

## DESAIN ALAT PENGUKUR ENERGI LISTRIK JARAK JAUH BERBASIS MIKROKONTROL DENGAN KEAKURATAN YANG TINGGI

**Leonardus Heru Pratomo**

*Laboratorium Konversi Energi Listrik*

*Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro*

*Universitas Katolik Soegijapranata Semarang*

*E-mail: leonardus\_hp@yahoo.com, dan leonardus@unika.ac.id*

### **Abstrak**

Besar pemakaian energi listrik oleh setiap konsumen dapat diukur dengan menggunakan suatu alat pengukur energi listrik (KWh-meter), seperti yang dilakukan oleh PLN pada tiap-tiap pelanggan. KWh-meter yang terpasang akan membaca pemakaian komulatif energi yang terpakai, sehingga untuk mengetahui pemakaian energi selama satu bulan, maka penunjukan KWh-meter sekarang harus dikurangkan dengan penunjukan KWh-meter bulan yang lalu. Pada makalah ini, diusulkan suatu rancangan alat pengukur energi listrik jarak jauh berbasis mikrokontroler yang memiliki keakuratan yang tinggi, serta dapat memberikan tampilan jumlah energi yang dipakai selama satu bulan. Sehingga petugas pembaca meter tidak harus berkeliling ke rumah-rumah, mereka dapat mengakses lewat pusat kendali. Sistem alat ukur KWh-meter, terdiri dari beberapa alat ukur diantaranya alat pengukur beda fasa antara tegangan dan arus, pengukur tegangan dan pengukur arus. Selanjutnya nilai tegangan, arus dan nilai kosinusnya dikalikan oleh mikrokontrol untuk mendapatkan nilai daya sesaat. Sistem pewaktuan yang telah diprogram pada mikrokontrol dipakai untuk menghitung energi pada waktu tertentu., alat ini juga dilengkapi dengan suatu pemancar, hal ini dimaksudkan untuk mengefektifkan sistem pencatatan dan pendataan yang nantinya akan dioperasikan oleh satu buah komputer yang telah diprogram secara langsung dapat menampilkan berapa besar biaya yang harus ditanggung oleh setiap pelanggan.

**Kata Kunci:** KWh-meter, tegangan, arus, beda fasa, mikrokontrol.

### **1. Pendahuluan**

Besarnya pemakaian energi listrik oleh setiap konsumen dapat diketahui oleh pihak PLN dengan memasang suatu alat KWh-meter di setiap pelanggan. Sistem KWh-meter yang biasa dipakai oleh PLN adalah dengan sistem induksi, dimana sering kali konsumen pengguna energi listrik banyak yang mengeluh berkaitan dengan pembayaran energi listrik tersebut. Metoda pengukuran energi listrik yang biasa dilakukan adalah dengan mencatat besarnya energi bulan sekarang ini dikurangkan dengan pemakaian energi listrik bulan lalu, hal ini dapat menyebabkan keakurasian data yang dicatat tidak begitu baik karena keterbatasan si pencatat.

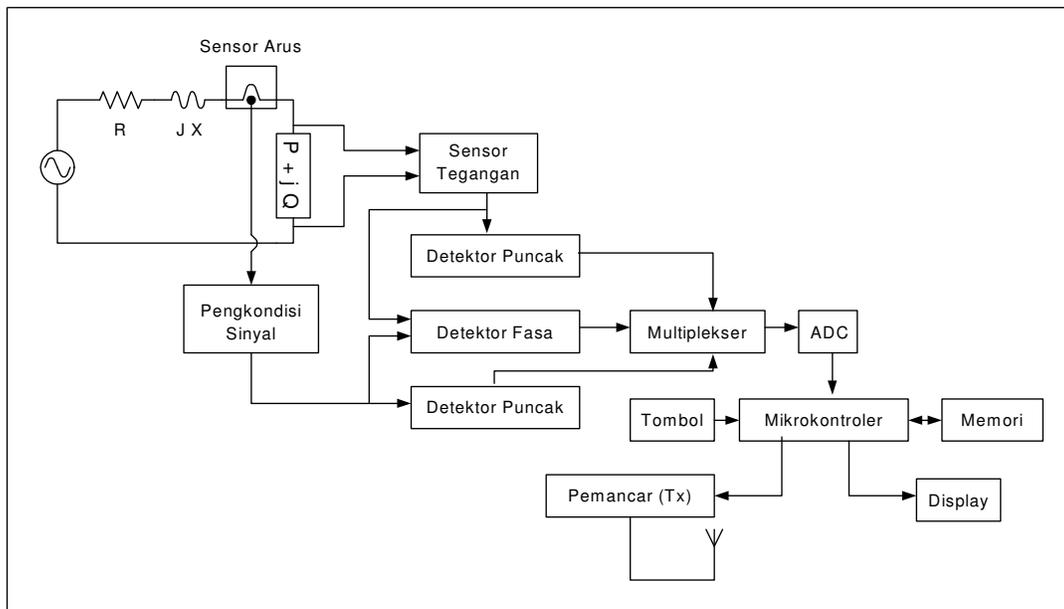
Permasalahan yang sering terjadi adalah para pelanggan mengalami kejadian pembayaran rekening listrik yang melonjak pada bulan-bulan tertentu, padahal pemakaian energi listrik hampir sama dengan bulan-bulan sebelumnya. Hal ini sering terjadi karena pembacaan KWh-meter oleh petugas tidak ada suatu bentuk keteraturan tertentu, atau dapat disebabkan kurang teliti pencatatanya, faktor lain yang dapat menyebabkan hal ini terjadi adalah penunjukan angka yang relatif kecil. Jika alat yang dipasang pada pelanggan dapat menunjukkan suatu tampilan yang cukup dari segi ukuran, serta dapat dipilih suatu tampilan tertentu,

