

# PROTEKSI ARUS LEBIH DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR ACS 706ELC

**Slamet Hani**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
Jl. Kalisahak No. 28 Balapan Yogyakarta 55222

## ABSTRACT

*Technological development and electronic system these days grows has very fast. Not quit of the thing, usage of electrical equipments increased along with requirement of consumer to assist job activity. On that account, required an equipment which can protect equipments of electronic from fire danger effect usage of resulting abundant electric energy links shortening causing can happened fire.*

*Current censer ACS706ELC-20 reads electric current flowing it and yields tension from 2,5VDC-4,2VDC. With reference tension yielded by ACS706ELC-20, hence can be made current constrictor control. This equipment works based on increase of electric current passing censer ACS706ELC-20 effect usage of electrical equipments. With installing driver in the form of triac BTA41 hence burden attached manageable.*

*This equipment able to limit usage of used electric current. In this equipment there is censer ACS706ELC-20 functioning to read used current, seven segment to present used current value, and triac BTA41 for driver burden.*

**Keyword :** *Electric current, Automatic Control, and Load.*

## INTISARI

Perkembangan teknologi dan sistem elektronik dewasa ini berkembang telah sangat pesat. Tidak terlepas dari hal tersebut, penggunaan alat-alat listrik meningkat seiring dengan kebutuhan pemakai untuk membantu aktifitas kerja. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu alat yang dapat memproteksi peralatan-peralatan elektronik dari bahaya kebakaran akibat dari pemakaian energi listrik berlebihan yang mengakibatkan hubung singkat sehingga dapat terjadi kebakaran.

Sensor arus ACS706ELC-20 membaca arus listrik yang mengalirinya dan menghasilkan tegangan dari 2,5VDC-4,2VDC. Dengan tegangan referensi yang dihasilkan oleh ACS706ELC-20, maka dapat dijadikan kendali pembatas arus. Alat ini bekerja berdasarkan kenaikan arus listrik yang melewati sensor ACS706ELC-20 akibat dari penggunaan alat-alat listrik. Dengan memasang driver berupa triac BTA41 maka beban yang terpasang dapat dikendalikan.

Alat ini mampu untuk membatasi pemakaian arus listrik yang terpakai. Dalam alat ini terdapat sensor ACS706ELC-20 yang berfungsi untuk membaca arus yang terpakai, *seven segment* untuk menampilkan nilai arus yang terpakai, dan triac BTA41 untuk driver beban.

**Kata Kunci :** Arus listrik, Kendali Otomatis, dan Beban

## PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan sumber energi yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan masyarakat modern seperti sekarang. Untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, industri dan instansi yang semakin meningkat, pemerintah telah membangun dan mengembangkan pembangkit-pembangkit listrik dengan berbagai jenis tenaga penggerak, mulai dari tenaga air, tenaga uap, bahkan sudah dikembangkan pembangkit listrik dengan tenaga nuklir. Dengan semakin banyaknya peralatan elektronik dirumah, pengguna kebanyakan terlena dengan beban yang berlebihan. Sedangkan saat ini untuk mengukur arus yang mengalir pada jala-jala

listrik menggunakan *clam meter* baik itu instrumen analog maupun digital dan untuk memproteksi beban lebih masih banyak menggunakan MCB. Dengan menggunakan alat tersebut untuk mengukur arus sangat tidak praktis karena mengingat ukuran dari trafo *clam* yang besar dan sangat mencolok dilihat dan sistem kerja proteksi MCB menggunakan magnetik sangat tidak efektif karena saat proteksi terjadi sering terjadinya percikan bunga api.

Agar lebih praktis dapat dibuat alat untuk mengukur arus dan memproteksi beban berlebih dengan teknologi semikonduktor. Pengukuran arus ini menggunakan sensor arus ACS706ELC-20A yang dapat dialiri oleh arus sebesar 20

Ampere dan ICL 7107 IC yang dirancang untuk sistem instrumentasi.

Peralatan ini diharapkan lebih efisien, sehingga tidak perlu harus menggunakan teknologi trafo arus untuk mengukur arus yang mengalir dan MCB sebagai proteksi beban berlebih. Penelitian ini mengaplikasikan suatu komponen elektronika ke dalam suatu sistem perangkat elektronika yang nantinya diharapkan perangkat elektronika ini mempunyai fungsi sebagai penunjang dan memberikan manfaat dalam kehidupan manusia.

## TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan teknologi yang pesat memacu banyak penelitian yang berkaitan dijadikan objek penelitian sebelumnya. Berikut uraian singkat penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas.

*Automatic Circuit Breaker*. Kelebihan dari alat ini adalah mampu memproteksi beban berlebih dengan menggunakan rangkaian elektronika terprogram, namun demikian masih mendapatkan kekurangan, yaitu masih menggunakan trafo arus sebagai sensor arus. Dimana trafo arus ini memiliki bentuk fisik yang besar dan memakan tempat yang luas. Pada trafo memiliki kelemahan yaitu temperatur yang selalu berubah cepat seiring dengan kenaikan arus yang melewatinya. (Efraim Victor Bles, 2007).

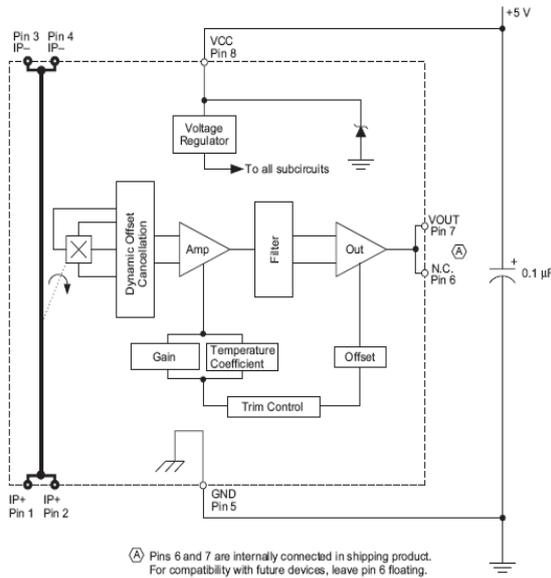
Sebuah kendali integral dapat digunakan untuk mendeteksi suatu arus yang melewati pada penghantar. Dalam aksi Kendali Integral, output dari kontroler ini selalu berubah selama terjadi penyimpangan dan kecepatan perubahan output tersebut sebanding dengan penyimpangan. Konstantanya dinyatakan dengan Kendali Integral, Kendali Integral ini mempunyai sensitivitas yang tinggi, yaitu dengan cara mereduksi *error* yang dihasilkan dari sinyal *feedback*. Kontrol integral memiliki karakteristik seperti halnya sebuah integral. Keluaran kontroler sangat dipengaruhi oleh perubahan yang sebanding dengan nilai sinyal kesalahan. (Rusli, 2008).

Dalam penelitian ini memiliki beberapa kelebihan dari pada sistem pengaman konvensional misalnya *Mini Circuit Breaker* (MCB) karena dapat menampilkan daya yang sedang terpasang dan sangat cepat dalam melakukan tindakan proteksi rangkaian terhadap gangguan arus beban lebih.

## Sensor Arus ACS706ELC-20

Sensor arus dari keluarga ACS706 adalah solusi untuk pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik.

Dimana titik tengah output sensor sebesar ( $>VCC/2$ ) saat peningkatan arus pada penghantar arus yang digunakan untuk pendeteksian. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar  $1,5m\Omega$  dengan daya yang rendah. Ketebalan penghantar arus didalam sensor sebesar 3x kondisi *overcurrent*. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Blok diagram sensor arus ACS706ELC-20

### 3½ Digit, LED Display, A/D onverters (ICL 7107)

ICL7107 memiliki performa yang tinggi, dengan *power* yang rendah, 3½ digit A/D converters. Termasuk *seven segment decoders*, *display drivers*, suatu referensi, dan suatu clock. ICL7107 akan secara langsung mengendalikan *seven segment*. ICL7107 adalah suatu kombinasi dari ketelitian yang tinggi, dengan kemampuan yang beragam, dan harga yang ekonomis. Juga memiliki keistimewaan *autozero*-nya bisa kurang dari 10µV, *zero drift*-nya dari kurang dari 1µV/°C, input bias current-nya sebesar 10pA ( Max), dan *rollover* kesalahan kurang dari satu count. Masukan *differential* dan referensinya bermanfaat untuk semua sistem, tetapi memberikan perancang alat suatu keuntungan yang luar biasa ketika mengukur *load cells*, mengukur tegangan dan jembatan transducers jenis lainnya:

1. *Power Supply*
  - ICL7107, V+ ke Ground: 6 V
  - ICL7107, V- ke Ground: -9V
2. Input tegangan analog ( Input yang lain ) ( catatan 1): V+ ke V

