

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGHITUNG  
PENGUNAAN DAYA DAN BIAYA PENGUNAAN LISTRIK  
BERBASIS ATMEGA 16**

**NASKAH PUBLIKASI**



diajukan oleh

**Safar Dwi Kurniawan**

**10.11.4174**

kepada  
**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2014**


## NASKAH PUBLIKASI

### PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGHITUNG PENGUNAAN DAYA DAN BIAYA PENGGUNAAN LISTRIK BERBASIS ATMEGA 16

disusun oleh

**Safar Dwi Kurniawan**  
10.11.4174

Dosen Pembimbing,



**SUDARMAWAN, MT**  
NIK. 190302035

Tanggal, 26 Juni 2014

**Ketua Jurusan**  
**Teknik Informatika**



**SUDARMAWAN, MT**  
NIK. 190302035

**PLANNING AND MAKING USE COUNTER ELECTRICAL POWER AND KOST BASED  
ATMEGA 16**

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGHITUNG PENGGUNAAN DAYA  
DAN BIAYA PENGGUNAAN LISTRIK BERBASIS ATMEGA 16**

Safar Dwi Kurniawan  
Sudarmawan, MT  
Jurusan Teknik Informatika  
STMIK AMIKOM YOGYAKARTA

**ABSTRACT**

*Electrical energy consumption of excessive and disproportionate in boarding houses such as computers, television, TV, rice cooker and dispenser sometimes bring problems between owners and tenants of a boarding house boarding house.*

*The problem is the cost of electricity bills charged uniformly at a rooming house tenants each month. In order for electrical energy consumption and cost of electricity payments each room can be monitored usage, it takes a piece of equipment that can monitor the amount of electrical energy used and the amount of fees to be paid any boarders. This tool can be used to monitor two or more rooms, so that the electrical energy consumption of each room can be monitored every month, so that the user and the owner of the boarding house was not harmed by either party.*

*The working principle of this tool is to detect the number of current and voltage are absorbed by the load. Furthermore, the data obtained will be processed by the microcontroller and then the results will be displayed in the LCD a lot of energy used (kWh) and costs that must be paid is shown in the supporting applications, this monitoring system using microcontroller ATmega16, production ATMEL.*

**Keywords** : *microcontroller, electricity bills, boarding house*

## **1. Pendahuluan**

Rumah kost merupakan tempat tinggal pilihan kedua bagi mahasiswa, pelajar, pekerja atau siapaun yang beraktivitas jauh dari rumah atau sedang merantau. Dan pada saat ini sering dijumpai atau bahkan pernah mengalami permasalahan pembayaran tagihan listrik pada rumah kost yang kadang tidak sesuai dengan pemakaian sebenarnya, sehingga hal itu dapat merugikan penyewa kamar kost.

Pada saat penyewa kost tidak menempati kamar kost untuk beberapa hari atau bahkan beberapa minggu tapi pada akhirnya biaya listrik yang diberikan pada penyewa kost masih tetap sama seperti hari-hari biasa saat penyewa kost masih tinggal di kost. Mungkin hal tersebut kurang disadari oleh para penyewa kost, hal ini dapat terjadi dikarenakan biasanya biaya listrik pada tiap kamar kost hanya di khususkan pada peralatan-peralatan elektronik yang digunakan pada kamar tersebut, seperti kipas angin, komputer, setrika dll. Sehingga penyewa kamar kost akan merasa dirugikan apabila peralatan-peralatan elektronik tersebut tidak atau jarang digunakan.

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka pada proyek akhir ini akan dibuat sebuah peralatan yang dapat menghitung dan memonitoring pemakaian daya listrik pada setiap kamar kost. Sehingga nantinya penyewa kamar kost dapat mengetahui berapa besarnya daya yang telah dipakai dalam waktu tertentu (1 bulan ), dan berapa biaya yang harus dikeluarkan untuk pembayaran listrik tersebut.

Dalam hal pembayaran, sebelumnya harga daya listrik per jam (Watt-hour) yang akan dibebankan pada tiap kamar harus disesuaikan dengan harga yang ditetapkan oleh PLN. Dengan melihat besarnya daya yang telah dipakai pada tiap harinya, alat tersebut dapat menghitung daya total yang telah dipakai pada akhir bulan dan berapa biaya yang harus dikeluarkan. Sehingga lebih memudahkan bagi para penyewa kost dalam memonitoring penggunaan listrik dikamarnya.

