

# Prototipe Manajemen Beban Otomatis Pada Sistem Tenaga Listrik Tegangan Rendah 1 Phasa

Herry Setyawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Jember , Indonesia

Page | 27

---

---

## ABSTRACT

The use of electricity now has become a basic requirement for modern society, not only in industry and offices, but also in housing. The problem with the distribution of electricity is that the power consumed must not exceed the current limiting installed because the increase in load causes the current to rise. Problems will arise if the continuity of electricity supply from PLN goes out due to overload, which will result in the activity stalled. The outage of electricity supply from PLN due to overload (over load) causes the users of electrical equipment to lose time and costs. The effects of sudden outages caused by overloading can damage electronic equipment. The system is made using AT89S51 microcontroller. The test results show that testing at each point shows that there is a linear relationship between the current measured by the output at each point. If there is a load group that has been extinguished but the ampere meter display still shows 2.00, the other load groups will be extinguished in a 60 second delay, until the ampere meter display shows a number below 2.00.

**Kata kunci:** Sensor, Management, Low Voltage.

---

---

## ABSTRAK

Penggunaan tenaga listrik saat ini sudah menjadi suatu kebutuhan yang mendasar bagi masyarakat modern, bukan hanya pada industri dan perkantoran saja, tetapi juga pada perumahan. Masalah pada distribusi tenaga listrik adalah daya yang dikonsumsi tidak boleh melebihi pembatas arus yang dipasang karena bertambahnya beban menyebabkan naiknya arus. Akan timbul masalah jika kontinuitas suplai tenaga listrik dari PLN padam yang disebabkan beban lebih (over load), yang akan berakibat aktifitas tersebut terhenti. Padamnya suplai tenaga listrik dari PLN yang disebabkan beban lebih (over load) menyebabkan para pengguna peralatan listrik rugi waktu dan biaya. Efek dari listrik padam mendadak yang disebabkan beban lebih (over load) ini bisa merusak alat-alat elektronik. Sistem dibuat dengan menggunakan Mikrokontroler AT89S51. Hasil pengujian menunjukkan pengujian pada setiap titik menunjukkan bahwa ada hubungan yang linier antara arus yang diukur dengan keluaran pada setiap titik. Jika ada group beban yang sudah dipadamkan tetapi tampilan ampere meter masih menunjukkan 2.00 maka group beban lain akan dipadamkan dalam waktu tunda 60 detik, sampai tampilan ampere meter menunjukkan angka dibawah 2.00.

**Kata kunci:** Prototipe, Sensor, Manajemen, Tegangan Rendah.

---

---

## 1. PENDAHULUAN

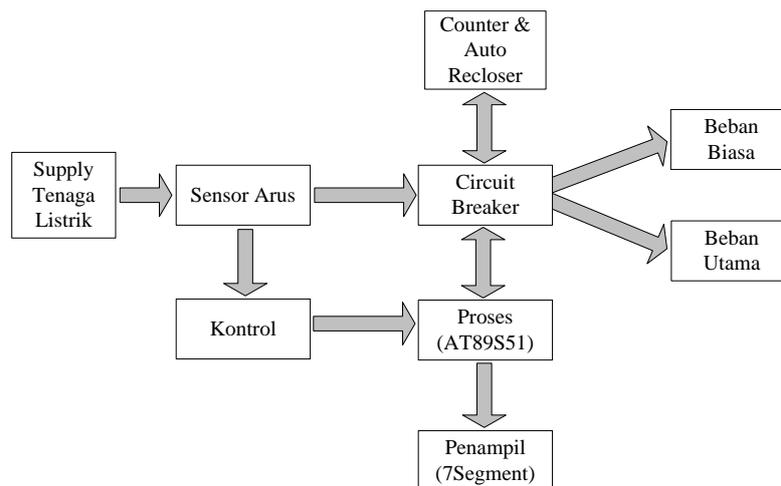
Masalah pada distribusi tenaga listrik adalah daya yang dikonsumsi tidak boleh melebihi pembatas arus yang dipasang karena bertambahnya beban menyebabkan naiknya arus. Selama kontinuitas suplai tenaga listrik untuk perangkat elektronik terjamin, pemakai akan bisa menikmatinya dengan nyaman. Namun akan timbul masalah jika kontinuitas suplai tenaga listrik dari PLN padam yang disebabkan beban lebih (over load), yang akan berakibat aktifitas tersebut terhenti.

