

BACK UP POWER LABORATORIUM LISTRIK POLITEKNIK AMAMAPARE BERBASIS DUAL MODE

Aryani Rombekila^{1*}, Nursahar Buang², Raya Pasangkunan³

^{1,2,3}Politeknik Amamapare Timika Prodi Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik

*Corresponding Author

E-mail Address: aryanirombekila@gmail.com

ABSTRAK

Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare membutuhkan pasokan energi listrik yang stabil untuk mendukung kegiatan praktikum, pengujian rangkaian, penggunaan alat ukur, dan penerangan ruangan. Permasalahan yang terjadi saat ini adalah belum tersedianya sistem *back up power* di Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare. Akibatnya, ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN, aktivitas praktikum terganggu karena tidak ada sumber listrik cadangan, terutama untuk kebutuhan penerangan. Kondisi ini dapat menghambat proses pembelajaran, menurunkan efisiensi waktu praktikum, serta berpotensi mengurangi aspek keselamatan kerja di laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *back up power* berbasis dual mode yang mampu bekerja pada dua kondisi, yaitu mode utama menggunakan suplai PLN dan mode cadangan menggunakan sumber daya alternatif. Sistem ini dirancang agar dapat berpindah dari sumber utama ke sumber cadangan ketika terjadi pemadaman listrik. Dengan adanya sistem tersebut, penerangan laboratorium tetap tersedia sehingga aktivitas dapat dihentikan secara aman atau dilanjutkan sesuai kebutuhan. Hasil perancangan ini diharapkan dapat menjadi solusi sederhana, efektif, dan aplikatif dalam meningkatkan keandalan pasokan listrik di Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare.

Kata Kunci : *Back Up Power* , *Dual Mode*, Laboratorium Listrik, Sumber Daya Cadangan

ABSTRACT

Amamapare Polytechnic Electrical Laboratory requires a stable supply of electrical energy to support practical activities, circuit testing, the use of measuring instruments, and room lighting. The current problem is the absence of a backup power system in the Amamapare Polytechnic Electrical Laboratory. As a result, when a power outage from PLN occurs, practical activities are disrupted because there is no backup power source, especially for lighting needs. This condition can hinder the learning process, reduce the efficiency of practical work time, and potentially decrease occupational safety in the laboratory. This study aims to design a dual-mode backup power system that can operate under two conditions, namely the main mode using PLN supply and the backup mode using an alternative power source. The system is designed to switch from the main power source to the backup power source when a power outage occurs. With this system, laboratory lighting remains available, so activities can be stopped safely or continued as needed. The results of this design are expected to provide a simple, effective, and applicable solution to improve the reliability of the electrical power supply in the Amamapare Polytechnic Electrical Laboratory.

Keywords: *Backup Power*, *Dual Mode*, *Electrical Laboratory*, *Backup Power Source*

PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan pembelajaran praktik di laboratorium. Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare membutuhkan pasokan listrik yang stabil untuk menunjang penerangan, pengoperasian alat ukur, pengujian rangkaian, dan kegiatan praktikum mahasiswa. Dalam pendidikan vokasi, kegiatan praktikum menjadi bagian utama untuk membentuk keterampilan teknis mahasiswa. Oleh karena itu, ketersediaan listrik tidak hanya berhubungan dengan kenyamanan belajar, tetapi juga berkaitan dengan keselamatan kerja dan keberhasilan proses pembelajaran.

Permasalahan yang terjadi saat ini adalah Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare belum memiliki sistem *back up power*. Seluruh kebutuhan listrik masih bergantung pada sumber utama dari PLN. Ketika terjadi pemadaman listrik, laboratorium tidak memiliki sumber daya cadangan yang dapat digunakan untuk penerangan. Kondisi ini menyebabkan aktivitas praktikum terhenti, ruangan menjadi gelap, dan dosen maupun mahasiswa tidak dapat melanjutkan kegiatan dengan aman. Pemadaman listrik juga dapat mengganggu penggunaan peralatan listrik yang sedang dioperasikan.

Gangguan pasokan listrik dari PLN dapat terjadi karena faktor teknis, pemeliharaan jaringan, atau gangguan distribusi (Dugan et al., 2012; Grainger & Stevenson, 1994). Kajian sebelumnya menjelaskan bahwa suplai listrik PLN tidak selalu berlangsung kontinu karena dalam kondisi tertentu dapat terjadi pemadaman akibat gangguan atau pemeliharaan sistem distribusi. Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi gangguan tersebut adalah penerapan sistem pemindah sumber daya otomatis atau *Automatic Transfer Switch* yang menghubungkan sumber utama dengan sumber cadangan (IEEE, 1995; IEEE, 2021).

