

Rancang Bangun Sistem Otomasi Pengalih Catu Daya Cadangan 5 VDC untuk Beban Daya Rendah

Sigit Kurniawan^{1*}

¹Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Jambi

*Corresponding author, e-mail:sigit@politeknikjambi.ac.id

Abstrak

Peralatan monitoring seperti kamera CCTV, finger scanner dan instrument pengukuran umumnya didesain untuk konsumsi daya rendah, peralatan ini senantiasa difungsikan secara terus-menerus dan membutuhkan suplai listrik yang kontinu. Suplai daya listrik yang kontinu tidak dapat dicapai jika hanya menggunakan satu sumber listrik, tanpa adanya sumber listrik cadangan. Disini lain, jika menggunakan sumber listrik cadangan dibutuhkan sistem pengalih sumber listrik yang bekerja secara otomatis. Penelitian ini berkaitan dengan rancang bangun sistem otomasi pengalih catu daya 5 VDC untuk beban daya rendah, tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem otomasi yang bekerja untuk mengalihkan sumber peralatan dari sumber daya utama (PLN) ke sumber daya cadangan (baterai) atau sebaliknya agar ketidak-tersediaan sumber listrik tidak mempengaruhi kerja alat. Sistem otomasi pengalih daya catu daya cadangan 5 VDC dirancang menggunakan komponen komparator untuk mendeteksi kondisi tegangan sumber dan terhubung dengan relai untuk mengatur sumber daya yang harus digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat bekerja sesuai yang diharapkan dengan batasan respon keluaran akibat transisi pengalihan sumber berlangsung selama 20 ms.

Kata Kunci : Sistem otomasi pengalihan catu daya, Catu daya 5 VDC, Beban daya rendah

Abstract

[Title: *Design and Development Automation Switch System of 5 VDC Power Supply for Low Power Loads*]. The monitoring devices such as CCTV camera, finger scanner and measurement instrumentation is generally are designed with low power consumption, these devices was functioned continuously and require a continuous electrical supply. The continuous of electrical power supply did not reach if only use single supply, without other power supply as back up. In other side, if using a backup power supply is required the electrical supply switch system that works automatically. This research related design and development the automation switch system of 5 VDC power supply for low power load, the aim of the research is to design the automated switch system of 5 VDC backup power supply to divert source from the main power supply (PLN) to the backup power supply (battery) or vice versa so unavailability the main power supply does not affect the working device. The automation switch system of 5 VDC power supply is designed by using the comparator to detect the voltage source conditions and integrated to relay to manage the electrical source that used. The research results shown that the system was designed can work as expected with limit the output response due to switch transition as long as 20 ms.

Keywords : The power supply switch system, 5 VDC power supply, Low power load

PENDAHULUAN

Penggunaan alat elektronik dengan konsumsi daya rendah semakin meningkat seiring dengan kemampuan teknologi untuk menciptakan alat tersebut (Ijjada dkk., 2011), peralatan elektronik seperti kamera CCTV, *fingerprnt scanner* maupun instrument pengukuran telah dirancang untuk dapat bekerja pada tataran tegangan 5 VDC. Disisi lain, peralatan tersebut membutuhkan daya listrik yang bersifat kontinu karena difungsikan secara terus-menerus (M R dan S G, 2016), walaupun beberapa peralatan elektronik telah dilengkapi catu daya cadangan seperti baterai yang dapat diisi ulang (*recharger battery*) dan sebagainya, namun tidak sedikit perangkat elektronik yang tidak dilengkapi sistem catu daya cadangan karena alasan desain dan kebijakan dari pembuat produk.

