

PENCATAT ENERGI LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLLER SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA

Adit Pratama⁽¹⁾, Yenni Arnas⁽²⁾, Nurhedhi Desryanto⁽³⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak: Pada saat ini KWH meter sebagai mata pembelajaran pada mata kuliah instrumentasi dan pengukuran masih dirasa kurang sebagai sarana praktek belajar. Alat yang dirancang untuk mengukur energi listrik ini memanfaatkan mikrokontroler, sensor arus, dan sensor tegangan, difungsikan untuk mengolah semua data parameter-parameter untuk mendapatkan nilai konsumsi energi listrik, serta dapat menampilkan hasil pengukuran pada komputer melalui serial kabel RS-485 dan program Microsoft Visual Studio untuk monitor energi listrik. Pada pengujian yang dilakukan, diketahui hasil pengukuran konsumsi energi listrik dengan membandingkan perhitungan dan rancangan alat mempunyai nilai error 0,9% - 8,77%, adanya error perhitungan disebabkan karena ketidakstabilan catu daya yang menjadi tegangan referensi ADC, rancangan ini dapat mengirim data penggunaan energi listrik dan biaya yang harus dibayarkan pada komputer melalui program Microsoft Visual Studio.

Kata Kunci: Arduino, KWH meter, Sensor Arus, Sensor Tegangan.

Abstract: *At this time KWH meter as a subject of learning in instrumentation and measurement courses is still lacking as a means of learning practice. This tool is designed to measure electrical energy utilizing a microcontroller, current sensor, and voltage sensor, functioned to process all data parameters to get the value of electrical energy consumption, and can display measurement results on a computer through the RS-485 serial cable and Microsoft Visual program Studio for electrical energy monitors. In the tests carried out, it is known that the results of measurements of electrical energy consumption by comparing calculations and tool designs have an error value of 0.9% - 8.77%, the calculation error is caused by the instability of the power supply that becomes the ADC reference voltage, this design can send usage data electrical energy and costs to be paid on a computer through the Microsoft Visual Studio program.*

Keyword: *Arduino, KWH meter, Current Sensors, Voltage Sensors.*

Pendahuluan

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia (STPI) merupakan perguruan tinggi vokasi di lingkungan Kementerian Perhubungan, yang berada dibawah dan bertanggung jawab langsung kepada Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan.

Pada Jurusan Teknik Penerbangan terdapat Program Studi Diploma Empat Teknik Listrik Bandara diajarkan beberapa mata kuliah diantaranya, instrumentasi dan pengukuran. Pada mata kuliah instrumentasi dan pengukuran diarahkan secara teori dan praktek tentang KWH meter dimana Permasalahan yang timbul adalah kurangnya alat praktek dalam mempelajari sistem kerja dari KWH meter sehingga taruna/i dalam mempelajari hal tersebut dirasa belum optimal.

Dari berbagai macam permasalahan diatas maka penulis mencoba merancang alat yang dapat membantu taruna/i dalam mempelajari prinsip kerja dari KWH meter. Pada KWH meter ini juga nantinya akan dapat terhubung dengan komputer untuk melihat penggunaan energi listrik terpakai dan biaya yang dikeluarkan per 1 (satu) KWH.

Identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah modul praktek dalam mempelajari sistem kerja KWH meter ?
2. Bagaimanakah sistem mikrokontroler yang dapat terhubung komputer melalui program Microsoft Visual Studio ?
3. Bagaimana membuat rancangan pecatat energi listrik sebagai media pembelajaran di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia

Landasan Teori

Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keeping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Arduino uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan oscillator 16 Mhz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu yang dilaksanakan dengan tepat), dan regulator (pembangkit tegangan) 5 volt (terdapat di lampiran arduino). Sejumlah pin tersedia di papan. Pin 0 hingga 13 digunakan untuk isyarat digital, yang bernilai 0 atau 1. Pin A0-A5 4 Panduan praktis mempelajari aplikasi mikrokontroler dan pemrogramannya berupa Arduino 16 digunakan untuk isyarat analog. Arduino uno dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2KB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32KB, dan *erasable programmable read only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program.

Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall Effect* allergo ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih

Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor ZMPT101B merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk melakukan *monitoring* terhadap parameter tegangan serta dilengkapi

dengan keunggulan memiliki sebuah *ultra micro voltage transformer*, akurasi tinggi dan konsistensi yang baik untuk melakukan pengukuran tegangan dan daya.

RS-485

RS-485 merupakan komponen yang digunakan untuk komunikasi data yang dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh sekitar 1,2 Km dan bisa terhubung kedalam jaringan sampai dengan 32 buah *item*. Proses pengiriman data pada sistem RS-485 adalah dengan cara "*Balance Transmision*" atau "*Differential Voltage Transmission*" dimana data yang dilewati melalui 1 pasang kabel (*twisted pair cabel*) akan memiliki tegangan yang berbeda, misalnya pada saat kabel A kondisi tinggi (+5V) maka kabel B dalam kondisi rendah (0 V) dan sebaliknya.