3. Referensi input tegangan ( Input yang lain): V+ ke V
4. *CLOCK* Input
  - ICL7107: GND untuk V+
5. Batas Temperatur: 0°C - 70°C
6. Daya Tahan Thermal (Khusus, catatan 2 ): °JA (°C/W)
  - Jenis PDIP: 50
7. Temperatur *Junction* (maksimal): 150°C
8. Batas temperatur *Storage* (maksimal) : -65°C – 150°C
9. Temperatur *Lead* maksimal (*Soldering* 10s): 300°C

1	V+	OSC 1	40
2	D1	OSC 2	39
3	C1	OSC 3	38
4	B1	TEST	37
5	A1	REF HI	36
6	F1	REF LO	35
7	G1	C REF+	34
8	E1	C REF-	33
9	D2	Common	32
10	C2	IN HI	31
11	B2	IN LO	30
12	A2	A-Z	29
13	F2	BUFF	28
14	E2	INT	27
15	D3	V-	26
16	B3	G2	25
17	F3	C3	24
18	E3	A3	23
19	AB4	G3	22
20	POL	GND	21

Gambar 2. Konfigurasi ICL 7107

ICL 7107 merupakan sebuah *chip* yang bisa berfungsi sekaligus sebagai A/D Converter dan *dekoder seven segment* sekaligus dengan pin keluarannya yang masing-masing dilengkapi dengan *clock* dan pengaturan referensi didalamnya.

ICL 7107 dipasang sebagai pengubah A/D sekaligus sebagai *driver* penampil. Tegangan analog diubah menjadi digital, *driver* penampil (pendekode) terdapat didalam ICL 7107 bertugas untuk mengatur *seven segment* atau penampil yang berupa bilangan desimal. Alat ini terdiri dari beberapa rangkaian yaitu rangkaian catu daya 3½ Digit, Sensor, DAC R-2R dengan A/D Converter ICL 7017, OP-AMP, Sirine, *Display* dan hasil keluarannya ditampilkan secara digital dengan menggunakan *seven segment*.

### Identifikasi Kebutuhan Sistem

Berdasarkan identifikasi kebutuhan yang ada, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap alat yang akan dibuat dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Perlunya suatu komponen pengindra arus listrik pada jala-jala.
2. Perlunya suatu komponen penampil arus listrik pada jala-jala.
3. Perlunya suatu komponen yang berfungsi untuk mengubah tegangan analog menjadi digital dan ditampilkan dalam satuan desimal.
4. Perlunya suatu saklar AC untuk mengaktifkan dan menonaktifkan beban listrik.

### Analisis Kebutuhan Sistem

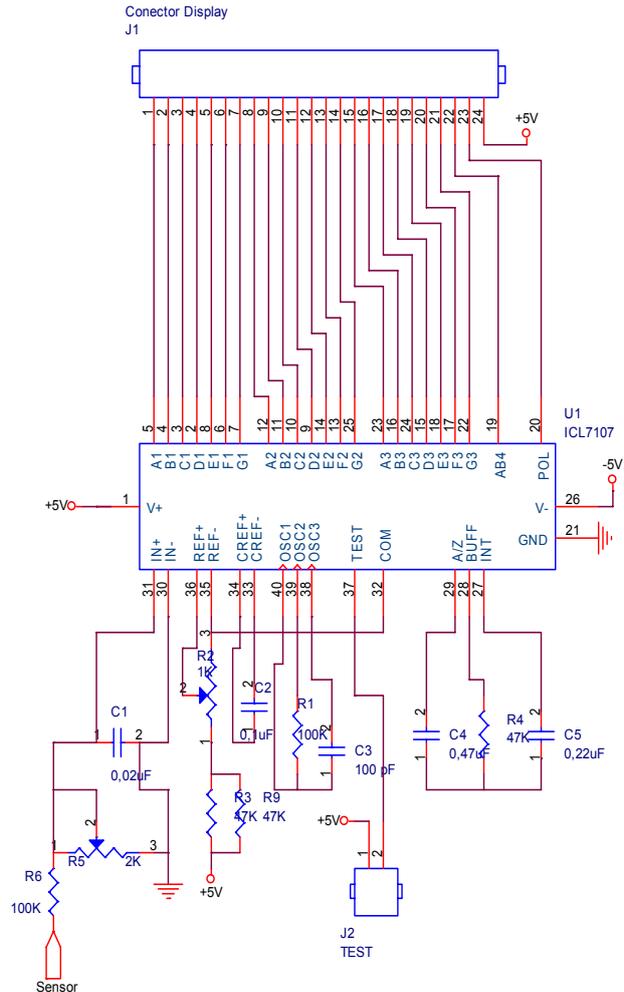
Berdasarkan identifikasi kebutuhan yang ada, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap alat yang akan dibuat dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. ACS706ELC-20 sebagai komponen pengindra arus listrik jala-jala yang terbuat dari bahan semikonduktor.
2. Seven segmen sebagai komponen penampil dalam satuan Ampere.
3. ICL7107 sebagai komponen pengubah tegangan analog menjadi digital dengan driver penampil desimal didalamnya.
4. Triak sebagai komponen penyaklar beban AC untuk mengaktifkan dan menonaktifkan beban listrik.

