

Perancangan Alat Pendeteksi Pencurian Arus Listrik PLN di Konsumen Dengan Sensor Arus

Mahrizal Masri¹⁾, Agus Roynal H.S.²⁾, Hermansyah Alam³⁾

¹⁾Dosen Tetap Teknik Elektro Fakultas Teknik UISU,

²⁾Alumni, ³⁾Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik UNPAB

Abstrak

Seiring dengan perkembangan teknologi sekarang ini, perangkat elektronika tidak asing lagi bagi siapapun. Sistem elektronika banyak digunakan dan pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari, salah satu contohnya adalah sistem pendeteksi pencurian arus listrik PLN pada perumahan. Tujuan dari perancangan alat ini adalah untuk mendeteksi kelebihan arus dari suatu titik dimana merupakan titik konsumsi listrik oleh konsumen. Dengan mendeteksi adanya kelebihan arus dari yang seharusnya memberikan suatu kemungkinan terjadinya kesalahan maupun adanya pencurian listrik, contohnya bila beban listrik yang diijinkan misalnya 4A tetapi pada pemakaiannya dapat melampaui batas arus 4A tersebut dengan demikian sistem detektor akan memutuskan hubungan arus ketitik tersebut, untuk meresetnya kembali agar arus kembali normal harus dengan mengetikkan kode password tertentu, apabila terjadi kondisi pemutusan maka petugas PLN akan melakukan pemeriksaan terhadap rumah tersebut. Rancangan ini terdiri dari beberapa bagian utama yaitu sensor arus yang berupa trafo CT, Mikrokontroler AT89S51 dan masukan password serta sebuah relay atau kontaktor sebagai pemutus arus. Jika pada saat beban telah melebihi dari 4A maka relay secara otomatis akan bekerja (memutus arus).

Kata Kunci : *Transformator Center Tap (Trafo CT), Mikrokontroler, Relay, Arus Listrik*

I. PENDAHULUAN

Di saat teknologi elektronika berkembang pesat dengan kemudahan yang ditawarkannya salah satunya adalah pengontrolan dan pengaturan peralatan yang menjadikan manusia serba mudah dan efisien dalam pengerjaannya. Maka kita perlu mengetahui sistem apa dan bagaimana proses pengendalian dari sistemnya. Sampai saat ini sistem mikrokontroler maupun mikroprosesor terus berkembang menjadi suatu sistem pengendali mutakhir yang amat baik, sistem tersebut juga memberikan kemudahan bagi para ahli teknologi elektronika dalam mengembangkan inspirasi dan potensi yang dimilikinya.

Dengan adanya sistem pengendali mutakhir tersebut, salah satunya adalah mikrokontroler yang juga dapat memudahkan dalam pembuatan sistem otomatis yang dapat diperbuat dalam berbagai bentuk dan juga dapat diprogram untuk melakukan berbagai kegiatan yang mana dapat mempermudah pekerjaan manusia. Untuk itulah dalam mengembangkan kreatifitasnya penulis berencana untuk merancang dan membuat sebuah alat.

Mengingat sekarang ini banyaknya pencurian arus dimana – mana, sehingga PLN mengalami kerugian yang besar, dan juga dalam hal ini dapat terjadi rugi-rugi (*losses*) yang mengakibatkan sebab akibat yang tidak diinginkan, yang mana *losses* terdiri dari dua bagian yaitu akibat teknis yg berhubungan dengan jaringan dari hulu (pembangkitan) sampai hilir (pelanggan) .yang berupa seperti rugi rugi panas hantaran atau isolator yang tidak kuat, susut tegangan . dan begitu juga yang diakibatkan non teknis seperti ini berhubungan di hilir saja (pelanggan), seperti

kesalahan baca meter, kerusakan meter, pencurian listrik, tunggakan, dsb. Disini penulis akan mempermasalahkan hal terjadinya akibat non teknis yaitu hal pencurian arus listrik. Hal pencurian arus ini diakibatkan masyarakat para pelanggan listrik pada umumnya adalah masyarakat golongan sederhana. Yang mana dengan pencurian arus listrik ini masyarakat kita kurang mengetahui dampak kerugian besar yang lebih fatal lagi, seperti dapat mengakibatkan kebakaran seperti yang terjadi saat – saat ini. oleh karena itu penulis berharap dengan rancangan sistem ini dapat membantu PLN dalam memecahkan masalah tersebut dan juga mampu digunakan dalam hal lain baik dalam instansi pemerintah maupun swasta.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pencurian listrik dengan cara penyadapan menyebabkan tegangan listrik yang disuplai PLN naik - turun. Naik - turunnya tegangan listrik juga dapat disebabkan oleh kabel - kabel dan timah - timah yang ditanahkan dicuri serta dapat disebabkan karena letak daerah konsumen jauh dari lokasi pembangkit tenaga listrik sehingga resistansi menjadi besar dan tegangan yang disuplai menjadi berkurang.