LCD 16x2

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama yang bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya.

Modul IIC LCD

Normalnya, modul LCD dikendalikan secara parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun, jalur parallel akan memakan banyak pin disisi Arduino setidaknya membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD dengan mengguakan modul ini sistem komunikasi hanya memerlukan 4 pin yang dihubungkan dengan pin Arduino.

Kabel Jumper

Kabel *jumper* merupakan pelengkap dan penghubung pada media *breadboard*. Kabel yang khusus ujung pinnya disesuaikan dengan lubang-lubang *breadboard* ujungnyaberbentuk padat dan tengahnya lentur atau lemas seperti kabel biasa.

Bahasa Porgram C

Dalam pemrograman computer dikenal dua jenis tingkatan bahasa, jenis yang pertama adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi (*high lavel language*) dan jenis yang kedua adalah bahasa pemrograman tingkat rendah (*low level language*).

Bahasa pemrograman C merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang paling banyak digunakan di dunia computer maupun di dunia system tertanam (*embedded system*).

Microsoft Visual Studio

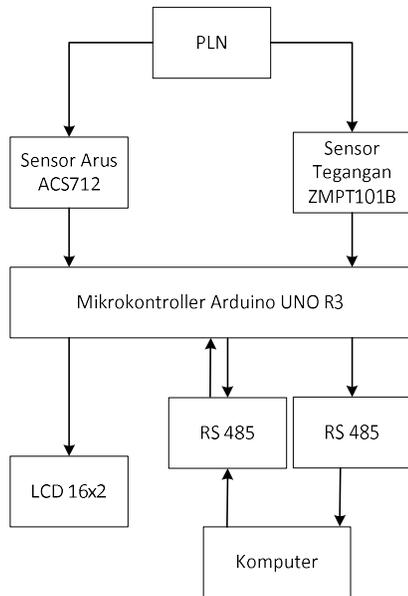
Microsoft Visual Studio adalah salah satu progam yang dikeluarkan oleh perusahaan Microsoft sejak tahun 1991 yang digunakan sebagai bahasa pemograman. Microsoft Visual Studio merupakan bahasa pemograman yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi Windows yang berbasis grafis (*GUI-Graphical User Interface*). Microsoft Visual Studio merupakan event-driven programing (program terkendali kejadian) artinya program menunggu sampai adanya respon dari pemakaian berupa event atau kejadian tertentu (tombol klik, menu dipilih, dan lain-lain).

Rancangan Konsep

Desain Perancangan

Pada tugas ini dirancang sebuah perangkat alat penghitung energi listrik dan dicatat secara otomatis yang terintegrasi dengan komputer dengan serial kabel RS-485. Perangkat akan menghitung arus dan tegangan dan

memperoleh data keluaran berupa daya yang selanjutnya sistem akan melakukan perkalian secara keseluruhan untuk mendapatkan nilai energi yang terpakai, hasil perkalian akan diteruskan menuju komputer yang selanjutnya akan ditampilkan total KWH dan biaya yang digunakan,



Gambar 2 Blok Diagram Konsep Rancangan

Kriteria Perancangan

Hal-hal yang menyangkut dengan kriteria perancangan pada rancangan pencatat otomatis penggunaan energi listrik adalah sebagai berikut:

1. Memilih Arduino Uno R3, jumlah 6 pin analog sesuai dengan kebutuhan sebagai input tiap-tiap sensor.
2. Memilih sensor arus ACS712 30 A, nilai arus yang besar sesuai keadaan saat ini dan juga waktu pembacaan sensor oleh mikrokontroler yang sesuai.

3. Memilih sensor tegangan AC ZMPT101B, pembacaan nilai tegangan yang sesuai kondisi lapangan.
4. Jumlah rupiah per 1 KWH berkisar Rp. 2.061,41 atau bisa disesuaikan.
5. Penggunaan rancangan disimulasikan dengan menggunakan tiga meteran.

Penggunaan Rancangan

Secara keseluruhan rancangan ini dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran taruna/i dalam mempelajari prinsip kerja dari KWH meter di laboratorium instrumen dan pengukuran Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia dan juga sebagai sarana pembelajaran mikrokontroler, sehingga memudahkan baik dosen atau tenaga pengajar maupun taruna/i dalam hal proses pembelajaran.