### Perancangan Perangkat Keras

#### Rangkaian Konversi

Rangkaian konversi pada sistem ini menggunakan komponen utama ICL7107. ICL 7107 merupakan salah satu contoh komponen yang berwujud IC. Dengan hanya menggunakan satu komponen ini didalamnya terdapat A/D converters, seven segment decoders, display drivers, suatu referensi, dan suatu clock.

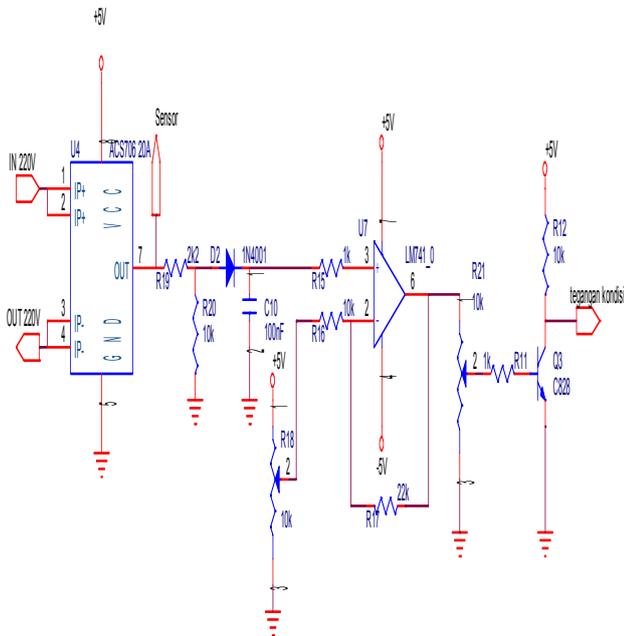


Gambar 3 Rangkaian 3½ Digit, LED Display, A/D Converters ICL 7107

Rangkaian Sensor berfungsi sebagai pengindra arus yang mengalir pada jala-jala yang memanfaatkan medan magnet yang besarnya tergantung pada besarnya arus yang mengalir. Keluaran sensor arus berupa tegangan analog dengan gelombang sinus, saat arus yang terbaca 0 ampere (tidak ada beban) tegangan keluaran sensor arus sebesar 2,5 Volt ( $V_{CC}/2$ ).

Rangkaian sinyal kondisi pada system berfungsi untuk mengkondisikan agar tegangan yang dikeluarkan sensor arus dapat dibaca oleh rangkaian konversi. Rangkaian sinyal kondisi ini ada dua blok rangkaian, yaitu rangkaian detektor puncak dan rangkaian penguat non-inverting. Fungsi dari resistor R19 dan R20 adalah sebagai pembanding tegangan keluaran agar membentuk tegangan yang diinginkan. Variabel resistor R18 berfungsi sebagai pengubah tegangan referensi agar didapat

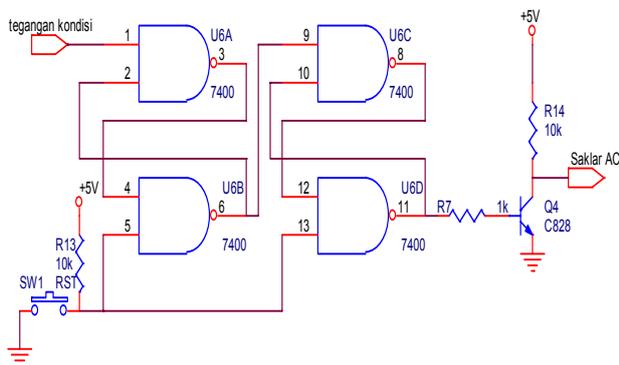
tegangan yang terkecil sebesar 0 Volt. Variabel resistor R21 berfungsi sebagai pengatur tegangan picu transistor Q3.