Penggunaan alat penghitung daya listrik ini penyewa kamar kost diharapkan dapat memonitor sendiri besarnya konsumsi daya listrik yang digunakan dan untuk menghindari konsumsi daya listrik berlebih yang mengakibatkan pemborosan.

## **2. Landasan Teori**

### **2.1 LISTRIK**

Listrik adalah kondisi dari partikel subatomik tertentu, seperti elektron dan proton, yang menyebabkan penarikan dan penolakan gaya di antaranya. (mila sariyanti)

#### **2.1.1 Tegangan Listrik (Volt)**

Tegangan listrik diukur dengan alat ukur yang bernama Volt meter (Vm), jika tegangan listrik diukur dan tidak ada rangkaian luar lainnya, maka akan kita dapatkan GAYA GERAK LISTRIK (GGL dengan simbol E) dari sumber listrik tersebut (adhiwahyudy.wordpress.com)

#### **2.1.2 Hukum OHM**

Satuan dari hambatan atau tahanan listrik adalah OHM ( simbol :  $\Omega$  , diucapkan Omega)

- Untuk menunjukkan suatu hambatan / tahanan kita gunakan huruf R
- Untuk menunjukkan suatu arus kita gunakan huruf I
- Untuk menunjukkan suatu tegangan kita gunakan huruf E

Dimana hukum Ohm, adalah :  $E = I \times R$ . (adhiwahyudy.wordpress.com)

#### **2.1.3 Daya Listrik (W)**

Daya ialah kerja yang dilakukan dalam 1 detik atau jumlah tenaga yang digunakan dalam 1 detik ( satuan waktu ), maka akan didapatkan DAYA atau penggunaan daya. (adhiwahyudy.wordpress.com)

#### **2.1.4 Pengukur Daya / Watt Meter**

Watt meter digunakan untuk mengukur pemakaian daya dari suatu hambatan / beban.

Perlu diingat bahwa :  $\rightarrow 1 \text{ Watt} = 1 \text{ Ampere} \times 1 \text{ Volt}$ .

(adhiwahyudy.wordpress.com)

### **2.2 kWh Meter**

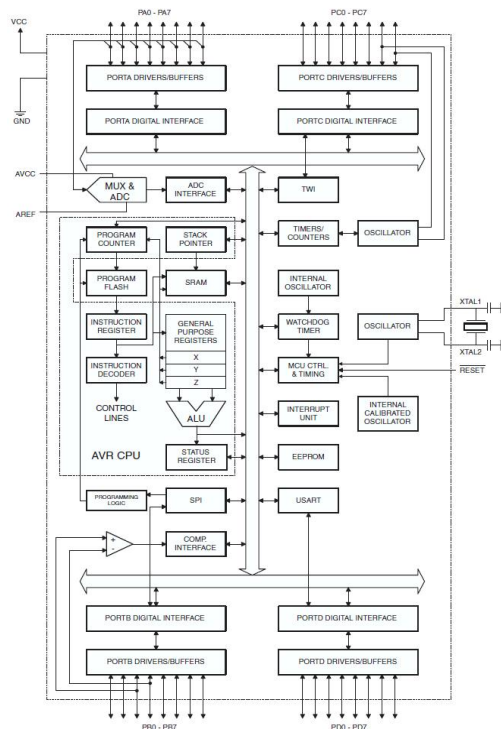
kWh meter adalah alat pengukur energi listrik yang mengukur secara langsung hasil kali tegangan, arus factor kerja, kali waktu yang tertentu ( $UI \cos \phi t$ ) yang bekerja padanya selama jangka waktu tertentu tersebut. Hal ini berdasarkan bekerjanya induksi magnetis oleh medan magnet yang dibangkitkan oleh arus melalui kumparan arus terhadap disc (piring putar) kWh meter, dimana induksi magnetis ini berpotongan dengan induksi magnetis yang dibangkitkan oleh arus melewati kumparan tegangan terhadap disc yang sama. Koppel putar dapat dibangkitkan terhadap disc karena induksi magnetis kedua medan magnet tersebut diatas bergeser fasa sebesar  $90^\circ$  satu terhadap lainnya (azas Ferrari). Hal ini dimungkinkan dengan konstruksi kumparan tegangan dibuat dalam jumlah besar gulungan sehingga dapat dianggap inductance murni. (3 Teori dasar kWh, SagungDiah Permanasari)

