

Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Energi Listrik Terpakai Berbasis Mikrokontroler Pic 16f877

Titis Wicaksono¹, Ageng Sadnowo R.², Abdul Haris²

1. CendanaNet Jl. Cendana No. 12 Rawalaut Pahoman Bandar Lampung 35127

2. Jurusan Teknik elektro Fakultas teknik Universitas Lampung
ageng@ unila.ac.id

Abstrak--Alat penghitung biaya energi listrik terpakai merupakan sebuah alat ukur energi listrik kWh (*kilo Watt hour*) yang dikonversikan dalam harga rupiah. Instrumen ini menggunakan metode pengukuran volt-ampere untuk menentukan daya kWh, perubahan tampilan harga dalam setiap jam dapat memonitoring harga pemakaian listrik. Penelitian ini menjadi penting karena banyaknya keluhan pihak konsumen PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang harus membayar listrik lebih besar dari yang diperkirakan. Konsumen tidak menyadari bahwa penyebabnya adalah memang mereka sendiri tanpa sadar pemakaian listriknya boros, karena pencatatan kWh meter PLN yang terpasang di rumah pelanggan dalam satuan energi listrik terpakai Watt. Metode pengukuran volt-ampere, pada prinsipnya adalah mengasumsikan perubahan tegangan V_{ac} pada resistor pendeteksi arus sebagai perubahan arus I_{ac} terpakai. V_{ac} dalam bentuk analog dikonversikan ke data digital dengan ADC (*Analog to Digital Converter*), kemudian data ini sebagai input VCO (*Voltage Controlled Oscillator*) yang dibangun dengan mikrokontroler menghasilkan gelombang kotak dengan frekuensi yang bervariasi mengikuti perubahan V_{ac} . Frekuensi inilah yang menjadi data input untuk dikomputasi pada mikrokontroler menjadi harga rupiah sebagai konversi dari pemakaian energi listrik kWh dengan mengacu pada perhitungan biaya PLN. Alat yang telah dibuat mampu mengukur dengan daya maksimal 491,95240 watt dengan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 1,33017 % dan 0,01178 % untuk pengukuran biaya terpakai.

Kata kunci: biaya energi listrik, VCO, mikrokontroler.

Abstract--*This research is design a kWh metre (kilo watt hour) that represent a measuring in rupiah price. It become important because many consumer of PLN (Perusahaan Listrik Negara) complaining which must pay the cost of electric bigger than estimated. The consumers don't realize*

*that its cause themselves, that using the electric was extravagant. They don't understand how to calculate price from record of kWh metre. Method of volt-ampere measurement, in principle is assume the change voltage V_{ac} of current detector resistor R_d as used current- I_{ac} change. V_{ac} as an analogue signal converted to a digital data by ADC (*Analog To Digital Converter*), and then this data converted again by VCO (*Voltage Controlled Oscillator*) that developed by microcontroller into frequency which varying follow the change V_{ac} . This Frequency become the input data for the computing at microcontroller become the rupiah price as conversion from usage of power of electric (kWh). Appliance which have been made able to measure until the maximal power 491,95240 watt, with average error is 1,33017 % and 0,01178 % for error the measurement of rupiah price.*

Keywords : kWh metre in rupiah price, VCO, microcontroller.

A. Pendahuluan

Setiap rumah yang terpasang listrik pasti ada kWh meter milik PLN. Alat ini berfungsi sebagai pencatat pemakaian listrik oleh pelanggan.

Dalam realitasnya banyak muncul keluhan dari para pelanggan PLN terhadap biaya yang harus dikeluarkan setiap bulan. Biaya ini dirasakan diluar perkiraan.

Penyebabnya adalah antara lain dari pihak PLN yang dalam mencatat kWh meter setiap bulan tidak dilakukan dengan perioda waktu yang pasti, sering sekali bagian pencatatan tidak hadir di lapangan dan hanya memprediksi. Penyebab lain datang dari konsumen sendiri yang tidak sadar bahwa mereka memang boros memakai listrik. Hal ini disebabkan pencatatan kWh dalam satuan Watt jam,

Naskah ini diterima pada tanggal 25 Mei 2007, direvisi tanggal 30 Juni 2007 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 1 Agustus 2007

yang sebagian besar masyarakat memang tidak faham mengkonversikannya ke biaya dalam rupiah.