Gambar 4. Rangkaian Sensor dan Sinyal Kondisi

#### Rangkaian Pengunci

Rangkaian pengunci berfungsi sebagai pengunci agar didapat pengendalian pada saat beban berlebihan. Rangkaian ini terbuat dari gerbang NAND yang dirangkai menjadi rangkaian flip-flop SR.

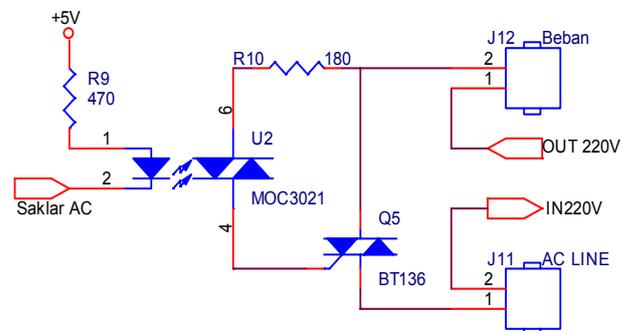


Gambar 5. Rangkaian Pengunci

#### Rangkaian Penyaklar Beban AC

Rangkaian driver beban disusun menggunakan MOC3021 yang berfungsi sebagai kendali saluran *gate triac*. Penggunaan Opto MOC3021 jenis ini ditentukan berdasar kelebihan struktur internal pembentuk saluran kontrol yang memisahkan antara tegangan AC pada beban dengan tegangan DC pada rangkaian kendali. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 6..

*Triac* yang digunakan adalah BTA41 yang mempunyai arus maksimal sebesar 40A dan tegangan maksimal 600V. *Triac* ini berfungsi sebagai saklar tegangan AC.



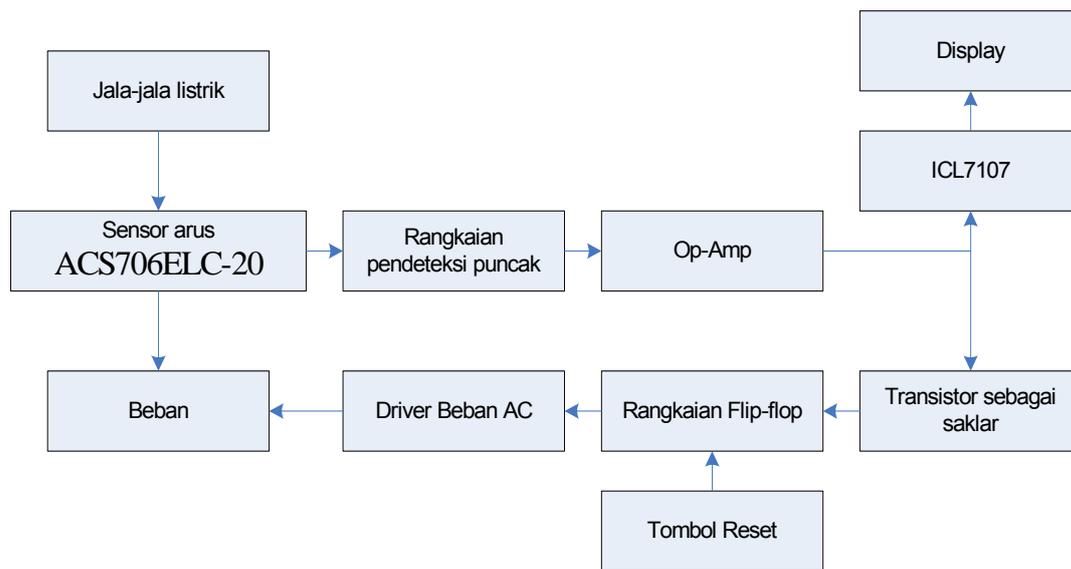
Gambar 6. Rangkaian Penyaklar Beban AC

#### Cara Kerja Alat

Cara kerja alat ini bermula dari pembacaan arus yang mengalir pada jala-jala listrik ke sensor arus ACS706ELC-20 melalui pin 1 dan pin 2 ke pin 3 dan pin 4. Keluaran sensor arus ini berupa tegangan analog yang naik dan turun secara linier. Semakin besar arus yang mengalir ke sensor arus maka semakin besar juga tegangan yang dihasilkan oleh sensor, tegangan awal sensor dihidupkan sebesar 2,5 Volt pada saat pembacaan 0 Ampere. Hasil keluaran sensor tersebut di filter dengan menggunakan rangkaian tevenin sebagai hambatan induktansi agar didapat tegangan yang sesuai karena tegangan keluaran sensor masih berupa gelombang sinus. Keluaran rangkaian tevenin tersebut kemudian di searahkan menggunakan rangkaian pendeteksi puncak. Hasil penyearahan tegangan keluaran sensor selanjutnya dikuatkan menggunakan Op-Amp non inverting. Op-Amp non inverting ini selain sebagai penguat juga berfungsi sebagai pembentuk tegangan referensi agar