### **2.3 Mikrokontroler AVR ATmega16**

AVR merupakan seri mikrokontroler Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) 8-bit buatan Atmel berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer). Hampir semua instruksi pada program dieksekusi dalam satu siklus clock. (www.scribd.com)

### 2.3.1 Arsitektur ATmega16

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (concurrent). (repository.usu.ac.id)



### 2.3.2 Konfigurasi Pin AVR ATmega16

|                 |    |    |             |
|-----------------|----|----|-------------|
| (XCK/T0) PB0    | 1  | 40 | PA0 (ADC0)  |
| (T1) PB1        | 2  | 39 | PA1 (ADC1)  |
| (INT2/AIN0) PB2 | 3  | 38 | PA2 (ADC2)  |
| (OC0/AIN1) PB3  | 4  | 37 | PA3 (ADC3)  |
| (SS) PB4        | 5  | 36 | PA4 (ADC4)  |
| (MOSI) PB5      | 6  | 35 | PA5 (ADC5)  |
| (MISO) PB6      | 7  | 34 | PA6 (ADC6)  |
| (SCK) PB7       | 8  | 33 | PA7 (ADC7)  |
| RESET           | 9  | 32 | AREF        |
| VCC             | 10 | 31 | GND         |
| GND             | 11 | 30 | AVCC        |
| XTAL2           | 12 | 29 | PC7 (TOSC2) |
| XTAL1           | 13 | 28 | PC6 (TOSC1) |
| (RXD) PD0       | 14 | 27 | PC5 (TDI)   |
| (TXD) PD1       | 15 | 26 | PC4 (TDO)   |
| (INT0) PD2      | 16 | 25 | PC3 (TMS)   |
| (INT1) PD3      | 17 | 24 | PC2 (TCK)   |
| (OC1B) PD4      | 18 | 23 | PC1 (SDA)   |
| (OC1A) PD5      | 19 | 22 | PC0 (SCL)   |
| (ICP) PD6       | 20 | 21 | PD7 (OC2)   |

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40-pin DIP (Dual In-line Package).

(repository.usu.ac.id)

### 2.3.3 Peta Memori AVR ATmega16

#### 2.3.3.1 Memori Program

#### 2.3.3.2 Memori Data (SRAM)

#### 2.3.3.3 Memori Data EEPROM

#### 2.3.4 Status Register (SREG)

Status Register adalah register berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu intruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian dari inti CPU mikrokontroler. (repository.usu.ac.id)

|               |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Bit           | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |      |
|               | I   | T   | H   | S   | V   | N   | Z   | C   | SREG |
| Read/Write    | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |      |
| Initial Value | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |      |

## 2.4 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah suatu display dari bahan cairan Kristal yang pengoperasiannya menggunakan system *dot* matriks. LCD banyak digunakan sebagai display alat-alat elektronika seperti kalkulator, multimeter digital, jam digital dan sebagainya. (Heri Andrianto, 2013)

### 2.4 Keypad

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (Human Machine Interface). (elektronika-dasar.web.id)

#### 2.5.1 Keypad Matriks 4x4

## 2.6 Sensor Arus ACS712

ACS712 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC atau DC di dunia industri, komersial, dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, low-offset, dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional seperti yang dapat dilihat pada digram blok fungsi berikut. (depokinstruments.com)

## 2.7 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena resistor berfungsi sebagai pengatur arus listrik. Dengan

resistor listrik dapat didistribusikan sesuai dengan kebutuhan. (komponenelektronika.biz)

### **2.7.1 Karakter Resistor**

## **2.8 Software pendukung**

Dalam perancangan sistem ini penulis menggunakan bahasa pemrograman Basic untuk mengatur semua aktivitas yang akan dilakukan oleh sistem dengan menggunakan software BASCOM-AVR untuk men-download program ke mikrokontroler ATMega16.

### **2.8.1 Flowchart**

### **2.8.2 Bahasa Pemrograman Mikrokontroler**

#### **2.8.2.1 Basic Compiler AVR (BASCOM-AVR)**

#### **2.8.2.2 Operasi dalam BASCOM**

## **3. Analisis**

### **3.1 Analisis Sistem**

Sistem merupakan kumpulan sub-sub system yang saling berhubungan dan bekerja satu sama lain untuk mencapai suatu tujuan. Penguraian dari suatu sistem yang utuh ke dalam bagian-bagian komponen dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikan (jogiyanto, 1999)

#### **3.1.1 Identifikasi Masalah**

#### **3.1.2 Analisis kebutuhan Sistem**

### **3.2 Kebutuhan Perangkat Keras**

Perangkat keras untuk membangun sistem pengukur penggunaan daya dan biaya listrik ini menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler ini terdiri dari beberapa bagian penting yang memiliki peran sebagai pelaku sistem.