Riset yang telah dilakukan oleh Sindak Hutahuruk [9], merancang kWh meter digital sebagai usaha perbaikan pada tingkat keakuratan yang lebih baik dan mudah serta praktis. beliau merancang sebuah detektor arus dan tegangan yang kemudian diproses melalui sebuah mikroprosesor. Namun kelemahan riset ini yaitu membutuhkan biaya agak mahal untuk sebuah mikroprosesor dan beberapa paket IC.

Riset lainnya dilakukan oleh Teddy Mulyadi Hidayat [2] yang merancang prototipe pengukur energi elektrik dengan kombinasi *software* VisiDAQ Builder dan VisiDAQ Runtime 3.1 dengan perangkat antar muka yaitu PC Lab Card dengan tipe PCL-812PG. Riset ini melakukan rancangan detektor arus dan tegangan yang kemudian dikonversikan ke dalam data digital dan diproses melalui program. Hasil perancangan terlihat praktis mengingat PC Lab Card memiliki fungsi lain yaitu sebagai ADC namun kelemahan justru terletak pada PC Lab Card ini karena range arus yang diijinkan hanya terbatas 0-1 A.

Mengembangkan apa yang telah dilakukan oleh Sindak H., adalah menggantikan perangkat mikroprosesor dengan mikrokontroller yang memiliki fitur-fitur menyamai dengan mikroprosesor. Selain itu sebagai komponen jauh lebih murah dan mudah dalam pemrogramannya. Rancangan orisinil yang dilakukan adalah menggantikan tampilan pemakaian listrik dalam kWh ke biaya pemakaian dalam rupiah.

Komponen Biaya Pemakaian Listrik.

Komponen untuk menghitung biaya rekening listrik terdiri dari, Biaya Beban, Biaya Pemakaian (kWh), Biaya Kelebihan kVARh, Biaya Pemakaian Trafo/Sewa

Trafo, Pajak Penerangan Jalan (PPJ) dan Biaya Meterai.

[P.T. PLN, 2004]

Menghitung Biaya Pemakaian Listrik.

Pemakaian kWh = stand meter bulan ini – stand meter bulan lalu. (1)

BiayaBeban = (Golongan Tarif /1000) x Rp.11000/kVA (2)

Biaya pemakaian blok 1 = Per 30 kWh x Rp. 169 /kWh (3)

Biaya pemakaian blok 2= Per 30 kWh x Rp. 360 /kWh (4)

Biaya pemakaian blok 3= (Pemakaian kWh- 60) kWh x Rp 495 /kWh (5)

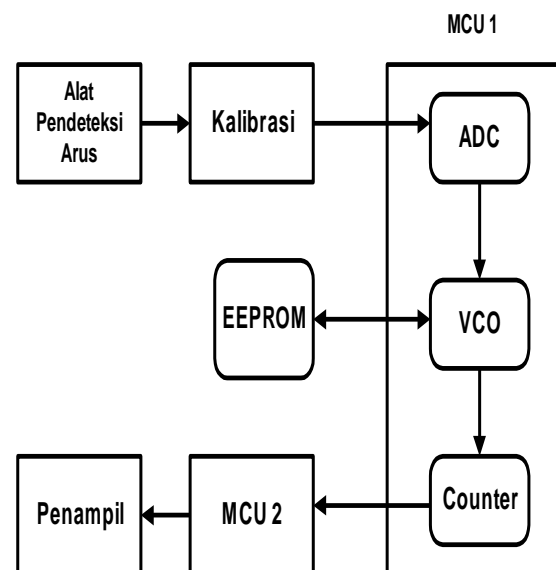
Jumlah biaya beban+biaya pemakaian Rp (4950+5070+10800+26235)= Rp. 47055,-

Pajak penerangan jalan = 6% x (Jumlah biaya beban+biaya pemakaian) (6)

Biaya Materai = Rp 3000,- untuk total rekening kurang Rp.1.000.000,- dan Rp. 6000,- untuk diatasnya.