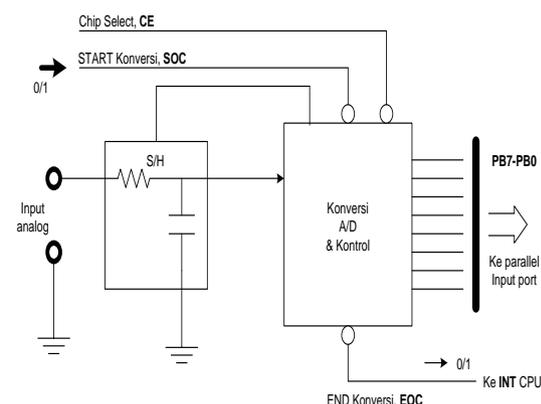
Naik turunnya tegangan menyebabkan alat - alat elektronik tidak dapat bekerja maksimal dan cepat rusak, misalnya setrika yang tidak panas saat sedang digunakan, *ricecooker* dalam kondisi normal yang dapat memasak nasi dalam waktu 30 menit menjadi lebih lama 45 menit atau lebih dan lain sebagainya.

2.2. Transformator Center Tap (Trafo CT)

Seperti telah diketahui bahwa terdapat 2 jenis transformator yang dapat digunakan untuk menurunkan tegangan AC dan salah satunya adalah trafo CT. Yang membedakan trafo CT ini dengan trafo biasa adalah adanya titik center tap yang bersifat sebagai ground pada lilitan sekunder trafo CT. Untuk lebih mudahnya, jika pada trafo biasa yang mempunyai spesifikasi tegangan primer 220VAC dan rasio lilitan 10:1 maka akan menghasilkan tegangan sekunder sebesar 22VAC pada kedua ujung lilitan sekundernya. Bagaimana jika spesifikasi tersebut dipakai pada trafo CT, Titik center tap adalah titik tengah lilitan sekunder pada trafo CT yang dihubungkan keluar lilitan dan bersifat sebagai sebagai ground. Jadi, semisal terdapat 10 lilitan kawat pada bagian sekundernya maka diantara lilitan ke-5 dan ke-6 dihubungkan pada sebuah kawat yang terhubung keluar lilitan. Tegangan sekunder yang dihasilkan oleh trafo CT ini ada 2 macam, mempunyai amplitudo yang sama namun saling berlawanan fasa, masing - masing sebesar 11VAC atau setengah dari tegangan sekunder pada trafo biasa.

2.3. ADC (Analog To Digital Converter)

ADC (*Analog To Digital Converter*) adalah suatu rangkaian pengubah informasi dari tegangan analog ke digital. A/D converter ini dapat di pasang sebagai pengonversi tegangan analog dari suatu sensor ke konfigurasi digital yang akan di umpankan ke suatu sistem minimum. teknologi ADC ini telah banyak mengubah teknik – teknik konvensional analog dalam sistem - sistem control, teknologi perekaman dan pembangkitan kembali sinyal – sinyal audio / vidio (*recording and playing*) dan berbagai aplikasi dalam multi media dan instrumentasi lainnya. Permasalahan noise dalam sinyal (sebelumnya sulit di kikis habis jika hanya mengandalkan filter analog) dapat di atasi dengan baik dengan filter digital berbasis ADC. Apalagi faktor penentu keandalan filter digital ini adalah keandalan program kemudianya. Makin andal programnya, makin andal pula kerja filter tersebut.



