**Alat monitor pemakaian listrik rumah tangga**

**Denny Dermawan**

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

Jl. Janti, Blok R, kompleks Lanud Adisutjipto, Yogyakarta

Telepon (0274) 451262, faks. (0274) 451265

Email: dennydermawanstta@gmail.com

**Abstrak**

Pemakaian daya listrik oleh konsumen sejauh ini hanya dibatasi dengan adanya CB (*Circuit Breaker*) yang akan bekerja apabila daya listrik yang dipakai melebihi dari batasan daya pada *circuit breaker*. Hal ini sangat berpengaruh pada konsumen dengan daya listrik menengah dan kecil ( 900 VA dan 450 VA). Konsumen ini tidak bisa merasakan berapa besarnya daya listrik yang telah digunakan sehingga akan meminimalkan resiko adanya *trip* dari CB. *Trip* yang tiba-tiba akan mengakibatkan rusaknya peralatan rumah tangga yang rentan terhadap kontinyuitas suplai listrik seperti komputer dan TV.

Alat monitor pemakaian listrik rumah tangga ini mencoba untuk menampilkan daya listrik yang telah digunakan oleh konsumen, sehingga apabila monitor telah menampilkan pemakaian daya yang mendekati daya maksimal, maka konsumen diharapkan dapat mengurangi pemakaian daya listriknya sehingga tidak menimbulkan *trip.*

Kata Kunci : Daya listrik, monitor, penampil

*Abstract*

Power consumption by consumers so far are limited only by thepresence of CB (Circuit Breaker) who will work when the power isused in excess of limits on the power circuit breaker. It is very influential on consumers with medium and small power (900VA and 450 VA). Consumers can not feel how much power is being used so that the trip will minimize the risk of CB. The sudden trip will cause damage to household appliances that are susceptible to the continuity of electricity supply such as computers and TV.

The tool  monitors electricity consumption of households is trying to show the power that has been used by consumers, so that when the monitor was displaying the power consumption is close to maximum, the consumer is expected to reduce electric power consumptionso as not to create trip.

Key words: electric power, monitor, viewer

1. **Latar Belakang Masalah**

Listrik merupakan sumber energy yang paling banyak digunakan oleh umat manusia karena harganya yang relative murah, terjamin kontinyuitasnya dan tidak menghasilkan pencemaran udara. Sumber utama pembangkitan energy listrik di Indonesia adalah menggunakan bahan baku batu bara (PLTU), selain menggunakan sumber lain seperti air (PLTA), diesel (PLTD), gas (PLTG) dan sebagian kecil menggunakan angin dan mikro hydro.

Bahan baku utama yaitu batu bara adalah hasil tambang yang lama kelamaan akan habis. Oleh karena itu diperlukan cara untuk dapat menghemat pemakaian energy listrik. Penghematan energy listrik harus dilakukan dalam semua segmen pelanggan mulai dari pelanggan *resident* sampai dengan pelanggan industri.

Salah satu cara untuk melakukan penghematan energy listrik adalah dengan cara melakukan pemantauan penggunaan energy listrik. Pemantauan disini adalah dengan memonitor seberapa banyak daya listrik yang telah dipakai. Jika pemakaian daya listrik terlalu banyak maka kita harus malakukan pengurangan pemakaian energy listrik dengan mematikan satu atau beberapa piranti atau alat rumah tangga atau alat –alat industry yang mengkonsumsi energy listrik, terutama pada saat beban puncak yang terjadi pada sekitar pukul 17.00 sampai dengan pukul 22.00.

Penelitian ini ditujukan pada pelanggan listrik rumah tangga (*resident*) dengan daya kurang dari 3.500 watt. Penerapan alat monitor ini pada pelanggan industry yang mengkonsumsi daya lebih besar dari 3.500 watt akan memerlukan penambahan komponen dan pengaman yang lebih kompleks.