maka petugas akan lebih mudah untuk mencatatnya.

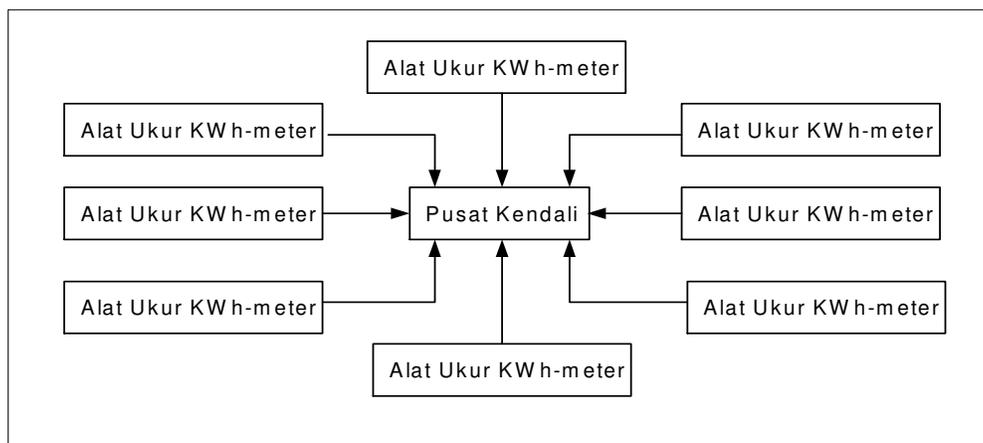
Pada makalah ini, akan diusulkan suatu rancangan alat pengukur energi yang memiliki keakurasian yang tinggi dan dapat diukur dalam jarak yang cukup jauh. Alat pengukur energi listrik ini dilengkapi oleh berbagai fasilitas antara lain: dapat memberikan tampilan jumlah energi yang terpakai selama satu bulan, selain itu si petugas tidak harus keliling melakukan pencatatan, akan tetapi hanya mengakses di komputer saja untuk mendapatkan data.

### **2. Perancangan Alat Pengukur Energi Listrik Jarak Jauh**

Sistem mikrokontroler yang dirancang terdiri dari dua bagian, yaitu yang terpasang pada pelanggan, sedangkan yang kedua di pusat kendali. Pada bagian yang terpasang di pelanggan terdiri dari dua buah transduser arus dan tegangan, pengolah sinyal, tampilan dan sistem pemancar, secara detail dapat dilihat pada gambar 1. Sedangkan pada pusat kendali terdiri dari sebuah personal komputer yang dilengkapi dengan penerima dari sinyal yang dikirim oleh beberapa pemancar (dalam hal ini pelanggan terdiri lebih dari satu), secara detail dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 1.** Diagram Blok Alat Ukur Energi Listrik Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler

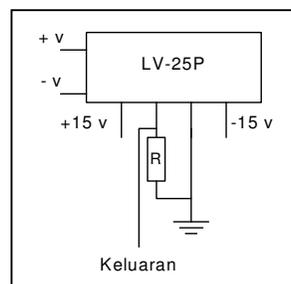


**Gambar 2.** Sistem Pengendalian Terpusat

### 2.1 Sensor Tegangan

Sinyal tegangan yang akan diukur, dilakukan dengan bantuan sensor tegangan yang memiliki keakurasian yang tinggi dengan tipe LV-25 P. Sensor tegangan tipe ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain : dapat digunakan untuk mengukur tegangan AC maupun DC, memiliki lebar pita yang cukup lebar, memiliki kelinieran yang sangat baik. Keluaran dari sensor tegangan ini masih berupa besaran arus, maka untuk mengubah besaran arus ke besaran tegangan harus dipasang resistor antara keluaran dan nilai ground. Jika diinginkan untuk mendapat besaran yang lebih

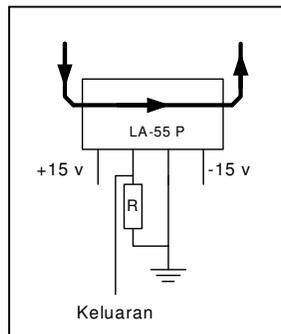
besar, maka keluaran sensor bisa dikuatkan dengan menggunakan penguat operasional.