didapat tegangan 0 Volt saat arus yang terbaca sama dengan 0 ampere. Keluaran Op-Amp dihubungkan secara langsung ke rangkaian penampil ICL7107 dan ditampilkan berupa fluktuatif arus. Untuk sistem proteksi beban memanfaatkan fluktuatif tegangan yang dihasilkan oleh Op-Amp. Dimana keluaran Op-Amp dihubungkan dengan menggunakan variable resistor untuk mendapatkan tegangan yang sesuai dalam sistem proteksi. Keluaran

variable resistor tersebut dihubungkan dengan transistor sebagai saklar yang akan memicu flip-flop yang dirangkai dengan menggunakan gerbang NAND, dimana fungsi dari rangkaian flip-flop ini adalah sebagai pengunci dari sistem proteksi. Keluaran rangkaian flip-flop ini akan memicu *driver* beban AC untuk selanjutnya menonaktifkan beban AC.



Gambar 7. Blok Diagram Sistem

### Percobaan Alat

Setelah alat ini dirancang, yang terdiri atas beberapa blok rangkaian dan blok program seperti yang telah ditunjukkan pada gambar blok diagram sebelumnya, maka penulis melakukan percobaan alat ini secara langsung untuk melihat apakah alat ini dapat berfungsi sebagaimana yang diinginkan. Adapun percobaan yang dicoba pada bab ini, adalah:

1. Hasil validasi sensor system dan validasi terhadap fungsi bagian-bagian sistem.
2. Hasil perbandingan pengukuran arus pada alat yang dibuat dengan alat ukur *clamp* meter.

3. Pengamatan hasil pengukuran tegangan keluaran sensor terhadap perubahan arus yang terbaca.
4. Pengamatan hasil pengukuran arus terhadap beban yang berbeda.

### PEMBAHASAN

Pada validasi sistem dilakukan pengecekan operasional kerja alat secara keseluruhan. Validasi ini dilakukan untuk membuktikan bahwa semua komponen dan rangkaian telah sesuai dengan yang diharapkan. Validasi sistem ini diawali dengan pengukuran tegangan catu daya, dimana tegangan yang dihasilkan oleh catu daya sangat mempengaruhi dari keseluruhan kerja sistem. Tabel 1,

menunjukkan hasil pengukuran tegangan catu daya.

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan catu daya

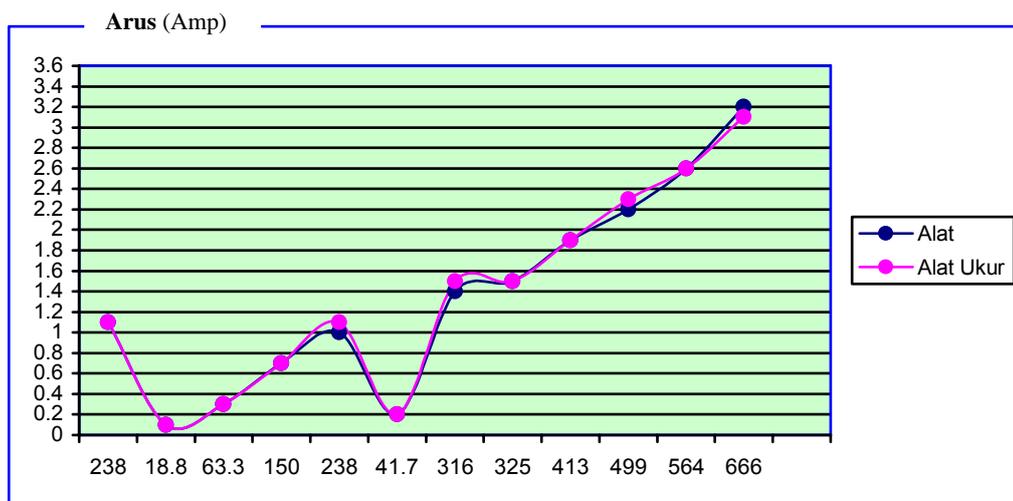
No	Output Transformator (VAC)	Output Dioda Bridge (VDC)	Output Regulator (VDC)
1	8,5	10,86	5,03
2	8,5	-11,65	-5,03