Jantung dari alat monitor pemakaian listrik rumah tangga ini adalah sebuah alat ukur daya (*watt meter*) yang dimodifikasi bagian tampilannya sehingga bagian tampilannya dapat menampilkan /memonitor daya listrik yang telah dikonsumsi. Watt meter akan mendeteksi arus yang dikonsumsi, kemudian mengubahnya menjadi sebuah tegangan yang ekivalen, kemudian arus dan tegangan tersebut dikalikan menggunakan sebuah IC. Keluaran IC ini adalah representasi daya yang dikonsumsi untuk kemudian di tampilkan/dimonitor.

1. **Tinjauan Pustaka**

Tech/Elektor Electronics, menyatakan bahwa beban induktif dan beban kapasitif menyebabkan pergeseran phase antara arus dan tegangan, sehingga daya aktifnya tidak dapat diukur dengan mengalikan tegangan dengan arus yang terukur. Pengukuran memperoleh hasil yang nyata jika beda phase diketahui dan beda phase ini ikut dalam perhitungan daya aktif. Hal yang sama juga terjadi pada bentuk gelombang non-sinusoidal. Cara yang paling sederhana untuk mengukur daya aktif a.c adalah dengan menggunakan pengali empat kuadran. Piranti penghitung analog ini mampu untuk menghitung arus yang melewati sebuah beban dan tegangan yang melintasinya secara simultan untuk kemudian ditunjukkan pada penampil.

1. **Metodologi Penelitian**
	1. **Diagram blok alat monitor pemakain listrik rumah tangga**

Gambar 1 adalah blok diagram dari rangkaian alat monitor pemakaian listrik rumah tangga menggunakan IC ICL 7107 sebagai konverter dari analog ke digital. Rangkaian terdiri atas beberapa sub rangkaian yaitu sub rangkaian pembagi tegangan, pengubah arus ke tegangan, penguat instrumentasi, konverter analog ke digital, *driver* dan penampil digital.



Gambar 1. Diagram blok alat monitor peralatan listrik rumah tangga

* 1. **Rangkaian Pembagi Tegangan dan Pengubah Arus ke Tegangan**

Rangkaian pembagi tegangan diperlihatkan pada gambar 2. Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah arus yang melewati beban menjadi tegangan yang proporsional. Daya listrik adalah perkalian antara tegangan dengan arus, dan arus yang melewati beban disini dikonversi menjadi tegangan terlebih dahulu untuk kemudian dikalikan dengan tegangan secara simultan sehingga menghasilkan pengukuran daya listrik.



Gambar 2. Rangkaian pembagi tegangan dan pengubah arus ke tegangan

* 1. **Penguat**

Rangkaian penguat yang digunakan pada alat monitor peralatan listrik rumah tangga ini berfungsi untuk menguatkan tegangan menjadi sekitar 5,467 x 10-5 Volt. Tegangan ini terlelu kecil untuk dianalisa sehingga perlu dikuatkan. Rangkaian penguat ini dibentuk dengan *operasional amplifier* (Op-Amp) dan diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian penguat

* 1. **Pengali empat kuadrant**

Rangkaian pengali empat kuadrant yang digunakan adalag tipe MC 1495. Rangkaian dasar pengali empat kuadrant diperlihatkan pada gambar 4. Masukan pengali adalah Vx yang terbagi atas Vx+ dan Vx- dan masukan yang lain adalah Vy yang terbagi atas Vy+ dan Vy-.

Gambar 4. Pengali empat kuadrant MC 1495

* 1. **Penggeser *level***

 Pada penggunaan dc dari IC MC 1495, seperti pengali empat kuadrant ini, biasanya diperlukan untuk mengubah keluaran differensial menjadi tegangan keluaran tunggal (*single ended output voltage*) yang direferensikan ke ground. Rangkaian penggeser *level* ini diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian penggeser *level*

* 1. **Penampil seven segmen**

Rangkaian penampil seven segmen diperlihatkan pada gambar 6. IC yang digunakan adalah ICL 7107 keluaran MAXIM. IC ini memuat sebuah pengubah analog ke digital (ADC, *Analog to digital converter*) dan penggerak tujuh ruas (*Seven segment*). Rangkaian yang ditunjukkan adalah untuk pemakaian standart. Jaringan R2 dan C2 menentukan frekuensi osilator, dan potensiometer P1 pada rangkaian ini menentukan kompensasi offset untuk IC1.

