnetic Contactor (MC).

Berikut Flowchart yang menggambarkan algoritma yang dikembangkan pada sistem kontrol ATS/AMF seperti yang ditunjukkan pada gambar 3



Gambar 3 FlowChart Sistem Kontrol ATS/AMF

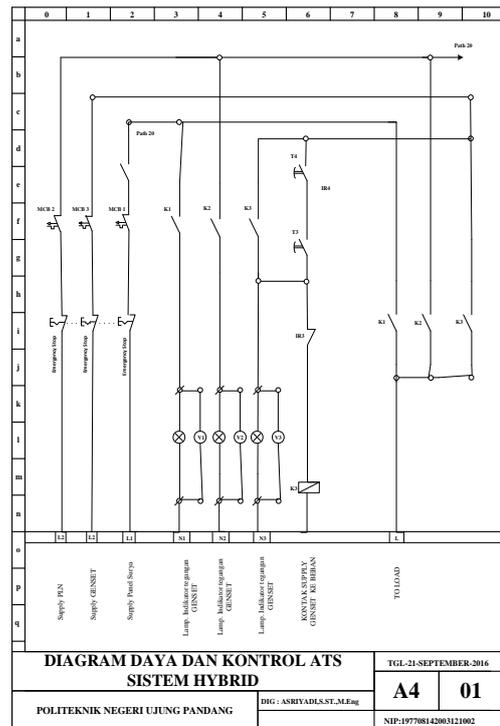
**Perancangan Hardware ATS/AMF**

Pada perancangan hardware untuk sistem kontrol ATS/AMF, dilakukan dengan menggambar diagram rangkaian kontrol dan daya dari sistem ATS/AMF. Selanjutnya, memilih/menentukan komponen-komponen yang akan digunakan seperti CB, Magnetic Contactor, Timer, Relai berdasarkan kapasitas arus dan unjuk kerja dari komponen itu sendiri.

Kemudian menentukan Ukuran Box Panel sesuai dengan ukuran dan jumlah komponen yang akan digunakan, selanjutnya melakukan perakitan seperti peletakan komponen, pengkabelan dan terakhir melakukan pengujian terhadap hardware sistem kontrol ATS/AMF.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada tahap ini, akan dilakukan desain sistem kontrol ATS/AMF dengan menggambar rangkaian ATS/AMF sesuai dengan algoritma yang dibuat sebelumnya. Adapun software yang digunakan untuk menggambar sistem kontrol ATS/AMF System Hybrid adalah Microsoft Visio. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4,5,6 dan 7.



Gambar 4 Diagram Daya dan Kontrol Sistem ATS Hybrid





Gambar 9 Modul Sistem Kontrol ATS Hybrid

Setelah dilakukan perakitan, langkah selanjutnya melakukan pengujian terhadap hardware sistem kontrol ATS/AMF, dan hasilnya seperti pada tabel 1 berikut.



Gambar 11 Kondisi Pengujian Pada Saat Suplai Energi dari PLN



Gambar 10 Kondisi Pengujian Pada Saat Suplai Energi dari PLTS



Gambar 12 Kondisi Pengujian Pada Saat Suplai Energi dari Genset

Tabel 1. Hasil pengujian hardware  
kontrol ATS AMF

No	Suplai PLTS	Suplai PLN	Suplai Genset	Suplai energi ke Beban	Kondisi Lampu (Beban)	Waktu yang dibutuhkan lampu untuk menyala (dtk)
1	ON	ON	ON	PLTS	Menyala	5
2	ON	ON	OFF	PLTS	Menyala	5
3	ON	OFF	ON	PLTS	Menyala	5
4	ON	OFF	OFF	PLTS	Menyala	5
5	OFF	ON	ON	PLN	Menyala	5
6	OFF	ON	OFF	PLN	Menyala	5
7	OFF	OFF	ON	GENSET	Menyala	10
8	OFF	OFF	OFF	-	Padam	-

## KESIMPULAN

Pada proses kegiatan penelitian ini, telah dilakukan desain dan pembuatan sistem kontrol ATS/AMF yang meliputi pengembangan algoritma dan pembuatan sistem kontrol ATS/AMF. Hasil penelitian menunjukkan Komponen-komponen yang digunakan bekerja dengan baik serta modul sistem kontrol yang telah dirancang dan dibuat bekerja sesuai dengan algoritma yang dikembangkan untuk sistem pengalihan yang menggunakan sumber energi dari PLTS, PLN dan Genset. Sebagai contoh, dari salah satu hasil pengujian diperoleh: Ketika dari ketiga suplai (PLTS, PLN, Genset) tersedia energi listrik, maka yang menyuplai ke beban hanyalah energi listrik dari PLTS dibuktikan dengan Lampu Indikator yang aktif pada sisi PLTS, Voltmeter digital PLTS menunjukkan besaran tegangan 227 Volt dan lampu pijar yang menyala dalam hal ini sebagai simulasi beban.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana yang dibutuhkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian pada tahap awal. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPPT, 2014, Outlook Energi Indonesia 2014, Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi BPPT, Jakarta
- Rahardjo, I & Fitriana, 2016, Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia. Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batubara Skala Kecil, PLTN, Dan Energi terbarukan, 45-32.
- Feldman david dkk, 2012, *Photovoltaic System Pricing Trends*, Sunshot U.s Department of Energy, NREL, 2012.
- Feldman david dkk, 2014, *Photovoltaic System Pricing Trends*, Sunshot U.s Department of Energy, NREL, 2014.
- Asriyadi, 2013, *Modeling and Optimization of Power Management of SOPRA HAN*,

- Master thesis, HAN University, Netherland, 2013. ELEKTRIKA, Vol2, hh 166-176.
- Samtinah, BT, Laras, Djoko, SP, Herlambang & Hariyanto, Didik 2009, *unit automatic main failure (AMF) power system sebagai sarana updating kompetensi guru-guru SMK Jurusan Listrik*, Vol39, hal 53-56..
- Baharuddin, Muhammad Taufik Ishak, 2012, *Analisis Ketersediaan Radiasi Matahari di Makassar*, Hasil Penelitian Fakultas Teknik, PROSIDING 2012 UNHAS
- Hasan Hasnawia, 2012, *Perancangan pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi Panel*, JR TK, Vol10, Nomor 2 .
- Pramusito, 2004, *Pembangunan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Surya-Diesel di desa Ponelo Gorontalo*, BPPT Jakarta.
- Bien, Liem Ek, Ishak Kasim, Wahyu Wibowo, 2008, *Perancangan sistem hibrid pembangkit listrik tenaga surya dengan jala-jala listrik PLN untuk rumah Perkotaan*, JETRI, Vol 8, no.1 hal 37-56.
- Enggar T.Santoso, Maradu S., Suropto, 2011, *Arancangan Dasar Sistem Automatic Main Failure dan Automatic Transfer Switch untuk Ruang Pertemuan Gedung 71*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Rekayasa Perangkat Nuklir PRPN-BATAN.
- Indrawan, AW, Hamma, 2012, *Perancangan Panel ATS/AMF Berbasis Mikrokontroler*,