Gambar 1. Diagram ADC secara umum

2.4. Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer terbaru yang hadir memenuhi kebutuhan pasar (*market need*). sebagai teknologi terbaru dengan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang kecil sebagai wadah penempatannya serta dapat diproduksi secara masal (dalam jumlah banyak) sehingga harganya lebih murah (dibandingkan mikroprosesor). Oleh karena itu mikrokontroler sangat cocok diterapkan untuk mengontrol berbagai peralatan-peralatan yang canggih di bandingkan dengan komputer PC, karena efektivitas dan kefleksibelannya yang tinggi.

Ilustrasi yang mungkin bisa memberikan gambaran yang jelas dalam penggunaan mikrokontoler adalah aplikasi mesin tiket dalam arena permainan yang saat ini terkenal di Indonesia. Jika kita sudah selesai bermain , maka akan di berikan suatu nilai, nilai inilah yang menentukan berapa jumlah tiket yang bisa diperoleh dan jika dikumpulkan dapat ditukar dengan berbagai macam hadiah. sistem tiket ini ditangani dengan mikrokontroler, karena tidak mungkin menggunakan computer PC yang harus di pasang di samping (atau di belakang) mesin permainan - permainan yang bersangkutan.

2.5. LCD (Liquid Crystal Display)

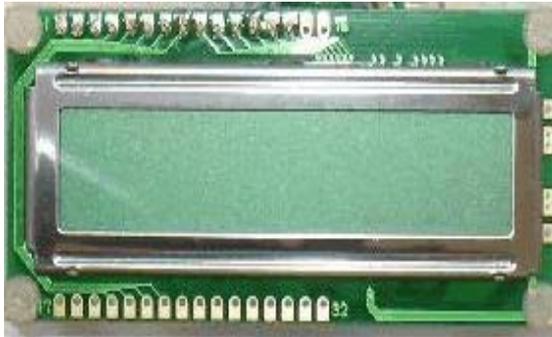
LCD pada dasarnya terdiri dari atas dua keping kaca tipis yang diselanya ada lapisan cair setebal 10 mikromilli. Lapisan ini terciir dari molekul kristal, yang bangunan molekul berubah oleh pengaruh medan listrik. Lapisan kristal cair itu akan menjadi transparan memantulkan, bergantung pada arah ketentuan molekul-molekul.

Tegangan yang dikenakan membangkitkan medan listrik, menyebabkan arah perubahan molekul-molekul didalam kristal cair. Maka bidang atau segmen pada penampil digit yang terpengaruh berubah ketransparannya. Sifat utama LCD adalah kontrasnya. Kontras LCD menyangkut perbandingan terang dan gelap tertentu yang ada pada kecerahan segmen selama kondisi ON dan OFF. Perbandingan yang berpengaruh pada kontras, terutama pada sudut pandang dan penyulukan.

Taraf tegangan operasi yang diperlukan dapat dipilih secara bebas. Ditentukan oleh material dasar yang digunakan, kepadatan lapisan kristal cair. Semakin tipis lapisan semakin tinggi intensitas medannya (pada taraf tegangan sama) dan semakin rendah tegangan kerja yang diperlukan.

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang paling banyak digunakan saat ini adalah LCD M1632 Refurbish karena harganya cukup murah. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah.

Modul LCD Character dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroller seperti AT89S51.

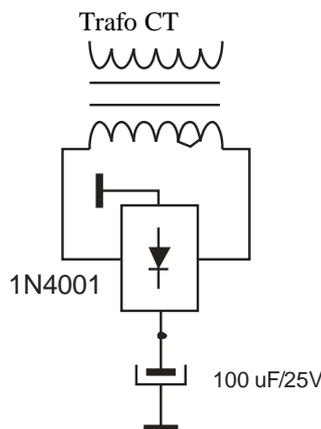


Gambar 2. Modul LCD Karakter 2x16

3.2. Sensor Arus

Untuk mengetahui besar arus yang mengalir dibutuhkan sebuah piranti pengukur arus, umumnya untuk arus cukup besar digunakan sebuah transformator (Trafo CT)
 Sensor tersebut berupa kumparan transformer yang dirancang sedemikian rupa untuk mengalirkan arus dari sumber ke beban karena bentuk trafo merupakan kumparan tembaga, dan memiliki kumparan sekunder sehingga besar arus yang mengalir melalui kumparan primer akan terinduksi ke kumparan sekunder dengan demikian pada kumparan sekunder akan terdapat beda potensial atau tegangan bolak balik hasil induksi akibat arus yang mengalir pada kumparan primer.