Gambar 6. Rangkaian penampil

* 1. **Rangkaian Monitor**

Rangkaian monitor yang dimaksud adalah rangkaian elektronik yang digunakan untuk memonitor besarnya daya yang telah digunakan oleh pemakai. Rangkaian monitor ini menggunakan IC LM 3915 yang akan mengubah masukan tegangan analog menjadi tampilan LED. Rangkaian monitor diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian monitor pemakaian daya listrik

1. **Hasil dan Pembahasan**
	1. **Rangkaian Pembagi Tegangan dan Pengubah Arus ke Tegangan.**

Rangkaian pembagi tegangan diperlihatkan pada gambar 2. Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah arus yang melewati beban menjadi tegangan yang proporsional. Daya listrik adalah perkalian antara tegangan dengan arus, dan arus yang melewati beban disini dikonversi menjadi tegangan terlebih dahulu untuk kemudian dikalikan dengan tegangan secara simultan sehingga menghasilkan pengukuran daya listrik. Pengukuran dilakukan pada titik A dan titik B dari gambar 2 dan hasilnya diperlihatkan pada table 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran pada titik A dan titik B

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Beban | Titik A | Titik B |
| Tanpa beban | 0,0000546 V | 1,31 V |
| Lampu pijar 25W | 0,17 V | 1,32 V |
| Lampu pijar 40W | 0,18 V | 1,31 V |
| Lampu pijar 60W | 0,185 V | 1,32V |
| Lampu pijar 100W | 0,2 V | 1,31 V |
| Water dispenser 250W | 0,22 V | 1,32 V |
| Setrika listrik 300W | 0,3 V | 1,32 V |

* 1. **Rangkaian penguat**

Rangkaian penguat ini berfungsi untuk menguatkan tegangan yang diperoleh dari titik A yaitu sebesar 5,467 x 10-5 Volt (pada keadaan tanpa beban). Tegangan ini terlalu kecil untuk dianalisa sehingga perlu dikuatkan. Rangkaian penguat ini dibentuk dengan *operasional amplifier* (Op-Amp) dan diperlihatkan pada gambar 3. Pengukuran dilakukan pada IC Op-Amp dan hasilnya diperlihatkan pada table 2.

Tabel 2. Penguatan IC Op-Amp.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Vin | Vout | Gain |
| 1 mV | 6,5 mV | 6,5 |
| 5 mV | 33 mV | 6,6 |
| 10 mV | 62 mV | 6,2 |
| 100 mV | 610 mV | 6,1 |
| 1V | 5,9 V | 5,9 |
| 2 V | 11 V | 5,5 |

* 1. **Rangkaian penampil**

Rangkaian penampil seven segmen diperlihatkan pada gambar 4. IC yang digunakan adalah ICL 7107 keluaran MAXIM. Pengujian rangkaian penampil adalah dengan memberikan tegangan masukan analog ke penampil dan rangkaian penampil akan menampilkan hasilnya secara digital. Hasil pengukuran rangkain penampil diperlihatkan pada table 3.

Tabel 3. Pengukuran rangkaiaan penampil

|  |  |
| --- | --- |
| Masukan analog | Keluaran digital |
| 0 | 0 |
| 100 mV | 100 |
| 200 mV | 200 |
| 300 mV | 298 |
| 400 mV | 396 |
| 500 mV | 502 |
| 600 mV | 605 |
| 700 mV | 710 |
| 800 mV | 810 |
| 900 mV | 920 |

* 1. **Rangkaian monitor**

Rangkaian monitor ini menggunakan IC LM 3915 yang akan mengubah masukan tegangan analog menjadi tampilan LED. Rangkaian monitor diperlihatkan pada gambar 5. Hasil pengukuran rangkaian monitor ini diperlihatkan pada table 4. Rangkaian monitor ini diberi masukan yang sama dengan rangkaian penampil, yang membedakan hanya tampilan keluarannya saja. Pada rangkaian monitor ini, keluaran adalah berupa lampu LED yang akan menyala. Jumlah lampu LED ada 9 buah yang mengindikasikan tiap 1 LED akan berhubungan dengan pemakaian daya 100W.