Untuk peralatan elektronik dengan fungsi khusus seperti monitoring sistem atau pencatatan data (*data*

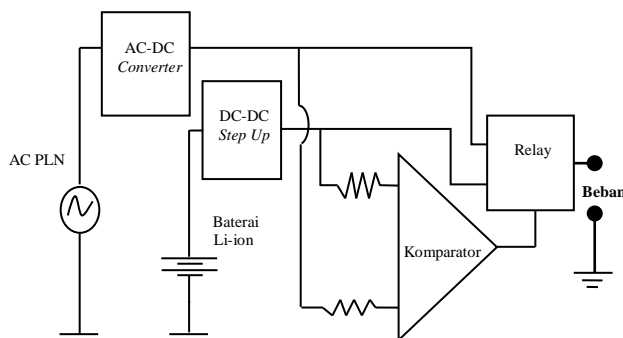
recording) dibutuhkan suplai daya listrik yang bersifat kontinu agar dari setiap proses yang berlangsung tidak terjadi kehilangan data (Matsuoka dkk., 2014). Suplai daya listrik yang kontinu tidak dapat dicapai ketika hanya menggunakan satu sumber listrik saja, tanpa adanya sumber listrik cadangan. Disamping itu, jika sumber listrik cadangan seperti baterai atau alat penyimpan energi listrik yang lain sengaja ditambahkan, dibutuhkan suatu sistem pengalihan catu daya yang dapat bekerja secara otomatis (Roy, Newton, dan Solomon, 2014) agar catu daya cadangan tersebut dapat langsung dimanfaatkan sebagai pengganti dari sumber listrik utama. Oleh karenanya dalam penelitian ini dirancang suatu sistem pengalih catu daya cadangan yang bekerja secara otomatis dengan sumber listrik utama berupa listrik PLN dan catu daya cadangan berupa baterai Lithium-ion (Li-ion) untuk menyuplai kebutuhan daya listrik dari peralatan elektronik dengan beban daya rendah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat rancang bangun, dasar perancangan sistem disesuaikan dengan permasalahan yang ada sebagaimana telah dijelaskan. Kriteria rancangan yang diharapkan berupa:

- Alat difungsikan sebagai pengalih catu daya cadangan DC yang bekerja secara otomatis.
- Alat difungsikan untuk peralatan elektronik dengan konsumsi daya rendah < 10 Watt (5 VDC).
- Sistem otomasi tetap bekerja walaupun sumber energi listrik utama mati/terputus.

Desain dari sistem yang dirancang sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Desain sistem didasarkan pada kondisi dimana ada atau tidaknya sumber listrik utama PLN. Jika sumber listrik PLN tersedia maka beban akan menggunakan sumber tersebut sebagai sumber listrik, sebaliknya jika tidak tersedia maka beban akan memanfaatkan sumber listrik dari catu daya cadangan. Tersedia atau tidaknya sumber listrik PLN dapat diketahui dengan cara membandingkan nilai tegangan adaptor AC-DC (berasal dari sumber listrik PLN) dengan tegangan baterai (catu daya cadangan), jika nilai perbandingannya sama akan bernilai nol (0 V), sebaliknya jika tidak sama maka keluaran dari komparator akan bernilai satu (5 V). Sedangkan untuk mengurangi kesalahan pada



Gambar 1. Blok diagram rancangan sistem otomasi pengalih catu daya cadangan 5 VDC

proses perbandingan maka level baterai harus dibuat sama dengan level tegangan keluaran dari adaptor AC-DC. Oleh karena itu, dibutuhkan modul DC-DC Step Up Converter untuk menaikkan level tegangan dari baterai.

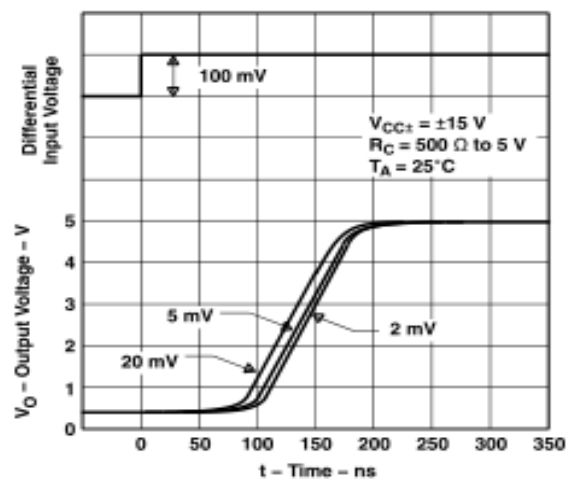
Tegangan keluaran hasil perbandingan komparator dapat dimanfaatkan untuk mengontrol komponen relai. Pada saat kondisi keluaran dari komparator bernilai nol merupakan indikasi