Besar tegangan yang dihasilkan sebanding / setara dengan arus yang melalui kumparan primer.dengan demikian dengan membaca besar tegangan yang diinduksikan dapat diketahui besar arus yang mengalir.tegangan yang dihasilkan dikumparan sekunder merupakan tegangan arus bolak balik, oleh karena itu agar potensial tersebut dapat dibaca oleh pengubah analog ke digital tegangan harus disearahkan, untuk itu output dari sensor perlu ditambahkan rangkaian penyearah jembatan sehingga menjadi searah.



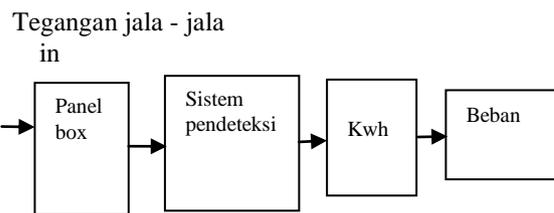
Gambar 3. Rangkaian sensor arus

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Untuk memahami prinsip kerja suatu sistem elektronika, maka harus diketahui terlebih dahulu diagram blok dari sistem tersebut. Begitu juga dalam pembuatan atau perancangan suatu alat yang akan dibuat sesuai dasar teori.

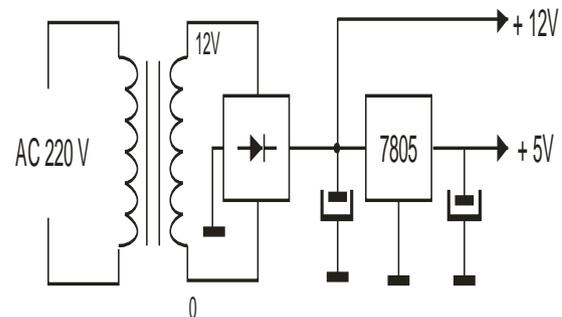
Diagram blok merupakan salah satu cara paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja dari suatu sistem dan memudahkan untuk melokalisir kesalahan dari suatu sistem. Dengan diagram blok kita dapat menganalisa cara kerja rangkaian dan merancang alat yang akan dibuat secara umum. Diagram blok memiliki arti yang khusus dengan memberikan keterangan didalamnya. Untuk setiap blok dihubungkan dengan suatu garis yang menunjukkan arah kerja dari setiap blok yang bersangkutan