Hasil perbandingan pengukuran arus pada alat yang dibuat dengan alat ukur *clamp* meter berfungsi untuk mengetahui seberapa tepatnya alat dalam pendeteksian arus yang mengalir pada jala-jala listrik terhadap beban. Saat pengujian beban tidak menggunakan saklar semikonduktor, agar sistem tidak terprotek saat beban diatas 4 A. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil pengukuran arus pada alat yang dibuat dengan alat ukur *clamp* meter

No.	Beban	Alat (Ampere)	Alat Ukur (Ampere)	Error (%)
1	Heatter	1,1	1,1	0
2	1 lampu 100W	0,1	0,1	0
3	2 lampu 100W	0,3	0,3	0
4	3 lampu 100W	0,7	0,7	0
5	4 lampu 100W	1	1,1	10
6	Hair drayer ½	0,2	0,2	0
7	Hair drayer penuh	1,4	1,5	14
8	Heatter + 1 lampu 100W	1,5	1,5	0
9	Heatter + 2 lampu 100W	1,9	1,9	0
10	Heatter + 3 lampu 100W	2,2	2,3	22
11	Heatter + 4 lampu 100W	2,6	2,6	0
12	Hair drayer ½ + Heatter + 4 lampu 100W	3,2	3,1	31
13	Hair drayer Penuh + Heatter + 4 lampu 100W	off	off	-

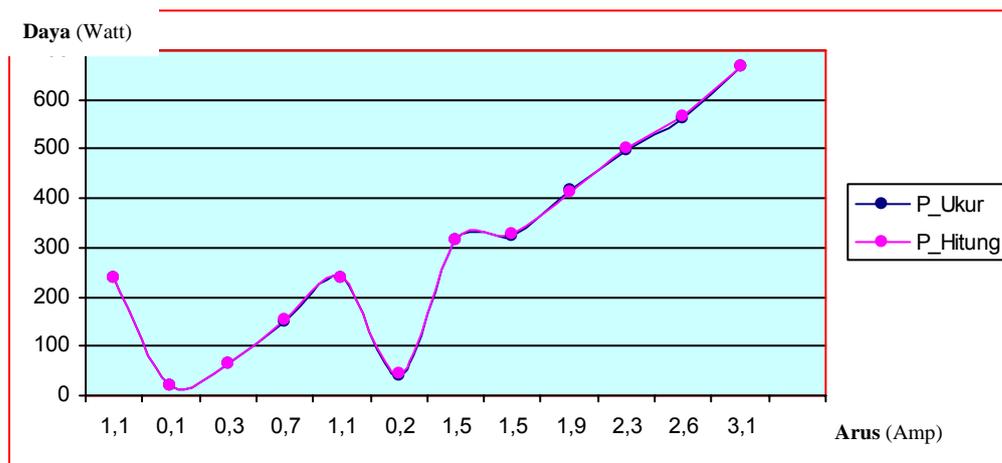
Perbandingan pengukuran dapat ditunjukkan dengan jelas *error* yang dihasilkan pada Gambar 8 berikut :



Gambar 8. Grafik Perbandingan Pengukuran Arus Pada Alat Dengan Arus Pada Alat Ukur Pengukuran Dengan *Clamp* Meter. Daya (Watt)

Tabel 3. Hasil pengukuran lengkap

No	Beban	Alat (Amp)	Alat Ukur (Amp)	P_Ukur (Watt)	P_Hitung (Watt)	Cos $\phi$	Teg (Volt)
1	Heatter	1,1	1,1	237,5	239,8	1	218
2	1 lampu 100W	0,1	0,1	18,8	21,8	1	218
3	2 lampu 100W	0,3	0,3	63,3	65,4	1	218
4	3 lampu 100W	0,7	0,7	150	152,6	1	218
5	4 lampu 100W	1	1,1	238	239,8	1	218
6	Hair drayer $\frac{1}{2}$	0,2	0,2	41,7	43,2	0,99 Lg	218
7	Hair drayer penuh	1,4	1,5	315,9	317,2	0,97 Lg	218
8	Heatter + 1 lampu 100W	1,5	1,5	325,4	327	1	218
9	Heatter + 2 lampu 100W	1,9	1,9	412,5	414,2	1	218
10	Heatter + 3 lampu 100W	2,2	2,3	499	501,4	1	218
11	Heatter + 4 lampu 100W	2,6	2,6	564,2	566,8	1	218
12	Hair drayer $\frac{1}{2}$ + Heatter + 4 lampu 100W	3,2	3,1	666,4	668,3	0,99 Lg	218
13	Hair drayer Penuh + Heatter + 4 lampu 100W	off	off	-	-	0,97 Lg	218