#### **3.2.1 Perangkat Keras Pendukung**

### **3.3 Perancangan Sistem**

setelah analisis dan spesifikasi adalah perancangan system. Sistem yang dirancang penulis terdiri dari dua bagian yang berkesinambungan, perancangan dilakukan berdasarkan system kerja yang digunakan nantinya. Dua bagian tersebut adalah *Hardware* dan *Software*

#### **3.3.1 Perancangan Perangkat Keras**

##### **3.3.1.1 Langkah-langkah Dalam Perancangan Perangkat Keras**

#### **3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak**

##### **3.3.2.1 Langkah-langkah Dalam Perancangan Software**

###### **3.3.2.1.1 Design Software ATMega16**



### 3.3.2.1.2 Design Software Aplikasi

## 3.4 Langkah-langkah Pengujian

Setelah semua komponen terpasang dan program selesai disusun, maka langkah berikutnya adalah melakukan pengujian alat. Pengujian ini dilakukan secara bertahap dari satu rangkaian ke rangkaian berikutnya.

### 3.4.1 Pengujian Rangkaian mikrokontroler

### 3.4.2 Pengujian Rangkaian Display

### 3.4.3 Pengujian Rangkaian Sensor ACS

### 3.4.4 Pengujian Program Aplikasi

## 3.5 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan cara menghubungkan semua bagian-bagian alat dan pada KWH Meter dihubungkan ke pusat listrik dan pada beban. Pengujian sederhana dilakukan dengan menghubungkan alat pada beban sebesar 100 watt selama 1 menit, 10 menit dan 1 jam. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.1

| Kamar | Beban (Watt) | Waktu (Menit) | Perhitungan Biaya Per-kWh | Perhitungan Biaya Total |
|-------|--------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| 1     | 88           | 5             | Rp. 200,- / kWh           |                         |
| 2     | 400          | 5             | Rp. 200,- / kWh           |                         |
| 3     | 350          | 5             | Rp. 200,- / kWh           |                         |

Tabel 3.1 Hasil pengujian alat terhadap beban – beban

## 4. implementasi dan Pembahasan

### 4.1 Implementasi

Tahapan implementasi sistem (*system implementation*) merupakan tahapan yang paling penting dan mendasar, dimana pada tahapan ini sistem telah siap untuk diletakkan dan dioperasikan/ termasuk di dalamnya pembuatan *database*, pembuatan program, dan pembuatan *layout* halaman aplikasi. Adapun tahapan implementasi sistem ini terdiri dari 3 langkah, yaitu:

1. Menerapkan rencana implementasi
2. Melaksanakan kegiatan implementasi
3. Tindak lanjut implementasi

#### 4.1.1 Menerapkan Rencana Implementasi

#### 4.1.2 Melaksanakan Kegiatan Implementasi

##### 4.1.2.1 Implementasi Perangkat Keras

##### 4.1.2.1.1 Pembuatan PCB

#### 4.1.2.1.2 Pemasangan Perangkat Mikro

#### 4.1.2.1.3 Penggabungan Perangkat

#### 4.1.3 Cara Kerja Sistem Secara Umum

#### 4.1.4 Program

#### 4.1.4.1 Pembuatan Program Untuk Inisialisasi

Kode program di bawah ini berfungsi untuk memberi penamaan dan pembagian kerja pada tiap port.

```
Config Portd = Output
Config Serialin = Buffered , Size = 200 , Bytematch = All ' buffer is small a
bigger chip would allow a bigger buffer
Config Lcdbus = 4
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5 , Db6 = Portd.6 , Db7 =
Portd.7 , E = Portd.3 , Rs = Portd.2
Config Lcd = 20 * 4
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Internal
Config Portb = Output
Config Porta.7 = Output
Ddrc = &B00001111
```