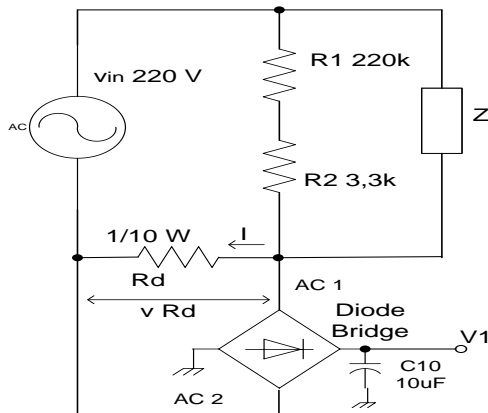
B. Perancangan

Rancangan alat memiliki blok diagram seperti gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram rancangan perangkat penghitung biaya energi terpakai.

Blok pendeteksi arus mempunyai rangkaian seperti gambar 2. Resistor R_d menjadi sensor terhadap arus yang terpakai pada beban Z .



Gambar 2. Rangkaian pendeteksi arus.

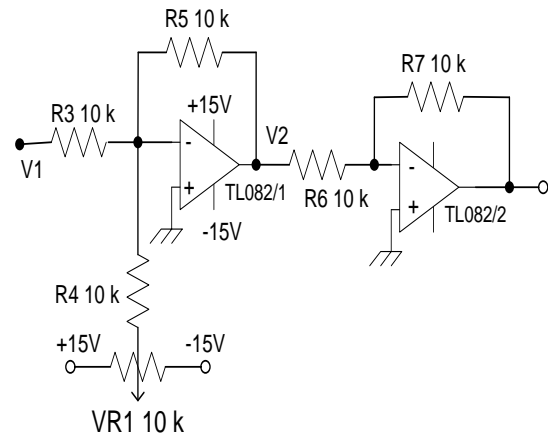
Resistansi ini nilainya dirancang kecil 1Ω dengan kemampuan daya yang besar. Tegangan jatuh V_{Rd} merupakan representasi dari arus beban I .

$$V_{Rd} = I \times R_d \quad (7)$$

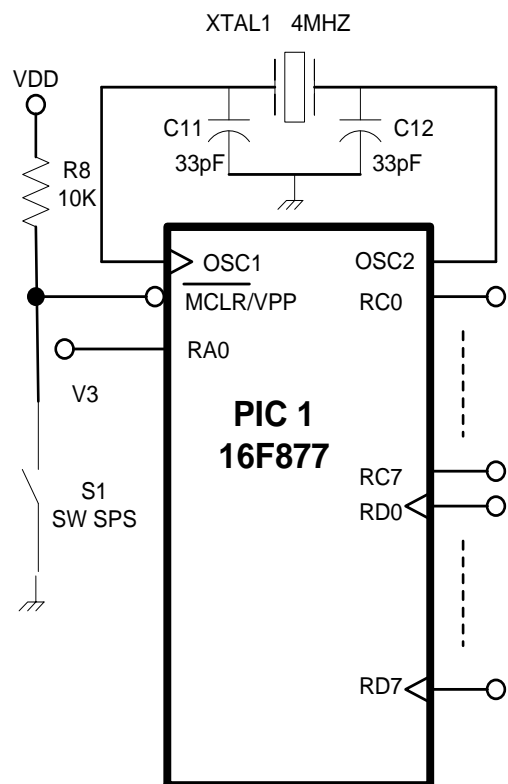
Nilai R_d 1Ω menyebabkan magnituda $|V_{Rd}|$ sama dengan $|I|$. Tegangan V_{Rd} disearahkan dengan jembatan dioda untuk mendapatkan tegangan dc V_1 .

Blok berikutnya adalah rangkaian kalibrasi. Rangkaian ini berfungsi sebagai kalibrator untuk mendapatkan nilai tegangan nol pada saat beban Z tidak terpasang. Rangkaian ini terdiri dari dua penguat operasional dengan penguatan 1, seperti di tunjukkan pada gambar 3.

Blok MCU 1 (*Microcontroller Unit*) adalah komponen mikrokontroler PIC 16F877 yang diprogram untuk berfungsi sebagai ADC (*Analog to Digital Converter*), VCO (*Voltage Controlled Oscillator*), dan Counter. Skema MCU 1 dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. Rangkaian kalibrasi.