Padamnya suplai tenaga listrik dari PLN yang disebabkan beban lebih (over load) menyebabkan para pengguna peralatan listrik rugi waktu dan biaya. Efek dari listrik padam mendadak yang disebabkan beban lebih (over load) ini bisa merusak alat-alat elektronik. Kasus pemakaian listrik melebihi daya lazim ditemukan pada pelanggan PLN skala rumahan atau industri kecil. Dari permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan untuk mendesain rancang bangun sebuah Prototipe manajemen beban otomatis pada sistem tenaga listrik tegangan rendah 1 fasa.

Pada Bab 2 akan dipaparkan metode penelitian yang digunakan. Sedangkan pada Bab 3 akan diuraikan Hasil eksperimen dan pembahasan. Pada Bab 4 akan disimpulkan hasil penelitian yang bisa digaris bawahi dari penelitian ini.

## 2. METODE PENELITIAN

Gambar 1. menjelaskan prinsip kerja secara umum alat yang dibuat. Sensor arus mendeteksi terjadinya kenaikan atau penurunan arus. Sensor arus memberikan sinyal pada ADC (Analog to Digital Converter) selanjutnya masuk pada mikrokontrol untuk menampilkan nilai arus pada penampil (display 7segment). Sensor arus juga memberikan sinyal pada mikrokontrol untuk memerintahkan circuit breaker (CB) melakukan pelepasan atau penormalan beban. Daerah beban yang dilepas didasarkan pada tingkat kepentingan bebannya, beban yang kurang penting (biasa) akan dilepas lebih dulu. Pada saat terjadi pelepasan beban, auto recloser akan memerintahkan circuit breaker (CB) untuk menyambung kembali beban yang telah dilepas. Jika sampai 3 (tiga) kali terjadi penyambungan dan pelepasan beban, maka beban tersebut akan dilepas terus sampai ada reset manual.



Gambar 1 Blok diagram Rancangan Proyek Akhir

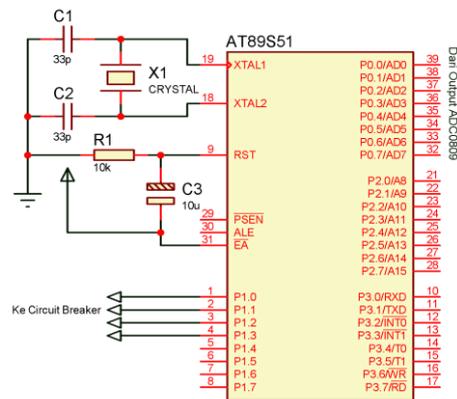
Perancangan prototipe manajemen beban otomatis pada sistem tenaga listrik tegangan rendah 1 fasa ini menggunakan sensor arus ACS712. Keluaran sensor arus ACS712 digunakan sebagai masukan Analog to Digital Converter (ADC) 0809. ADC0809 berfungsi sebagai pengubah isyarat analog keluaran dari ACS712 menjadi isyarat digital sebagai masukan mikrokontroler. Mikrokontroler berfungsi menampilkan nilai arus dan memerintahkan circuit breaker untuk menyalakan dan memadamkan salah satu atau semua group beban biasa supaya arus yang keluar tidak melebihi setting arus.