#### 4.1.4.2 Pembuatan Program Untuk Aplikasi Pendukung

#### 4.1.5 Database

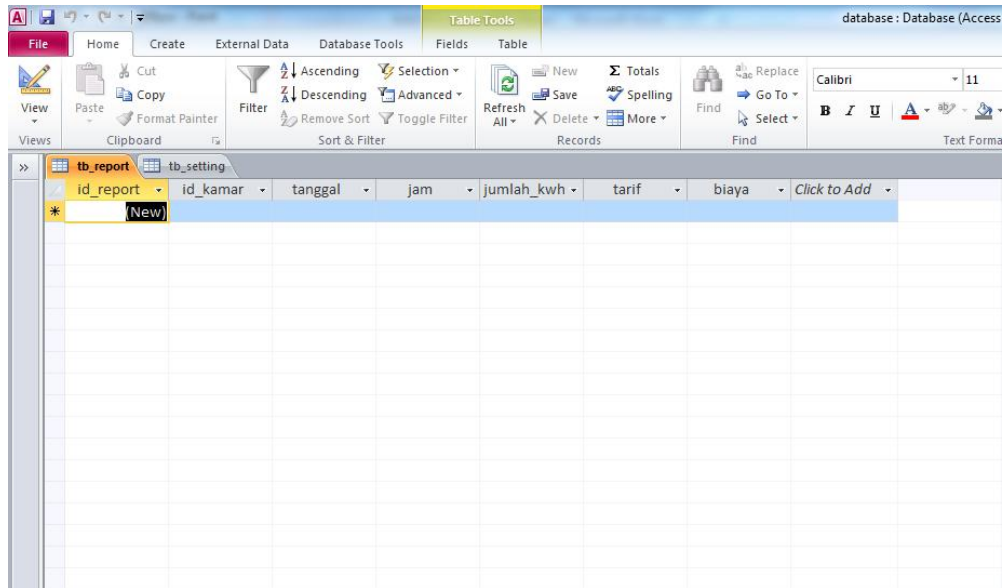
#### 4.1.5.1 Pembuatan Database

Pembuatan tipe data meliputi beberapa hal, diantaranya tipe data pada masing-masing *table*. Dalam membangun sistem aplikasi ini penulis menggunakan Microsoft Access.

Adapun tabel-tabel yang dibuat dalam *database* aplikasi kWh meter adalah sebagai berikut:

##### 1. Tabel *Report*

Tabel *report* merupakan tabel yang berfungsi untuk mencetak data penggunaan listrik beserta biaya listrik yang sudah di kalikan (per-kWh/Rp) menjadi dalam bentuk laporan. Report sendiri merupakan fasilitas dalam Microsoft Access yang menjadikan penulis lebih leluasa dalam membuat laporan. Berikut ini adalah detail mengenai tabel *report*.



Tampilan Data Base Microsoft Access Pada Tabel Report

## 2. Tabel Setting

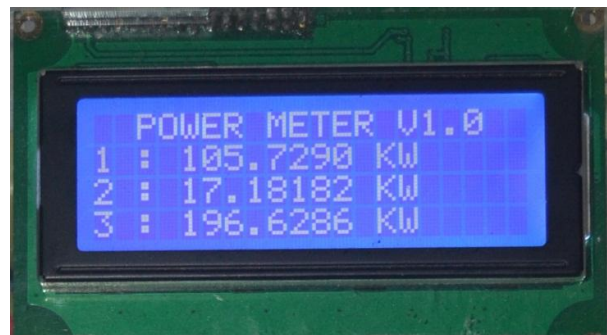
Merupakan tabel yang berfungsi menentukan port sambungan dan mengatur tarif dasar listrik per kWh sesuai kesepakatan *admin* sebagai pemilik kos dengan *user* sebagai penyewa kos.

### 4.1.6 Uji Coba Sistem dan Program

#### 4.1.6.1 Pengetesan Sistem Alat kWh Meter

##### 1. Menghidupkan Alat

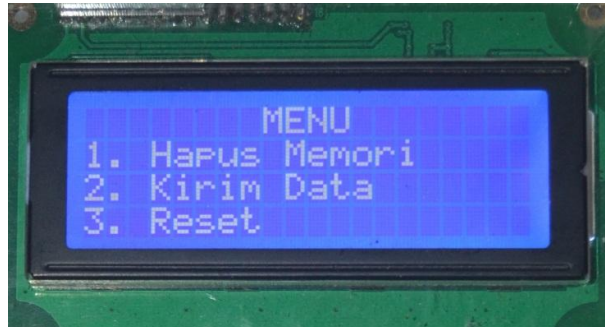
Menghidupkan alat kWh meter agar dapat berjalan dan dapat mengalirkan arus listrik ke semua kamar. dengan menekan tombol on berwarna hijau, lalu menekan saklar berwarna merah.