Gambar 4. Penempatan kerja sistem

3.2 Catu daya

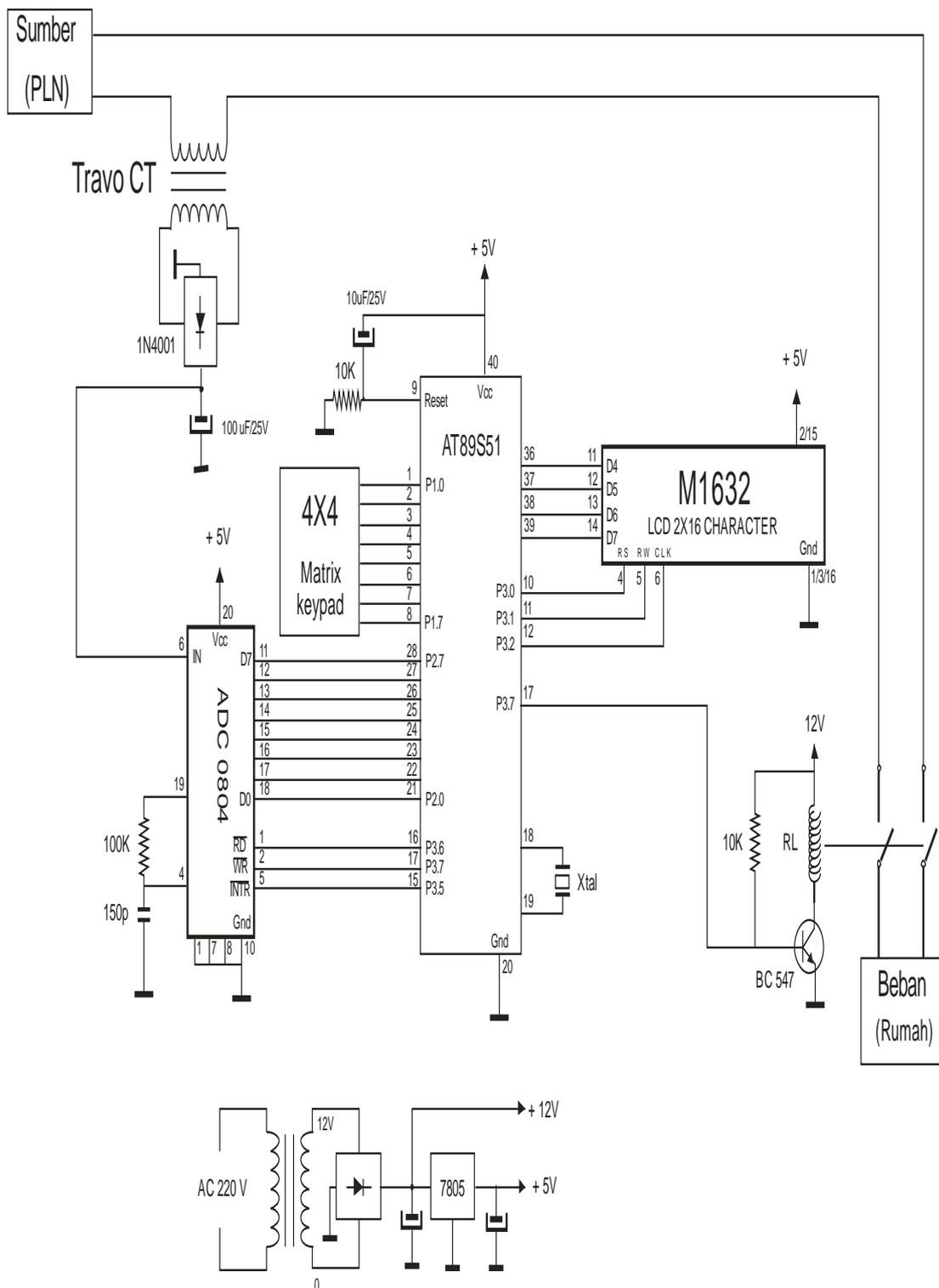
Bagian ini merupakan tenaga utama dari rangkaian sistem ini, rangkaian catu daya ini terdiri dari trafo penurun tegangan (step down), penyearah, dan regulator.
 Trafo berfungsi menurunkan tegangan jala – jala 220 V, kemudian disearahkan oleh penyearah jembatan menjadi arus searah.kapasitor pada rangkaian berfungsi menghilangkan riak – riak arus bolak – balik sedangkan IC LM 7805 merupakan IC regulator untuk menghasilkan tegangan konstan 5 V.



Gambar 5. Rangkaian Catu Daya

3.3 Gambar rangkaian sistem

Adapun gambar rangkaian dari keseluruhan sistem detector tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Rangkaian sistem proteksi pencurian arus pada jaringan PLN

IV. PENGUJIAN RANGKAIAN

Untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang terjadi pada peralatan elektronika, diperlukan suatu pengujian dan pengukuran pada peralatan

yang direncanakan. Pengujian dilakukan dengan menguji tiap-tiap modul. jika berjalan baik, maka peralatan ini dianggap telah berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mendapatkan suatu informasi dari sistem, sehingga kita dapat mengetahui spesifikasi dari peralatan tersebut. Pengujian dilakukan terlebih dahulu pada tiap-tiap modul, setelah masing-masing modul dapat menghasilkan suatu output sesuai dengan menggabungkan modul-modul tersebut sampai sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

4.1. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Tegangan masukan 220V AC dari PLN akan diturunkan melalui trafo step down menjadi 12V AC. Tegangan 12V AC ini akan disearahkan oleh dioda yang akan diratakan oleh kapasitor elektrolit (elco). Output dari rangkaian *power supply* ini terdiri dari 5V yang akan digunakan untuk mengaktifkan seluruh rangkaian, sementara output 12V dihubungkan pada relay sehingga relay dapat bekerja.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian tersebut. Dengan begitu dapat dipastikan apakah terjadi kesalahan terhadap rangkaian atau tidak. Jika diukur hasil dari keluaran tegangan tidak murni sebesar +12V dan +5V tetapi sebesar +10,8V dan +4,8V.