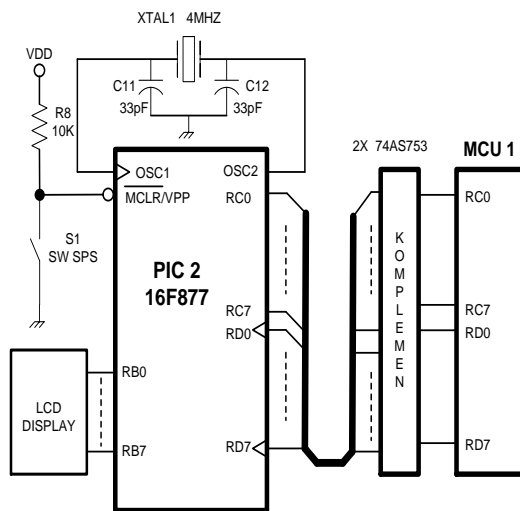


Gambar 4. Rangkaian MCU 1.

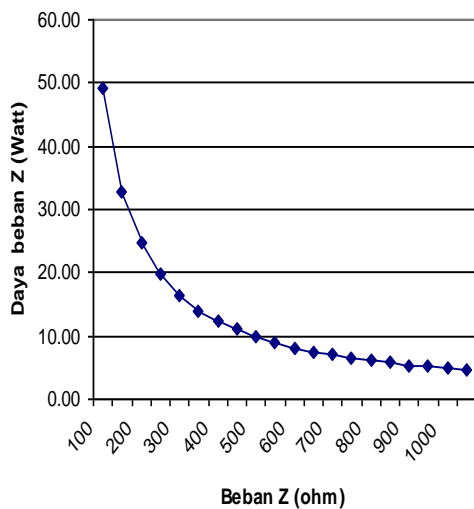
ADC pada MCU 1 berfungsi untuk mengubah tegangan analog V_3 ke tegangan digital. Magnituda V_3 identik dengan magnituda arus I yang lewat pada beban Z . Data digital dari ADC selanjutnya diolah oleh VCO untuk diubah dalam gelombang kotak dengan besarnya frekuensi yang

tergantung pada besarnya V_3 . Selanjutnya gelombang kotak yang dihasilkan dihitung oleh *counter* sehingga dapat diketahui banyaknya pulsa gelombang yang sudah dibangkitkan dalam bentuk BCD (*Biner Code Desimal*). Nilai BCD merupakan nilai daya Wh (*watt hour*).

Banyaknya pulsa gelombang inilah yang akan dihitung pada MCU 2 sebagai konversi pemakaian energi listrik terpakai ke harga rupiah. Selain itu, hasil perhitungan pulsa ini juga akan disimpan pada EEPROM internal pada MCU 1.



Gambar 5. Rangkaian MCU 2.



Gambar 6. Grafik hubungan beban Z dengan daya beban Z.

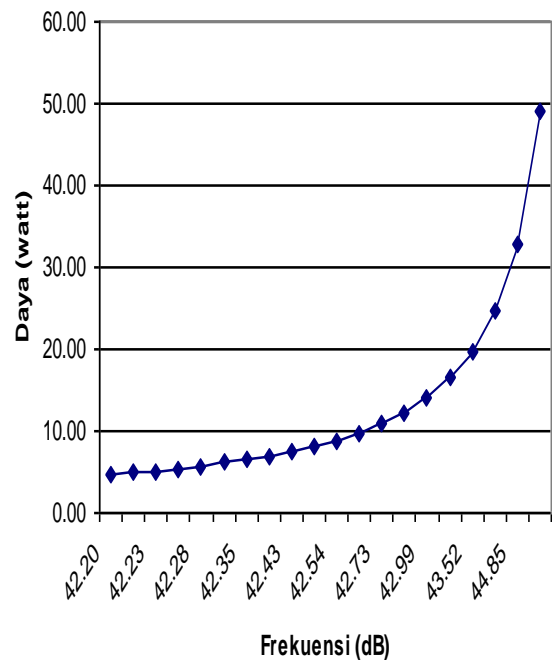
Proses penghitungan biaya energi listrik terpakai pada MCU 2, memenuhi persamaan:

$$Wh = (BCD * harga) + K \tag{8}$$

Dimana $(BCD * harga)$ merupakan bentuk umum proses penghitungan harga dari persamaan (1) sampai dengan (6), dengan K adalah nilai kalibrasi yang diujicobakan.