kWh Meter on

##### 2. Menu

Menu merupakan fasilitas pilihan untuk digunakan mengatur pengiriman atau penghapusan data.



kWh Meter "Menu"

### 3. Kirim Data

Pengiriman data penggunaan listrik dapat dilakukan dengan cara menekan tombol pada keypad MEN > 2 > CAN.



kWh Meter "Data Berhasil Dikirim"

### 4. Hapus Memori / Reset

Hapus Memori / Reset dilakukan dengan cara menekan tombol pada keypad MEN > 1 / 2 > CAN



kWh Meter "Data Berhasil Dihapus"

### 5. Tampilan Awal

Setelah menekan tombol MEN, agar kembali ke tampilan awal lagi admin cukup menekan tombol CAN

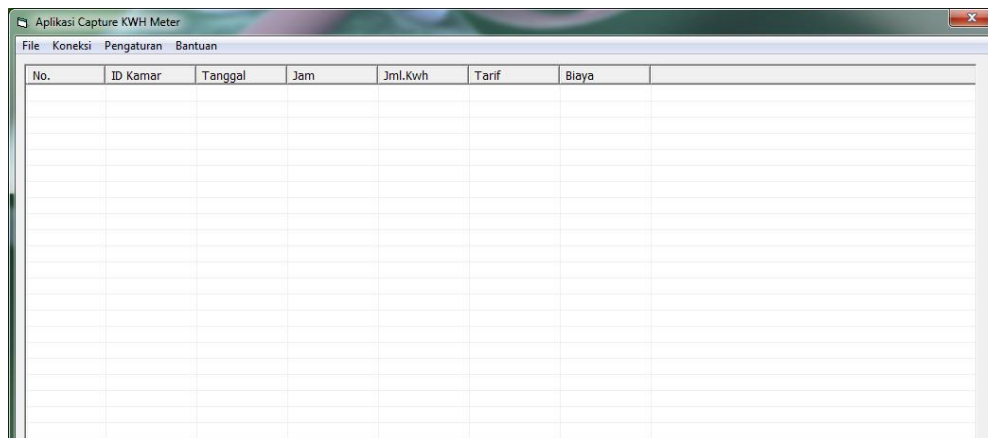


kWh Meter “Setelah Direset”

#### 4.1.6.2 Pengetesan Aplikasi

##### 1. Halaman kWh Meter

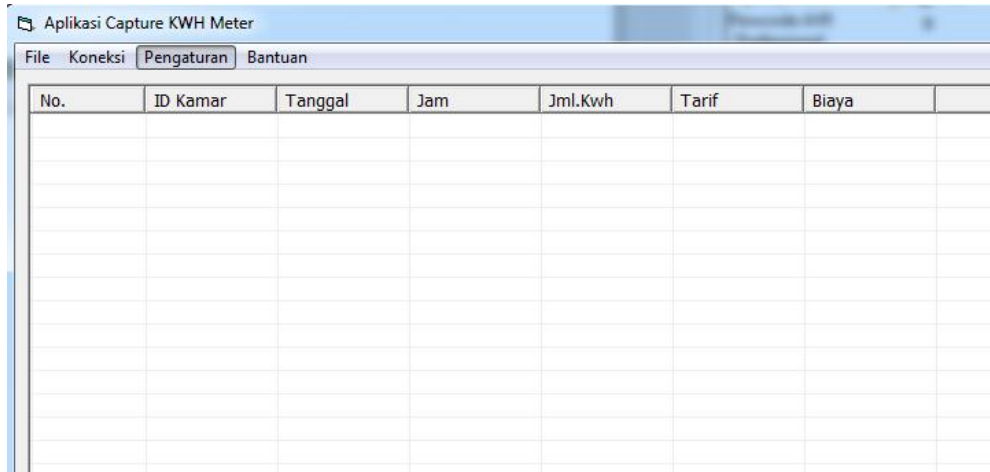
Halaman ini adalah halaman yang akan muncul pada saat membuka aplikasi kWh meter. Pada halaman ini akan menampilkan data ID\_Kamar, Tanggal, Jam, Jumlah kWh, Tarif, Biaya. Pada Halaman ini juga akses pengaturan sambungan ke perangkat hardware, pengaturan tarif dan pemilihan port sambungan USB dilakukan agar pengiriman data yang dilakukan oleh alat penghitung penggunaan daya dan biaya penggunaan listrik dapat berjalan sesuai kerjanya.