Hasil tersebut diakibatkan beberapa faktor, diantaranya kualitas dari tiap – tiap komponen yang digunakan nilainya tidak murni. Selain itu tegangan jala-jala listrik yang digunakan tidak stabil.

Tabel 1. Hasil pengukuran Rangkaian Catu Daya

Hasil seharusnya	Hasil pengukuran	Error
+12 Volt	+10,85 Volt	1,15
+5 Volt	+4,8 Volt	0,2

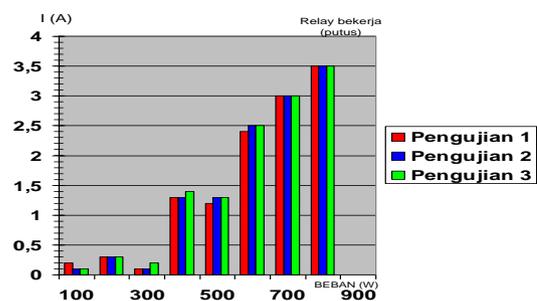
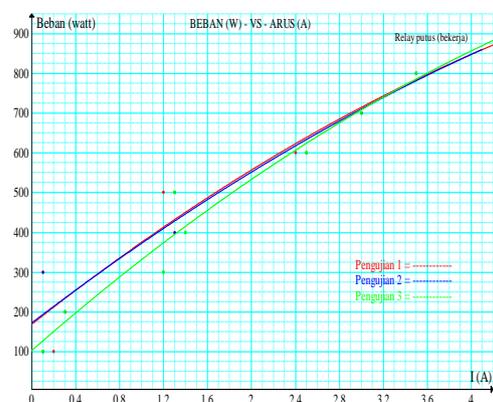
Dari rangkaian diatas tegangan yang dijadikan sebagai inputan sensor, mikrokontroler, dan rangkaian lainnya masih dapat digunakan untuk mengaktifkan rangkaian, serta tidak menyebabkan kerusakan pada komponen.

4.2. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

Pengujian ini dapat dilakukan dengan menghubungkan rangkaian dengan power supply sebagai sumber tegangan. Pada port 40 dihubungkan dengan sumber tegangan +5V , sedangkan pada port 20 terhubung dengan ground. Dari hasil pengukuran dengan menggunakan voltmeter maka didapatkan tegangan pada port 40 sebesar 4,80 Volt dan begitu pula dengan pengukuran seterusnya dengan port lainnya seperti pada Tabel 1.

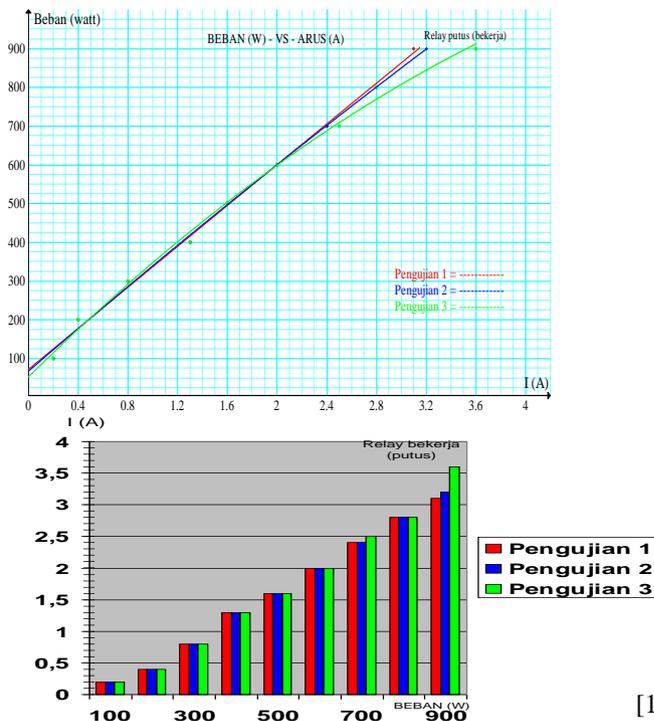
Tabel 2. Hasil Pengukuran Mikrokontroler AT89S51