bahwasanya sumber listrik utama tersedia dan relai dalam kondisi *Off*, sedangkan kondisi sebaliknya merupakan indikasi bahwa sumber listrik utama tidak tersedia dan relai dalam kondisi *On*. Kontak terminal dari relai terdiri atas *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC). Pada kondisi relai *Off* terminal NC akan terhubung, sedangkan terminal NO terputus. Oleh karenanya, terminal NC dapat digunakan sebagai jalur sumber listrik PLN ke beban dan terminal NO sebagai jalur catu daya cadangan ke beban. Untuk mengurangi jumlah komponen yang digunakan dalam perancangan maka dipilih tipe komparator yang memiliki arus keluaran yang cukup untuk mengontrol relai secara langsung, komponen tersebut berupa LM 311.

HASIL DAN PEMBAHASAN

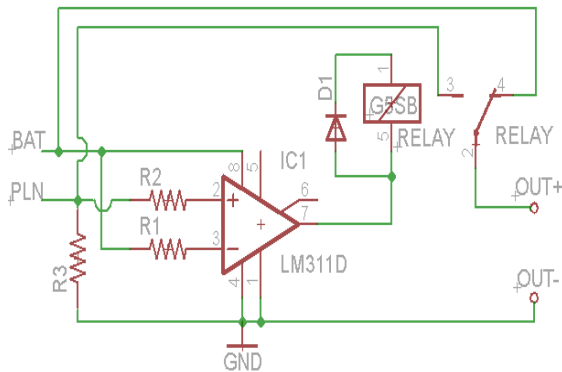
Dalam perancangan sistem otomasi, hal utama yang harus diperhatikan adalah terkait dengan kinerja dari LM 311 sebagai komponen komparator, sekaligus komponen pengontrol relai. Sebagai komponen komparator, LM 311 (Anonymous, 2015) memiliki minimum tegangan input diferensial sebesar 100 mV, artinya dengan selisih tegangan sebesar 0.1 V pada kedua sisi inputnya akan dideteksi oleh LM 311 sebagai nilai input yang berbeda, dengan kata lain LM 311 dapat mendeteksi perbedaan tegangan hingga 0.1 V.

Gambar 2 menunjukkan kurva respon keluaran LM 311. Dalam kaitannya sebagai kontrol, terlihat bahwa waktu respon keluaran dari LM 311 hanya sekitar 200 ns, artinya bahwa komponen ini masih memungkinkan untuk digunakan sebagai pengontrol komponen relai agar dihasilkan suatu tegangan keluaran yang bersifat kontinu, mengingat waktu respon dari LM 311 yang cukup kecil sehingga dapat direduksi dengan pemasangan filter.



Gambar 2. Karakteristik respon keluaran LM 311

Desain sistem otomasi pengalih catu daya cadangan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Komponen R1 dan R2 difungsikan untuk membatasi arus bias yang masuk pada LM 311, arus bias yang besar dapat menyebabkan terjadinya disipasi daya yang berlebih pada komponen LM 311.



Gambar 3. Rangkaian komparator LM 311 dan relai

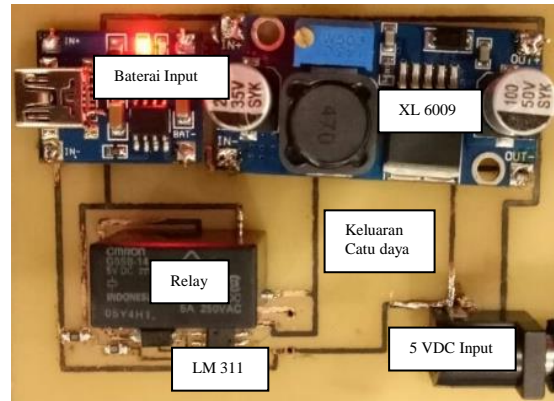
Besarnya R1, R2 dan R3 masing-masing 10 kΩ, dengan suplai tegangan VCC sebesar 5 V maka besarnya arus bias input dapat dihitung dalam hubungan (1)