C. Hasil dan Pembahasan

Sebagai studi awal pengujian dilakukan untuk melihat kerja VCO terhadap daya beban seperti gambar 6,7 dan 8.



Gambar 7. Grafik hubungan arus daya pada beban Z dengan frekuensi VCO dalam dB (desibel).

Dari grafik menunjukkan bahwa besarnya daya sebanding dengan perubahan kenaikan frekuensi keluaran VCO pada MCU 1. Daya P_z diperoleh dengan penghitungan arus I yang melalui beban Z .

$$P_z = I^2 \times Z \tag{9}$$

Beban Z menggunakan resistor reostat yang nilainya dibuat bervariasi dari maksimumnya 1050Ω , lalu diturunkan

setiap 50 Ω hingga 100 Ω . Frekuensi MCU 1 diukur dengan function generator. Secara ideal jika arus I pada R_d naik maka V_{Rd} juga naik yang berarti frekuensi VCO juga naik. Sehingga dapat dibuktikan bahwa kenaikan daya pada beban diikuti pula kenaikan frekuensi output VCO. Ketidak linieran grafik disebabkan karena Reostat pada 150 Ω tidak menghasilkan resistansi yang benar-benar 150 Ω bahkan lebih kecil. Ini menyebabkan arus menjadi lebih besar.

Pengujian sistem

Alat diuji dengan beban pemanas 330 watt selama 2 jam. Hasil pengukurannya seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan hasil pengukuran rancangan alat dengan kWh meter, dari biaya dan daya terukur. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pengukuran daya oleh kWh meter dengan alat yang dibuat.

Waktu (menit)	Alat		Kwh meter	
	Display Biaya (Rp)	Konversi Biaya ke Wh	Wh pengukuran	konversi Wh ke Biaya (Rp)
0	4950	0	0	4950
10	4955	30	28	4954.73
20	4959	54	54	4959.13
30	4963	78	80	4963.52
40	4965	90	91	4965.38
50	4969	114	113	4969.10
60	4972	132	131	4972.14
70	4975	150	152	4975.69
80	4979	174	173	4979.24
90	4981	186	189	4981.94
100	4985	210	214	4986.17
110	4989	234	233	4989.38
120	4992	252	253	4992.76

Dari grafik tabel tampak nilai yang terukur oleh kWh meter dengan alat yang dibuat tidak jauh berbeda dengan rerata selisih 1,5833Wh, untuk harga pembayaran nilainya sama. Ini berarti alat yang dibuat memenuhi rancangan yang diharapkan.

D. Kesimpulan

1. Secara umum instrumen yang telah direalisasikan berfungsi baik dan dapat digunakan untuk mengukur harga kWh terpakai skala R-1.
2. Selisih pengukuran daya dengan alat yang dibuat sekitar 1,5833 Wh, tetapi untuk biaya pemakaian listrik hampir tidak ada selisih.

Daftar Pustaka

- [1] PT. PLN. 2004. *Acuan Hukum Pemberlakuan Tarif Dasar Listrik*. PT. PLN (Persero). Jakarta.
- [2] Hidayat, Teddy Mulyadi. 2000. *Perancangan Awal Prototipe Sistem Pengukur Energi Elektrik dan Pengkalibrasi KWH meter Elektronik*. Skripsi. ITB. Bandung
- [3] Prof. Dr. Soedjana Sapiie, Dr. Osamu Nishino. 2000. *Pengukuran dan Alat-Alat Listrik*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [4] Stout, Melville B. 2000. *Basic Electrical Measurements*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J.
- [5] Cooper, William David. 1999. *Instrumen Elektronik dan Teknik Pengukuran*. Erlangga. Jakarta.
- [6] Rashid, Muhammad H. 1993. *Elektronika Daya Edisi Bahasa Indonesia*. Prentice Hall. New Jersey.
- [7] Gayakwad, Ramakant A. 1993. *Op-Amps & Linear Integrated Circuits*. Prentice Hall. New Jersey.
- [8] Coughlin, Robert F, Frederick F Driscoll. 1993. *Operational Amplifier & Linear Integrated Circuits*. Prentice Hall. New Jersey.
- [9] Hutauruk, Sindak. 1991. *KWH Meter Elektronik Menggunakan Sistem Mikroprosesor*. Tesis. ITB. Bandung.