Ketiadaan sistem cadangan daya di laboratorium dapat menimbulkan beberapa dampak. Pertama, kegiatan praktikum tidak dapat berjalan sesuai jadwal. Kedua, mahasiswa kehilangan waktu belajar praktik karena harus menunggu listrik kembali

menyala. Ketiga, kondisi gelap di laboratorium dapat meningkatkan risiko keselamatan, terutama karena terdapat kabel, panel, alat ukur, dan komponen listrik. Keempat, dosen tidak memiliki waktu yang cukup untuk menghentikan kegiatan praktikum secara terkontrol. Oleh sebab itu, laboratorium membutuhkan sistem cadangan daya yang dapat bekerja cepat ketika listrik PLN padam (IEEE, 1995; National Fire Protection Association [NFPA], 2022; Badan Standardisasi Nasional, 2020).

Sistem *back up power* berbasis *dual mode* menjadi alternatif yang relevan untuk permasalahan tersebut. Dual mode dalam penelitian ini mengacu pada dua mode kerja, yaitu mode utama dan mode cadangan. Pada kondisi normal, beban laboratorium disuplai oleh PLN. Ketika PLN padam, sistem berpindah ke sumber daya cadangan seperti baterai dan inverter. Konsep ini sejalan dengan rancangan sistem emergency back up power yang menggunakan baterai, inverter, dan transfer switch (NFPA, 2022; Pahl, 2003). Pada kondisi off-grid, beban disuplai melalui inverter, sedangkan pada kondisi on-grid baterai dapat diisi kembali melalui rangkaian pengisian (Dunlop, 2012).

Kajian literatur menunjukkan bahwa sistem pemindahan sumber listrik dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Pemindahan manual bergantung pada tindakan operator, sedangkan pemindahan otomatis memanfaatkan sensor dan aktuator untuk mendeteksi kondisi sumber listrik. Abdillah et al. menjelaskan bahwa sistem *Automatic Transfer Switch* dapat mengontrol perpindahan sumber energi listrik secara otomatis berdasarkan parameter tegangan baterai. Sistem ini juga dapat menampilkan informasi tegangan dan sumber yang sedang aktif (Muhammad Abdillah dkk, 2022)

Penggunaan sistem otomatis lebih efisien dibandingkan sistem manual. Pada penelitian Abdillah et al., proses manual membutuhkan waktu sekitar tiga menit karena operator harus memeriksa kondisi baterai dan mengubah posisi saklar. Setelah menggunakan sistem ATS, proses perpindahan sumber dapat bekerja lebih cepat, yaitu sekitar 21,6 ms sampai 40,1 ms. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem

otomatis dapat meningkatkan kontinuitas pasokan listrik dan mengurangi ketergantungan pada tindakan manusia.

Selain itu, sistem back up berbasis baterai dan inverter juga penting untuk menjaga keberlanjutan beban listrik kritis. Pada lingkungan laboratorium, beban kritis dapat berupa lampu penerangan, alat ukur tertentu, serta perangkat yang perlu dimatikan secara aman. Literatur tentang sistem inverter grid-tied juga menjelaskan bahwa sistem cadangan berbasis baterai dapat mendukung operasi saat terjadi gangguan jaringan utama. Sistem tersebut dirancang agar tetap dapat membantu suplai daya ketika terjadi pemadaman (Dunlop, 2012; Kjaer et al., 2005).

Berdasarkan fenomena dan kajian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *Back Up Power* Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare Berbasis *Dual Mode*. Penelitian ini diarahkan untuk menyediakan sumber daya cadangan ketika PLN padam, khususnya untuk kebutuhan penerangan laboratorium. Sistem yang dirancang diharapkan mampu bekerja dalam dua mode, yaitu mode PLN sebagai sumber utama dan mode cadangan sebagai sumber alternatif. Dengan adanya sistem ini, kegiatan laboratorium dapat berjalan lebih aman, tertib, dan tidak sepenuhnya terhenti ketika terjadi pemadaman listrik.

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi sederhana dan aplikatif bagi Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare. Sistem back up power yang dirancang tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu penerangan, tetapi juga sebagai bagian dari peningkatan keandalan fasilitas laboratorium. Dengan demikian, penelitian ini penting dilakukan karena berangkat dari kebutuhan nyata di lapangan, memiliki dasar teknis yang jelas, dan mendukung peningkatan mutu pembelajaran praktik di lingkungan pendidikan vokasi (Badan Standardisasi Nasional, 2020; Dugan et al., 2012; NFPA, 2022).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode rancang bangun atau *research and development* sederhana. Metode ini digunakan karena penelitian bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sistem *back up power* Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare berbasis *dual mode*. Sistem ini dirancang agar mampu menyediakan sumber listrik cadangan ketika suplai listrik utama dari PLN mengalami pemadaman.