Prinsip kerja secara umum alat yang direncanakan dan yang dibuat. Sensor arus mendeteksi terjadinya kenaikan atau penurunan arus. Sensor arus memberikan sinyal pada ADC (*Analog to Digital Converter*) yang selanjutnya masuk pada mikrokontrol AT89S51 untuk menampilkan nilai arus pada penampil (*display 7segment*). Sensor arus juga memberikan sinyal pada mikrokontrol AT89S51 untuk memerintahkan *circuit breaker* (CB) perlu tidaknya melakukan pelepasan beban. Daerah beban yang dilepas didasarkan pada tingkat kepentingan bebannya, beban yang kurang penting (biasa) akan dilepas lebih dulu.

Pada saat terjadi pelepasan beban, *auto recloser* akan memerintahkan *circuit breaker* (CB) untuk menyambung kembali beban yang telah dilepas. Jika sampai 3 kali terjadi penyambungan dan pelepasan, maka beban tersebut akan dilepas terus sampai ada *reset* manual.

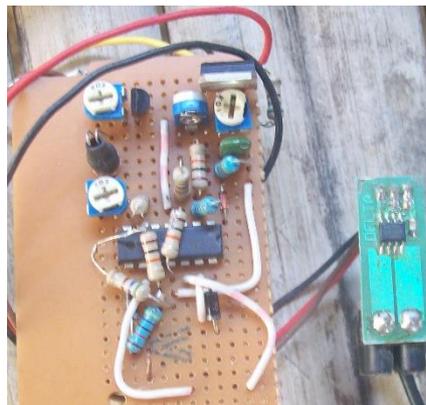
Gambar 2 adalah rangkaian minimum system AT89S51 adalah pengendali dari seluruh rangkaian pada *prototipe* manajemen beban otomatis pada sistem tenaga listrik tegangan rendah 1 fasa, mikrokontroler juga memerintahkan circuit breaker kapan harus nyala dan kapan harus padam.

Rangkaian sensor seperti tampak pada Gambar 3 terdiri atas dua rangkaian penyusun, yaitu: sensor arus yang berfungsi sebagai pendeteksi terjadinya kenaikan atau penurunan arus dan penguat operasional yang berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran dari sensor. Pada prinsipnya rangkaian sensor arus ini sebagai pengindera terjadinya kenaikan dan penurunan arus yang disebabkan oleh bertambah atau berkurangnya beban.



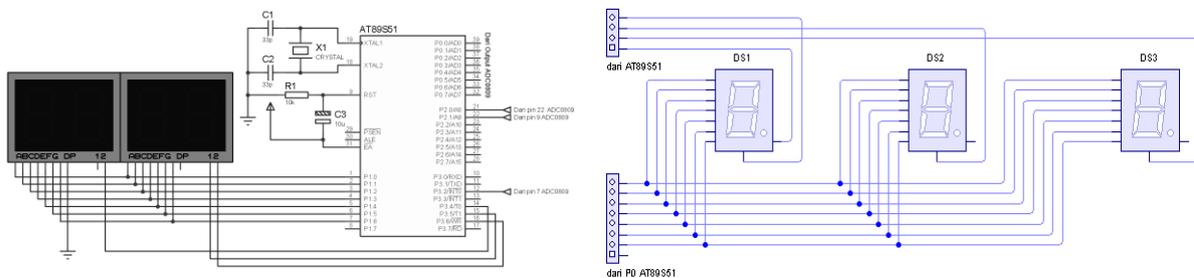
Gambar 2. Rangkaian minimum system AT89S51

Pada rangkaian sensor digunakan IC LM324 sebagai penguat diferensial. LM324 digunakan untuk meningkatkan sensitivitas dan mengubah tegangan keluaran yang menuju ADC0809. Karena Vout sensor yang sangat kecil maka diperlukan 2 buah penguat diferensial. Pada saat tidak ada beban (0A) Vout dari ACS712 adalah 2,5VDC sedangkan pada beban 2A, Vout ACS712 adalah 2,7VDC.