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{10^4} = 500 \text{ nA} \quad (1)$$

dari (1) didapatkan bahwa arus bias input lebih besar dari arus input maksimum (300 nA), namun karena tegangan VCC yang digunakan dalam rancangan sebesar 5 V maka disipasi daya yang terjadi masih relatif kecil. Sedangkan resistor R3 difungsikan untuk menghindari terjadinya tegangan ambang (*floating voltage*) pada pin input LM 311, terjadinya tegangan ambang (*floating voltage*) pada pin input LM 311, tegangan ambang ini dapat menyebabkan proses komparasi dari LM 311 tidak berjalan dengan baik dan kondisi keluarannya menjadi tidak stabil. Tegangan ambang terjadi karena masih adanya muatan liar pada jalur PLN walaupun sumber listrik PLN telah terputus, untuk mengurangi gejala ini maka resistor R3 dihubungkan secara langsung (*by pass*) ke GND sehingga kelebihan muatan dapat langsung dibuang pada jalur GND.

Sistem otomasi pengalih catu daya cadangan secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4. Sistem

tersebut terdiri dari tiga komponen utama berupa modul XL 6009 DC-DC *Step Up Converter*, modul converter digunakan untuk menaikkan tegangan baterai karena umumnya tegangan baterai kurang dari 5 V. Relai SPDT 5 V dan LM 311 yang difungsikan sebagai sistem otomasi dari pengalih catu daya.



Gambar 4. Sistem otomasi pengalih catu daya cadangan 5 VDC

Hasil pengujian sistem sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, dari data tabel dapat dilihat bahwa sistem otomasi bekerja dengan baik untuk mengalihkan sumber daya listrik sesuai yang direncanakan. Kondisi dimana sumber listrik benar-benar tidak tersedia hanya terjadi ketika sumber listrik utama maupun catu daya cadangan dalam keadaan mati/terputus. Kondisi lain yang terjadi, ketika catu daya cadangan bekerja tetapi pada saat bersamaan sumber listrik utama kembali tersedia maka aliran dari baterai akan terputus dan dialihkan kembali ke sumber listrik utama, mekanisme ini menguntungkan ketika jenis catu daya cadangan yang digunakan berupa perangkat penyimpanan energi listrik yang bisa diisi-ulang (*recharger*) melalui sumber listrik PLN. Kapasitas baterai Li-Ion yang digunakan sebesar 5000 mAH dan arus yang dapat diakomodir rata-rata sebesar 1,5 A.

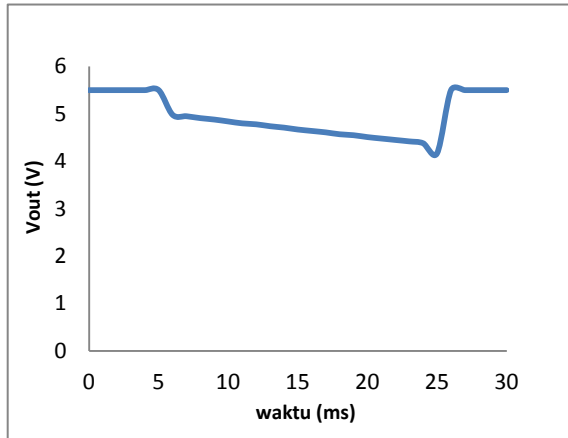
Tabel 1. Hasil pengujian dan respon keluaran dari sistem yang dirancang.