Port	Tegangan (Volt)	Logika
P1	4,75	1
P2	4,75	1
P3	4,75	1
P4	4,75	1
P5	4,74	1
P6	4,75	1
P7	4,74	1
P8	4,74	1
P9	0,1	0
P10	0,01	0
P11	0,01	0
P12	0	0
P13	4,73	1
P14	0,81	0
P15	4,84	1
P16	4,72	1
P17	4,73	1
P18	1,80	1
P19	2,04	1
P20	0	0
P21	4,73	1
P22	4,73	1
P23	4,73	1
P24	4,73	1
P25	4,73	1
P26	4,73	1
P27	4,73	1
P28	4,73	1
P29	4,82	1
P30	0,91	0
P31	4,80	1



Gambar 7. Grafik beban vs arus (penunjukkan pada LCD)

Pada saat diberikan beban 900 W, tampilan LCD (pada P1,P2,P3) tidak lagi menampilkan digit besar arus melainkan menampilkan kata “LOCK” yang berarti relay bekerja (memutus arus) dan kepekaan relay terhadap lamanya waktu memutuskan sekitar 1 detik



Gambar 8. Grafik beban vs arus (penunjukkan pada Ampermeter)

Pada saat beban diberikan pada 900 watt penunjukkan Ampermeter pada (P1,P2,P3) masih menunjukkan nilai besarnya arus tetapi relay memutus. Kepekaan relay terhadap lamanya waktu untuk memutuskan arus yaitu sekitar 1 detik sehingga sistem masih bisa dikatakan bekerja secara efektif dan efisien

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Pada sistem diberi setting arus 4A yang berarti jika pada saat beban telah melebihi dari 4A maka relay secara otomatis akan bekerja (memutus arus).
2. Pada saat pengujian (P1, P2, dan P3) diberikan beban 800W penunjukkan LCD masih menampilkan nilai arus masing – masing sebesar (3,5A), dan setelah beban diberikan sebesar 900W maka Relay bekerja (putus) dan tampilan LCD menampilkan kata “LOCK” yang berarti sistem terkunci.

3. Pada saat pengujian (P1, P2, dan P3) diberikan beban 800W penunjukkan Ampere meter masih menunjukkan nilai tampilan arus masing–masing sebesar (2,8A), dan setelah beban diberikan sebesar 900W maka Relay bekerja (putus) dan tampilan ampere meter menunjukkan nilai arus masing–masing sebesar (3,1A, 3,2A dan 3,6A).
4. Pada Pengujian (P1, P2, dan P3) Kepekaan relay bekerja terhadap lamanya waktu untuk memutuskan arus yaitu sekitar 1 detik sehingga sistem masih bisa dikatakan bekerja secara efektif dan efisien.

5.2. Saran

1. Untuk pemakaian arus beban yang lebih besar penggunaan relay dapat diganti dengan kontaktor yang mempunyai kemampuan arus yang lebih besar sesuai dengan beban yang dikendalikan begitu juga dengan transformatornya
2. Untuk pembacaan arus beban pada sistem agar lebih akurat sebaiknya digunakan alat ukur yang lebih praktis, seperti multitester, ampermeter digital, atau lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Andani, Yuli, Laporan tugas akhir, *Analisis penyebab losses energi listrik dalam proses distribusi listrik & usulan penanganannya*, (Studi Kasus PT. PLN (Persero), APJ Surakarta) :
- [2]. Budiharto,Widodo.2005, *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*, Yogyakarta: Andi Offset
- [3]. Bishop, Owen, 2004, *Dasar – dasar Elektronika*, Jakarta : Erlangga
- [4]. Datasheet Atmel, www.Atmel.com
- [5]. Datasheet Mikrokontroler AT89S51, www.mikrokontroler AT89S51.com
- [6]. INDRI, YANTI. Laporan tugas akhir, *Rancang Bangun Alat Pemantau Tegangan Listrik PLN Untuk Meminimalkan Kerusakan Peralatan Listrik/Elektronik Rumah Tangga*
- [7]. Setiawan, Sulhan, 2004. *Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroler*, Yogyakarta , Penerbit Andi,
- [8]. Wahyudin, Didin, 2005, *Belajar Mudah Mikro AT89S52 Dengan Bahasa Basic Menggunakan BASCOM – 8D51* : Penerbit Andi
- [9]. Whitten, J.L, Bentley, L.D, Barlow, 2004, *System Analysis & Design Methods, Sixth Edition*, Mc Graw-Hill.