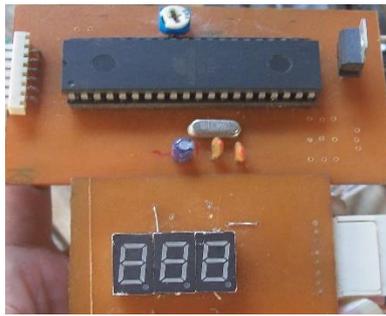
Gambar 3. Rangkaian Sensor Arus

Pendeteksian tegangan dilakukan dengan menggunakan trafo stepdown 500mA dari 220 VAC yang diturunkan menjadi 6 VAC. Setelah melalui dioda (penyearah), filter dan pembagi tegangan, pembagi tegangan terdiri dari dua resistor yang dipasang secara paralel. Fungsi resistor ini adalah untuk menurunkan tegangan dari tegangan sumber menjadi tegangan yang dikehendaki.



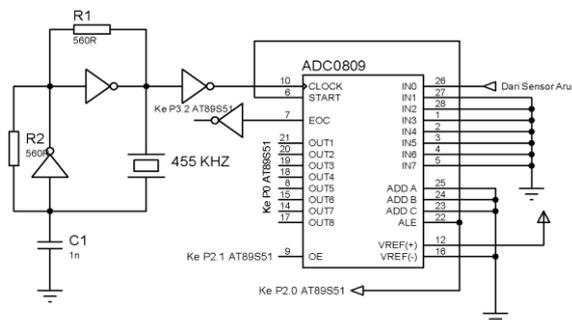
Gambar 4. Rangkaian Penampil 7 Segment

Rangkaian ini berfungsi untuk menampilkan data yang telah dikirim oleh mikrokontroler AT89S51

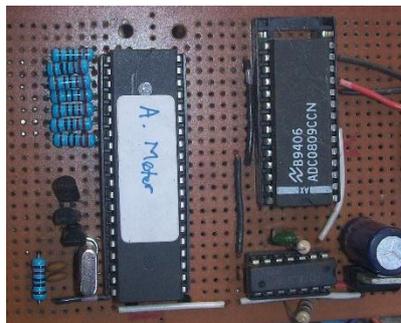


**Gambar 5.** Penampil 7 Segment

Analog To Digital (ADC) digunakan untuk mengkonversi besaran analog menjadi besaran digital yang dimengerti oleh mikrokontroler. ADC yang digunakan adalah ADC 0809 dari National Semiconductor. ADC tipe ini merupakan komponen akuisisi data dengan 8 bit A/D converter, 8 bit channel multiplexer dan kompatibel dengan control logika mikroprocessor. Dengan adanya fasilitas 8 channel multiplexer memungkinkan untuk mengakses secara langsung 8 buah sinyal atau masukan analog.

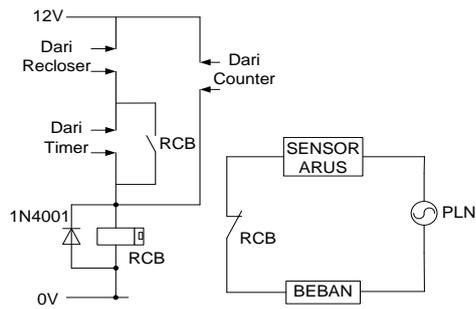


**Gambar 6.** Rangkain Proses ADC0809



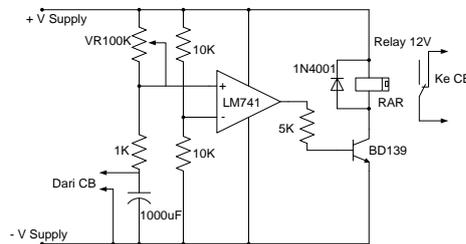
**Gambar 7.** ADC0809

Pada perancangan alat ini, circuit breaker adalah susunan dari beberapa relay yang berfungsi untuk memadamkan dan menyalakan salah satu atau semua group beban melalui perintah dari mikrokontroler AT89S51 atau recloser dan counter. Relay yang digunakan adalah relay DPDT (Double Pole Double Throw) dengan tegangan koil 12V dan tahanan koil 400Ω. Relay DPDT (Double Pole Double Throw) mempunyai dua saklar (kutub) dengan dua arah.