**Gambar 3.** Sensor Tegangan LV-25 P

## 2.2 Sensor Arus

Besaran sinyal arus yang akan diukur, dilakukan dengan bantuan sensor arus yang memiliki keakurasian yang tinggi dengan tipe LA-55 P. Beberapa pertimbangan menggunakan tipe ini adalah sensor ini memiliki kelinieran yang sangat tinggi, lebar pita yang lebar serta dapat digunakan untuk mengukur arus AC dan DC. Keluaran dari sensor ini berupa besaran arus, maka untuk mengubah ke dalam besaran tegangan dipasang resistor antara terminal keluaran dan ground. Jika dikehendaki keluaran yang berada pada level tertentu, maka sinyal ini dapat dikuatkan dengan bantuan penguat operasional



Gambar 4. Sensor Arus LA-55 P

## 2.3 Pengkondisi Sinyal

Sinyal yang keluar dari sensor tegangan akan diukur sampai taraf yang lebih rendah dengan perbandingan tertentu, hal ini dimaksudkan agar sesuai dengan taraf tegangan perubahan dari sistem analog ke digital. Sedangkan sinyal keluaran dari sensor arus, juga dilakukan hal yang sama. Perbedaan kedua sudut antara sinyal tegangan dan sinyal arus dipakai untuk menghitung nilai kosinus pada daya sesaat

## 2.4 Detektor Puncak

Nilai puncak dari tegangan dan arus dideteksi dengan menggunakan detektor puncak. Rangkaian detektor puncak ini dapat dilakukan dengan konfigurasi rangkaian dioda penyearah, jika diinginkan nilai yang lebih akurat, maka disarankan menggunakan detektor puncak dengan menggunakan penguat operasional untuk kompensasi drop tegangan di dioda.

Penurunan tegangan akibat drop di dioda akan mempengaruhi keakurasian dari rancangan sistem, sebab nilai keluaran dari pengkondisi sinyal berkisar hanya beberapa volt saja, maka pemrosesan di detektor puncak harus dijaga seakurat mungkin.

## 2.5 Multiplexer dan ADC

Sinyal informasi yang dibaca oleh mikrokontrol adalah nilai tegangan, arus dan sudut fasa. Ketiga parameter ini harus diubah dahulu dari besaran analog ke besaran digital (biner).

Detektor puncak tegangan, detektor puncak arus dan detektor fasa, dimultiplexserkan secara analog, sehingga keluaran dari multiplexer dapat berupa sinyal tegangan, sinyal arus, detektor fasa yang ketiganya terintegrasi dalam suatu besaran DC.

Informasi ketiga besaran tersebut berupa besaran DC, kemudian diubah ke besaran data biner. Pengukuran yang dilakukan tidak membutuhkan suatu kecepatan yang tinggi, maka hanya diperlukan satu buah ADC saja, yang dapat diakses dan disinkronkan dengan multiplexer yang ada. Penggiliran masuknya data dari ADC ke sistem mikrokontrol diatur oleh mikrokontrol itu sendiri.

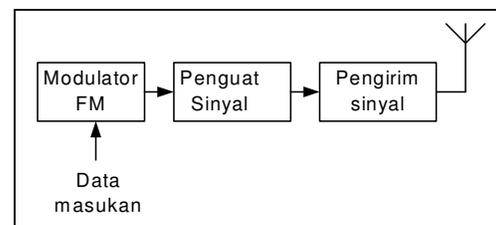
## 2.6 Sistem Mikrokontrol

Sistem mikrokontrol terdiri dari mikrokontrol, memori, display, papan tombol. Program yang disimpan dalam memori EPROM, sedangkan memori RAM digunakan untuk membantu sistem mikrokontrol saat bekerja untuk menyimpan data yang diakses oleh pelanggan atau data saat diakses oleh pengendali terpusat.

Display digunakan untuk memberikan tampilan mengenai berapa banyak energi listrik yang digunakan pada bulan ini ataupun pada bulan-bulan sebelumnya. Untuk membatasi besarnya memori yang dipakai memori, data pemakaian energi listrik bisa dibatasi sampai tiga bulan sebelumnya, sesudah itu data yang terakhir akan hilang dengan otomatis digantikan data yang baru.