Gambar 9. Grafik Perbandingan Antara Daya Yang Terukur Dengan Daya Yang Dihitung

Pengamatan hasil pengukuran tegangan keluaran sensor terhadap perubahan arus yang terbaca berfungsi untuk membuktikan bahwa tegangan keluaran sensor akan berubah dan mengikuti arus yang terbaca, semakin besar arus yang dibaca maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan. Tabel 4, menunjukkan hasil pengukuran tegangan keluaran sensor yang dilakukan di pengukuran tegangan pada keluaran Op-Amp.

Tabel 4. Hasil pengukuran tegangan keluaran sensor terhadap perubahan arus yang terbaca

No	Arus yang terbaca (Amp)	Tegangan keluaran sensor (Volt)
0	0	2,5
1	1,1	2,83
2	0,1	2,53
3	0,3	2,59
4	0,7	2,71
5	1	2,8

Dari hasil pengukuran tegangan pada Tabel 4.4 membuktikan bahwa tegangan keluaran sensor arus linier mengikuti perubahan arus yang terbaca, bahwa semakin besar arus yang dibaca maka semakin besar tegangan yang dihasilkan oleh sensor arus.

### Pengamatan hasil pengukuran tegangan driver beban AC

Rangkaian driver beban AC menggunakan IC MOC3021 sebagai saklar cahaya penggerak triac dan pemisah tegangan AC dan DC, dan saklar semikonduktor menggunakan triac BTA41 yang berfungsi sebagai saklar tegangan AC berdaya besar. Tabel 4.5 menjelaskan tegangan kerja pada rangkaian driver beban AC.

Tabel 4.5 Tegangan kerja rangkaian driver beban AC

No	Kondisi output transistor sinyal kondisi	MOC3021		Output triac (ACVolt)
		Input (DCVolt)	Output (ACVolt)	
1	Tersaturasi	3,39	219	219
2	Cut off	5,11	0,00	0,00

Dari hasil pengukuran tegangan membuktikan bahwa saat output transistor sinyal kondisi mengalami tersaturasi maka menghasilkan logika 0 yang akan mengaktifkan beban.

### Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat dapat diambil kesimpulan bahwa alat dapat bekerja dengan baik. Hasil implementasi menunjukkan hal-hal sebagai berikut :

1. Tingkat akurasi alat sangat tergantung beberapa hal seperti penguatan Op-Amp dan sinyal kondisi yang dibuat.

2. Kalibrasi menggunakan *clamp meter* digital sangat efektif karena nilai yang dihasilkan sudah berupa nilai desimal.
3. Sistem memiliki kemampuan sesuai spesifikasi, antara lain sebagai berikut.
  - a. Dapat menampilkan arus satu digit dibelakang koma.
  - b. Memiliki kehandalan sistem proteksi arus yang dapat diatur dengan cara memutar variabel resistor pada keluaran Op-Amp.
  - c. Arus yang dapat dibaca maksimal 20 ampere menurut data sheet.

### DAFTAR PUSTAKA

- Allegro. 2006. "CS706ELC-20A, Bidirectional 1.5 mΩ Hall Effect Based Linear Current Sensor with Voltage Isolation and 20 A Dynamic Range". Allegro MicroSystems Inc. Amerika Serikat.
- Bles, Efraim Victor. 2007. "Automatic Circuit Breaker".
- Ibrahim, K.F. 2007. "Teknik Digital Elektronika". Andi. Yogyakarta
- Intersil. 2007. "3½ Digit, LCD/LED Display, A/D Converters". Intersil Americas Inc, America.
- Rusli. 2008. "Kendali Integral dan Feedback". Gramedia. Jakarta.
- STMicroelectronics. 2008. "BTA40 and BTA/BTB41 Series". Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia-Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A, [www.DatasheetCatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com), <http://www.st.com>
- Wasito S., 2004. "Vademekum Elektronika Edisi Kedua". Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.