Tabel 4. Hasil pengukuran alat monitor

|  |  |
| --- | --- |
| Masukan analog | Keluaran LED yang menyala |
| 0 | - |
| 100 mV | LED 1 |
| 200 mV | LED 1,2 |
| 300 mV | LED 1,2,3 |
| 400 mV | LED 1,2,3,4 |
| 500 mV | LED 1,2,3,4,5 |
| 600 mV | LED 1,2,3,4,5,6 |
| 700 mV | LED 1,2,3,4,5,6,7 |
| 800 mV | LED 1,2,3,4,5,6,7,8 |
| 900 mV | LED 1,2,3,4,5,6,7,8,9 |

* 1. **Rangkaian monitor pemakaian listrik rumah tangga**

Rangkaian ini diuji dengan memberikan masukan berupa beban. Beban yang digunakan adalah lampu pijar dengan daya 25W, 40W, 60W, 100W, *water dispenser* 250W dan setrika listrik 300W. Pengujian Rangkaian monitor pemakaian listrik rumah tangga diperlihatkan pada table 5.

Keluaran dari Rangkaian monitor pemakaian listrik rumah tangga ada dua macam yaitu keluaran berupa penampil digital dan keluaran berupa serangkaian LED yang menyala. Dari hasil penguykuran diperoleh bahwa keluaran berupa LED akan lebih baik untuk diamati dibandingkan dengan keluaran penampil digital yang menampilkan data yang bergerak naik dan turun yang diakibatkan oleh adanya deviasi masukan analog pada rangkaian.

Tabel 5. hasil pengkuran Rangkaian monitor pemakaian listrik rumah tangga

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Beban** | **Rangkaian penampil** | **Rangkaian Monitor** |
| Tanpa beban | 0 | Semua LED padam |
| Lampu pijar 25W | 20 – 30 | Semua LED padam |
| Lampu pijar 40W | 33 – 45 | Semua LED padam |
| Lampu pijar 60W | 50 – 67 | Semua LED padam |
| Lampu pijar 100W | 94 – 110 | LED 1 nyala |
| Water dispenser 250W | 240 - 275 | LED 1,2,3 nyala |
| Setrika listrik 300W | 280 - 310 | LED 1,2,3 nyala |
| Setrika listrik 300W + pijar 100W | 390 - 426 | LED 1,2,3,4 nyala |
| Setrika listrik 300W + Water dispenser 250W | 543 - 590 | LED 1,2,3,4,5,6 nyala |

1. **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian tentang Rangkaian monitor pemakaian listrik rumah tangga maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rangkaian monitor pemakaian listrik rumah tangga telah dibuat dan bekerja dengan baik.
2. Keluaran dari Rangkaian monitor pemakaian listrik rumah tangga ada dua macam yaitu keluaran berupa penampil digital dan keluaran berupa serangkaian LED yang menyala.
3. Keluaran penampil digital menampilkan data yang bergerak naik dan turun yang diakibatkan oleh adanya deviasi masukan analog.
4. Keluaran yang berupa LED cenderung stabil dan mudah untuk diamati.
5. Daya beban yang diaambil untuk penelitian ini adalah sebear 900 watt, sedangkan kemampuan alat adalah sebesar 3500 watt.

**Daftar pustaka**

1. Millman & Halkias, 1984,” *Elektronika terpadu , rangkaian dan sistem analog dan digital, jilid 1*”, penerbit Erlangga.
2. ………., 1995,” *Make your own electronic test instrument*”, Electur
3. ………., MC 1495 datasheet
4. ………., MAXIM ICL 7107 datasheet
5. ………., LM 3915 datasheet