**Gambar 8** Rangkaian Circuit Breaker

Recloser berfungsi untuk menormalkan kembali saat terjadi pelepasan beban dari circuit breaker, dengan waktu tunda sekitar 60 detik.



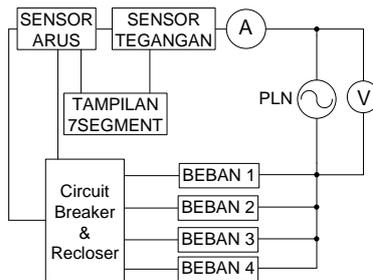
**Gambar 9.** Rangkaian Recloser



**Gambar 10.** Ciccuit breaker

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Prosedur pengujian ini dilakukan dengan cara beban (lampu pijar) ditambahkan secara bertahap. Instrumen yang dibutuhkan adalah: (1) ampere meter AC, (2) multimeter dan (3) lampu pijar 15 W sebanyak 10 buah, 60 W sebanyak 10 buah dan 100 W 5 buah



**Gambar 11.** Pengujian Rangkaian keseluruhan

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Sensor Arus

No.	Arus Terukur (A)	Tegangan Keluaran (VDC)
1	0,0	0,00
2	0,2	0,53
3	0,5	1,22
4	0,8	1,48
5	1,1	1,66
6	1,3	1,86
7	1,6	1,98
8	1,9	2,14
9	2,1	2,32
10	2,4	2,43

Hasil pengujian rangkaian sensor arus dapat dilihat dari Tabel 1. Dari tabel tersebut terlihat bahwa rangkaian sensor arus ini bekerja dengan baik. Rangkaian ini mendeteksi terjadinya kenaikan dan penurunan arus yang disebabkan oleh bertambah atau berkurangnya beban.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Sensor Tegangan

No.	Tegangan Primer (VAC)	Tegangan Sekunder / Setelah Penyearah (VDC)	Vout Pembagi Tegangan (VDC)
1	225	6	3
2	200	5,5	2,75
3	180	5	2,5

Hasil pengujian rangkaian sensor tegangan dapat dilihat dari Tabel 2. Dari tabel tersebut terlihat bahwa tegangan primer (tegangan dari PLN) setara dengan tegangan setelah melalui penyearah, apabila tegangan primer mengalami penurunan maka tegangan sekunder juga mengalami penurunan.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Penampil 7 segment

Arus		Tegangan	
Terukur	Tampilan	Terukur	Tampilan
0,0	0,00	220	224
0,2	0,12	220	224
0,5	0,32	220	224
0,8	0,69	220	224
1,1	0,98	220	224
1,3	1,28	220	224
1,6	1,68	220	224
1,9	1,88	220	224
2,1	2,08	220	224
2,4	2,28	220	224

Hasil pengujian rangkaian penampil 7 segment dapat dilihat dari tabel 3. perbedaan antara arus yang terukur dengan tampilan 7 segment pada tabel 4.4 disebabkan oleh *input offset voltage* dari op-amp LM324 yang yang mencapai 1 V, terjadi ketidak seimbangan pada kedua terminal inputnya 7 mV sehingga berpengaruh pada outputnya.