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, pemilihan komponen, pembuatan rangkaian, pengujian alat, analisis hasil pengujian, dan penarikan kesimpulan. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis agar alat yang dihasilkan dapat bekerja sesuai tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem *Back Up Power* Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare Berbasis *Dual Mode* dilakukan pengujian untuk mengetahui kemampuan alat dalam menyediakan penerangan cadangan ketika sumber listrik utama dari PLN mengalami pemadaman. Pengujian dilakukan pada dua kondisi, yaitu *mode* PLN dan *mode* cadangan.

Hasil Pengujian Sistem Dual Mode

Sistem back up power dirancang untuk bekerja dalam dua mode. Mode pertama adalah *mode* PLN, yaitu kondisi ketika suplai listrik utama tersedia. Mode kedua adalah *mode* cadangan, yaitu kondisi ketika listrik PLN padam dan beban penerangan disuplai oleh baterai melalui inverter.

Tabel 1. Hasil Pengujian Mode Kerja Sistem

No	Kondisi Pengujian	Sumber Daya Aktif	Kondisi Lampu	Keterangan
1	PLN menyala	PLN	Menyala normal	Beban disuplai dari sumber utama
2	PLN padam	Baterai dan inverter	Menyala	Sistem berpindah ke sumber cadangan

3	PLN menyala kembali	PLN	Menyala normal	Sistem kembali ke sumber utama
4	Baterai menurun	Baterai dan inverter	Menyala redup/berkurang stabilitasnya	Diperlukan pengisian ulang baterai

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan, Arus dan Daya

No	Mode Operasi	Tegangan	Arus	Daya
1	PLN	220 VAC	10 A	50 W
2	Cadangan	12 VDC	10 A	50 W

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa setiap mode mampu menghasilkan arus dan daya yang sama dalam melayani beban yang sama pula.

Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu perpindahan

No	Kondisi Pengujian	Waktu Perpindahan
1	PLN ke mode cadangan	1 Detik
2	Mode cadangan ke PLN	1 Detik

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa waktu respon *Automatic Transfer Switch* bekerja dengan sangat cepat dalam merespon perubahan mode yang aktif.

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, sistem *Back Up Power* Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare Berbasis *Dual Mode* mampu bekerja dengan baik sesuai dengan hasil pengujian sistem. Sistem dapat menyuplai penerangan dari PLN saat kondisi normal dan berpindah ke

baterai saat PLN padam. Lama waktu kerja sistem dipengaruhi oleh kapasitas baterai dan total daya lampu yang digunakan. Semakin besar beban lampu, semakin pendek waktu kerja sistem cadangan.

Secara keseluruhan, sistem ini layak digunakan sebagai solusi penerangan cadangan di Laboratorium Listrik Politeknik Amamapare. Sistem ini sederhana, mudah diterapkan, dan sesuai dengan kebutuhan utama laboratorium, yaitu menyediakan penerangan saat PLN mengalami pemadaman.

REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020. BSN.
- Dugan, R. C., McGranaghan, M. F., Santoso, S., & Beaty, H. W. (2012). *Electrical power systems quality* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Dunlop, J. P. (2012). *Photovoltaic systems* (3rd ed.). American Technical Publishers.
- Grainger, J. J., & Stevenson, W. D., Jr. (1994). *Power system analysis*. McGraw-Hill.
- IEEE. (1995). IEEE Std 446-1995: IEEE recommended practice for emergency and standby power systems for industrial and commercial applications. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEEE. (2021). IEEE Std 3007.2-2021: IEEE recommended practice for the operation and maintenance of industrial and commercial power systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Kjaer, S. B., Pedersen, J. K., & Blaabjerg, F. (2005). A review of single-phase grid-connected inverters for photovoltaic modules. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 41(5), 1292–1306. <https://doi.org/10.1109/TIA.2005.853371>
- Muh abdillha dkk “ Design of Automatic Transfer Switch on A Renewable Energy Hybrid Grid System at PT Lentera Bumi Nusantara” *Journal of Advanced Technology and Multidiscipline (JATM)* Vol. 01, No. 02, 2022, pp. 38-44

- National Fire Protection Association. (2022). NFPA 110: Standard for emergency and standby power systems. NFPA.
- Pahl, G. (2003). Stand-alone solar electric systems. Chelsea Green Publishing.
- Rahim, A. H. M. A., Rahman, M. S., et al. (2019). Design and development of automatic transfer switch for backup power system. International Journal of Engineering Research and Technology, 8(9).