## 2.7 Sistem Pemancar

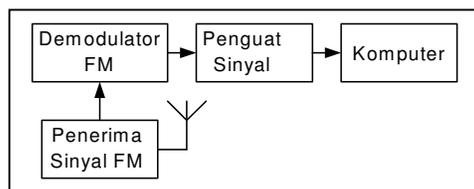
Sistem pemodulasi, bisa menggunakan modulasi frekuensi. Masukan ke transmitter berupa sinyal digital yang akan dimodulasi oleh modulator FM, sinyal yang keluar dari modulator FM kemudian dikuatkan, penguatan sinyal ini dimaksudkan supaya sinyal yang dipancarkan relatif kuat, berikut diagram block pemancar.



Gambar 5. Block Diagram Transmitter

## 2.8 Sistem Pengendali Terpusat

Sistem pengendali terpusat, berfungsi untuk menerima sinyal dari pengirim yang telah dikirimkan oleh masing-masing pemancar. Sinyal yang diterima oleh suatu penerima, kemudian diumpankan ke rangkaian demodulator, hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan sinyal informasi, berupa besaran energi listrik yang dipakai. Sinyal informasi ini biasanya masih tercampur dengan sinyal-sinyal lain yang tidak diinginkan, maka sinyal informasi saja yang diambil, hal ini bisa diatasi dengan memasang filter. Setelah keluaran filter, sinyal tersebut dikuatkan lagi pada taraf level logika seperti pada level komputer. Data yang dikirimkan secara serial ini kemudian akan diolah oleh komputer, sehingga akan memunculkan suatu tampilan berupa nilai akhir dari jumlah energi yang harus dibayar. Metoda komputasi yang dipakai sangat sederhana sekali, yaitu dengan menggunakan akses port, kemudian data diambil, setelah itu dikalikan dengan nilai-nilai harga energi yang telah ditetapkan oleh PLN, Dari data tersebut nantinya akan sebagai acuan terhadap energi yang harus dibayarkan oleh masing-masing pelanggan. Berikut ini adalah diagram block penerima.



Gambar 6. Block Diagram Penerima

## 3. Pengujian Hasil Rancangan

Metoda perancangan sistem ini menggunakan metode empiris, yaitu melakukan perancangan tiap-tiap bagian berupa block-block rangkaian kendali dan mengamati hasilnya di laboratorium kemudian dicocokkan dengan rancangan teoritis. Rangkaian block yang telah sesuai dengan yang dikehendaki digabungkan dengan rangkaian block yang lain sehingga dihasilkan suatu sistem yang baik dan dapat dipercaya kebenarannya. Untuk menjaga keakurasian data dari hasil rancangan, perlu

dilakukan suatu kalibrasi dengan alat yang sudah ada, dan dilakukan suatu analisa

## 4. Penutup

Dari hasil rancangan yang telah dilakukan, maka diharapkan dapat memberikan kontribusi antara lain adalah:

- Bagi PLN, dapat disimulasikan metode ini karena metode ini memiliki beberapa keunggulan antara lain lebih presisi dan lebih memudahkan dalam hal pencatatan.
- Bagi pelanggan PLN, dapat diperoleh nilai yang pasti dan akurat, karena sistem ini benar-benar menunjukkan penggunaan energi listrik selama satu bulan.
- Bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, teknologi ini perlu dilakukan mengingat sistem ini akan mempermudah pencatatan dan memiliki ketelitian yang baik

## Daftar Pustaka

- [1] Cooper, W. D, *Instrumental Elektronik dan Teknik Pengukuran*, Erlangga, 1991.
- [2] Dahono, AP, *Besaran Tenaga Listrik: Definisi dan Masalahnya*, Seminar Nasional Teknik Tenaga listrik, Bandung, 2004.
- [3] Frenzel, Lois E, *Communications Electronics*, McGraw-Hill, 1989.
- [4] <http://www.lem.com>.
- [5] Jacob, J. M, *Industrial Control Electronics*, Prentice Hall International, 1989
- [6] Kennedy, George, *Electronic Communication Systems*, McGraw-Hill, 1986
- [7] Mohan, Undeland, Robbins, *Power Electronics: Converters, Applications and Design*, John Wiley & Sons, 1994
- [8] Rashid, M H, *Power Electronics: Circuits, Devices and Applications*, Prentice Hall International, 1993
- [9] Simpson. C. D, *Industrial Electronics*, Prentice Hall International, 1996.
- [10] Smith, J, *Modern of Communication System*, McGraw-Hill, 1986.