**Tabel 4.** Pengujian Rangkaian Keseluruhan

No	Beban Lampu (W)	Arus Terukur (A)	Tampilan Arus	Tegangan Terukur (V)	Tampilan Tegangan	Status Timer
1	0	0,0	0,00	220	224	Off
2	60	0,2	0,12	220	224	Off
3	120	0,5	0,32	220	224	Off
4	180	0,8	0,69	220	224	Off
5	240	1,1	1,98	220	224	Off
6	300	1,3	1,28	220	224	Off
7	360	1,6	1,68	220	224	Off
8	420	1,9	1,88	220	224	Off
9	480	2,1	2,08	220	224	Off
10	540	2,4	2,28	220	224	On

Dari tabel 4 memperlihatkan hasil pengujian rangkaian keseluruhan. Timer akan *On* saat arus yang terukur telah mencapai 2,1 Ampere. Pada saat *timer On* berarti *timer* telah memerintahkan *circuit brekaer* untuk melakukan pelepasan beban dengan waktu tunda 60 detik.

**Tabel 5.** Pengujian Rangkaian tampilan 7 segment

No.	Arus Terukur (A)	Tampilan Arus	Error	% Error
1	0,0	0,00	0,00	0,00
2	0,2	0,12	0,08	0,67
3	0,5	0,32	0,18	0,56
4	0,8	0,69	0,11	0,16
5	1,1	0,98	0,12	0,12
6	1,3	1,28	0,02	0,02
7	1,6	1,68	0,08	0,05
8	1,9	1,88	0,02	0,01
9	2,1	2,08	0,02	0,01
10	2,4	2,28	0,12	0,05
<b>Error Rata-rata</b>			<b>0,075</b>	<b>1,65</b>

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa alat ukur yang dibuat ini memiliki kelas 2,5. Golongan dari kelas 1,5, 2,5, dan 5 berarti alat ukur ini dipergunakan pada panel-panel yang tidak begitu memperhatikan presisi dan ketelitian. Alat ukur ini dapat dipergunakan di laboratorium untuk pengukuran yang tidak memerlukan ketelitian yang tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan pada penelitian ini antara lain adalah : 1) Pengujian pada setiap titik menunjukkan bahwa ada hubungan yang linier antara arus yang diukur dengan keluaran pada setiap titik. 2) Penggunaan ADC dengan output 7-segment mempermudah mikrokontroler untuk membaca dan menampilkan outputnya. 3) Pada saat tampilan ampere meter menunjukkan 2.00 maka salah satu group beban akan dipadamkan dalam waktu tunda 60 detik. 4) Jika ada group beban yang sudah dipadamkan tetapi tampilan ampere meter masih menunjukkan 2.00 maka group beban lain akan dipadamkan dalam waktu tunda 60 detik, sampai tampilan ampere meter menunjukkan angka dibawah 2.00. 5) Alat ukur pada prototipe ini memiliki klasifikasi kelas 2,5 yang artinya dapat dipergunakan di laboratorium untuk pengukuran yang tidak terlalu tinggi ketelitiannya. 6) Rangkaian counter dalam perancangan ini tidak bisa secara optimal meng-counter terjadinya pelepasan dan penormalan pada circuit breaker karena adanya *bouncing* pada kontak relay peng-counter.

#### Referensi

- [1] Stevenson, William D., Jr. *Analisa Sistem Tenaga Listrik, Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga, 3996, p.40.
- [2] Kadir, Abdul. *Transmisi Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia, 1998, p. 101.
- [3] Kendall, Webster. 1985. *1001 Rangkaian Elektronika*. Terjemahan Mas'udi, Mukhlison. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [4] Malvino, A. L. 1985. *Aproksimasi Rangkaian Semikonduktor*. Terjemahan Barmawi, M dan Tjia, M.O. Jakarta: Erlangga.
- [5] Putra, Agfianto Eko. 2002. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta: Gava Media.

- [6] Iswanto. 2008. *Belajar Mikrokontroler AT89S51 Dengan Bahasa C*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- [7] Petruela, Frank. D. 2001. *Elektronik Industri*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta
- [8] Waluyanti, Sri. 2008. *Alat Ukur Dan Teknik Pengukuran Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

**BIOGRAFI PENULIS**



Herry Setiawan adalah dosen di lingkungan Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember. Topik penelitiannya berkaitan dengan arus kuat.