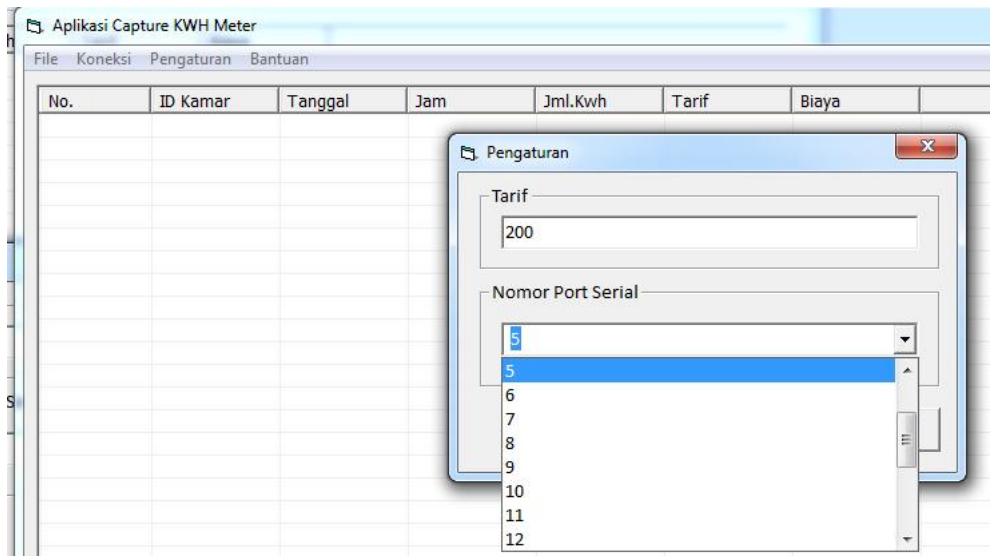
Halaman kWh Meter

##### 2. Pengaturan Sambungan

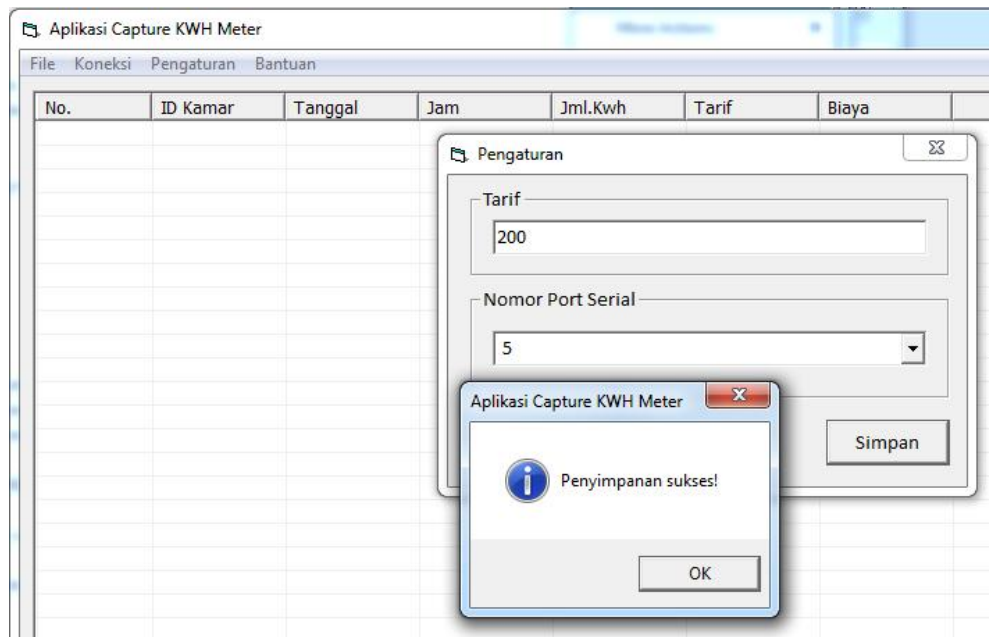
Pengaturan Sambungan dapat dilakukan dengan cara yang telah di tunjukan pada gambar 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5 berikut ini:



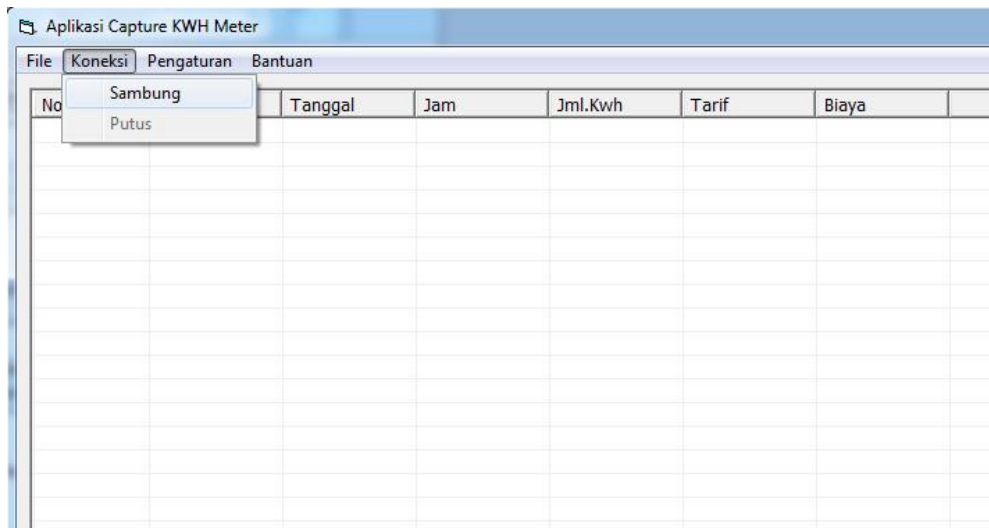
Memilih Pengaturan



### Mengatur Tarif Dasar Listrik dan Menentukan Nomor Port Serial



Menyimpan Pengaturan



Memilih Koneksi dan Mulai Menyambung Ke Perangkat

#### 4.1.6.3 Menjalankan Sistem dan Aplikasi

Setelah Suatu sistem selesai dibangun, berikutnya adalah mengimplementasikan sistem tersebut. Ujicoba ini hanya sekedar pengecekan sistem setelah semua perangkat siap lalu di satukan atau dihubungkan agar alat bekerja sempurna sesuai dengan tujuan





## **5. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan pada halaman sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal, serta sekaligus menjawab rumusan masalah, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe sistem pengukur penggunaan daya dan biaya penggunaan listrik ini yang memanfaatkan ATmega16 berhasil di ciptakan dan mampu bekerja dengan baik.
2. Berdasarkan pengujian fungsional perangkat, dapat disimpulkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan perencanaan awal.
3. Dengan adanya sistem alat pengukur penggunaan daya dan biaya penggunaan listrik ini akan memudahkan pemilik kos dalam hal memonitoring besaran pemakaian daya listrik pada tiap kamar kos.
4. Dengan adanya sistem ini akan memudahkan penyewa kos yang bertindak sebagai user untuk mengetahui biaya dan beban daya listrik yang harus di bayarkan.

Dengan adanya sistem ini maka penyewa kos tidak lagi mengalami kerugian dalam hal pembayaran listrik yang sebelumnya merata

## DAFTAR PUSTAKA

Indra putra. 2004. *Membuat Aplikasi Program Nyata Dengan Visual Basic 6.0* .  
Yogyakarta: Andi.

Budiarto Widodo, 2007. *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR Atmega16*. Jakarta: Elex  
Media Komputindo.

Heri Andrianto. 2013. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan  
Bahasa C*. Bandung: INFORMATIKA

Agnes, Sri. 2005 *Panduan Pemrograman Dan Referensi Kamus Visual Basic 6.0*.  
Yogyakarta: Andi

Wardhana, Lingga. 2006 *Belajar Sendiri Mikrokontroller AVR Seri ATmega8535 Simulasi,  
Hardware, dan Aplikasi*, Yogyakarta: Andi

Jogiyanto H.M, 1999, *Analisis dan Disain Sistem Informasi*, Andi, Yogyakarta.

SagungDiah Permanasari, *3 Teori dasar k Wh*,  
<https://independent.academia.edu/SagungDiahPermanasari>

Mila Sariyanti, <http://duniafisika09.blogspot.com/2013/09/listrik.html>

<http://depokinstruments.com/2012/03/29/sensor-arus-listrik-ac712/>

<http://adhiwahyudy.wordpress.com/teori-dasar-listrik/>

<http://www.scribd.com/doc/132768214/Register-Pada-Avr-16>

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/286774/Chapter%20II.pdf>

<http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/matrix-keypad-4x4-untuk-mikrokontroler/>

<http://depokinstruments.com/2012/03/29/sensor-arus-listrik-ac712/>

<http://komponenelektronika.biz/pengertian-resistor.html>