Kondisi	Tegangan Sumber (V)		Kondisi Relay	Keterangan
	PLN	Baterai		
1	0	0	Off	Tidak ada sumber listrik
2	5.5	0	Off	Sumber listrik dari PLN

3	0	5.5	On	Sumber listrik dari Baterai
4	5.5	5.5	Off	Sumber listrik dari PLN

*) Tegangan baterai setelah melewati modul XL 6009

Jeda waktu pengalihan dari satu sumber listrik ke sumber listrik yang lain menjadi analisa dalam perancangan, bagaimanapun tiap transisi pengalihan sumber listrik akan terdapat jeda waktu yang terjadi sehingga mempengaruhi respon tegangan keluaran dari sistem. Untuk melihat respon sistem terhadap kondisi dimana salah sumber listrik terputus maka tegangan keluaran dari sistem diukur menggunakan ADC mikrokontroler dengan waktu sampling 1 ms. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kontinuitas dari sumber listrik yang dihasilkan oleh rangkaian otomasi. Gambar 5 menunjukkan karakteristik keluaran dari sistem ketika transisi pengalihan terjadi, lamanya jeda tersebut dipengaruhi oleh waktu operasi dari relai dan respon keluaran dari LM 311.



Gambar 5. Transisi perubahan tegangan keluaran ketika sistem otomasi bekerja

Berdasarkan kurva transisi perubahan tegangan keluaran terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk kembali pada kondisi tegangan normal (5.5 V) sebesar 20 ms. Penyebab utama yang mempengaruhi jeda waktu tersebut terkait dengan waktu operasi dari komponen relai, berdasarkan *datasheet* komponen menunjukkan bahwa waktu operasi dari jenis relai yang dipakai sekitar 10 ms (Anonimous, 2016). Lamannya waktu tersebut dapat

menjadi pertimbangan ketika alat otomasi ini akan difungsikan sebagai alat pendukung catu daya otomatis bagi peralatan *recording* atau *monitoring* (Goh dkk., 2011), ketika proses pengalihan catu daya terjadi maka suplai ke beban akan terputus dan beban akan berhenti bekerja selama waktu pengalihan sumber, dengan kata lain akan terjadi kehilangan data atau informasi dalam waktu sekitar 20 ms.

KESIMPULAN

Sistem otomasi pengalih catu daya cadangan 5 VDC sebagai rancangan sistem untuk mengatur penggunaan sumber daya listrik pada beban daya rendah telah berhasil dikembangkan dan berjalan dengan baik. Keberadaan sumber listrik dideteksi menggunakan komparator LM 311, sedangkan pengalihan sumber daya listrik diatur berdasarkan nilai keluaran dari LM 311 dan mekanisme kerja dari relai. Mekanisme kerja dari sistem memungkinkan untuk dapat menyimpan sumber listrik pada perangkat catu daya cadangan ketika sumber utama tersedia. Batasan dari sistem otomasi ini adalah terkait dengan lamanya waktu pengalihan dari sumber satu ke sumber yang lain yaitu selama 20 ms.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. (2015). *LMx11 Quad Differential Comparators datasheet*. Retrieved from www.ti.com/lit/ds/symlink/lm311.pdf

Anonimous. (2016). *Compact Single-pole Relay for Switching 5 A*. Retrieved from <https://www.omron.com/ecb/products/pdf/en-g5sb.pdf>

Goh, Y. L., Ramasamy, A. K., Nagi, F. H., Azwin, A., & Abidin, Z. (2011). Evaluation of DSP based Numerical Relay for Overcurrent Protection. *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development*, 5(3), 396–403.

Ijjada, S. R., Kumar, S. V. S., Reddy, M. D., Rahaman, S. A., & Rao, V. M. (2011). Design of Low Power and High Speed Inverter. *International Journal of Distributed and Parallel Systems*, 2(5), 127–135.

M R, A., & S G, Arun Kumar, et al. (2016). Design of a Smart Low Cost Mini Ups for PC's. *International Journal Of Engineering And Computer*

Science, 5(5), 16740–16745.
<https://doi.org/10.18535/ijecs/v5i5.70>

Matsuoka, H., Yamauchi, T., Furutani, T., & Takeno, K. (2014). Backup Power Supply System Using Fuel Cells as Disaster Countermeasure for Radio Base Stations. *NTT DOCOMO Technical Journal*, 15(3), 4–9.

Roy, A. A., Newton, F., & Solomon, I. (2014). Design and Implementation of a 3-Phase Automatic Power Change-over Switch. *American Journal Of Engineering Research*, 3(9), 7–14.