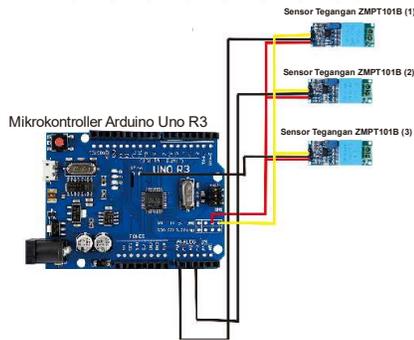
Rancangan Dan Implementasi

Tahapan Rancangan

1. Perangkat Keras

Rangkaian Sensor Tegangan ZMPT101B

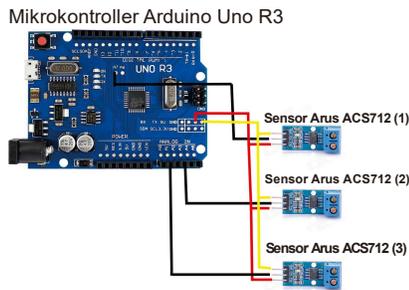
Pengukuran tegangan pada AC dapat dilakukan dengan cara dirubah menjadi DC agar lebih mudah dibaca oleh mikrokontroler. Mikrokontroler yang dilengkapi *Analog to Digital Converter (ADC)* tidak dapat membaca sinyal negatif, maka dari itu tegangan negatif harus dinaikan offsetnya menjadi 2,5V sehingga terdapat perbedaan antara nilai negatif dan positif.



Gambar 3 Rangkaian Sensor Tegangan

Rangkaian Sensor Arus ACS712

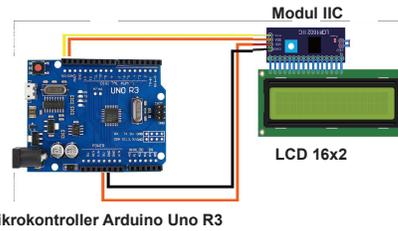
Pada *board* sensor arus terdapat sensor arus ACS712 berkapasitas 30 A yang digunakan untuk mengukur besarnya arus yang berasal dari beban, sensor ini memerlukan supply 5V yang diambil dari Pin 5V yang ada pada pin Arduino



Gambar 4 Rangkaian Sensor Arus

Rangkaian Sensor LCD 16x2 dan Modul IIC

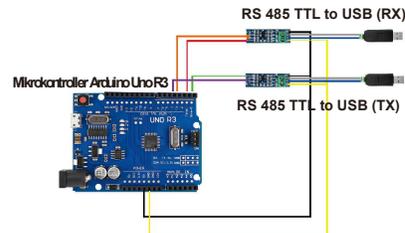
Untuk menampilkan nilai KWH dan rupiah dari beban yang digunakan maka diperlukan suatu media yang dapat memberikan tampilan KWH dan rupiah. Untuk menyingkat jumlah kaki pin LCD 16x2 yang masuk pada Arduino, maka digunakan modul IIC. Dengan menggunakan modul IIC nantinya pin yang akan digunakan hanya empat pin saja.



Gambar 5 Rangkaian Sensor LCD 16x2 dan Modul IIC

Rangkaian RS-485 TTL to USB

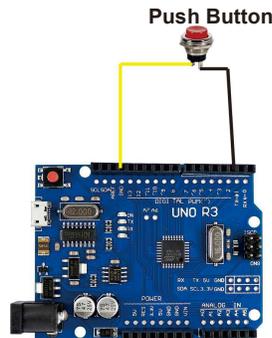
Penggunaan dua buah RS-485 didasarkan pada sambungan Full Duplex yang artinya komunikasi dapat berjalan dua arah. Nilai dari hasil pengukuran masing-masing sensor akan dikirim menuju komputer melalui sambungan serial RS-485 sebaliknya untuk menunjukkan nilai KWH dan rupiah pada rangkain LCD masih perlu sambungan serial RS-485 sehingga terjadilah proses pengiriman dan penerimaan data secara bersamaan.



Gambar 6 Rangkaian RS-485

Rangkaian Push Button

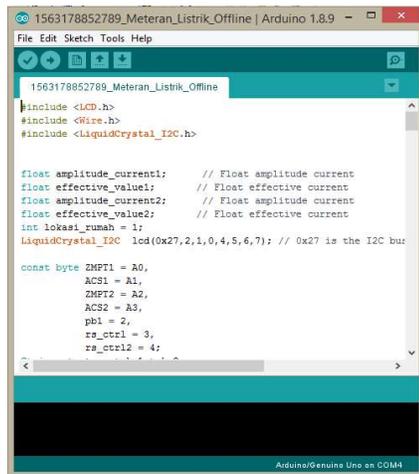
Push Button disini diletakkan dengan kotak mikrokontroler difungsikan sebagai pengganti tampilan pada layar LCD 16x2 dari KWH meter 1 menuju meteran 2 dan seterusnya.



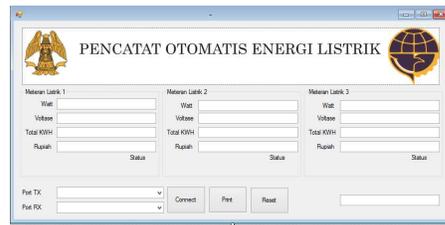
Mikrokontroler Arduino Uno R3
Gambar 7 Rangkaian Push Button

2. Perangkat Lunak (*software*)

Pada layar komputer akan ditampilkan hasil energi yang digunakan dan juga biaya yang dikeluarkan tiap 1 KWH. Aplikasi untuk melakukan proses *coding* pada sisi Arduino menggunakan Arduino IDE, sedangkan untuk tampilan dikomputer menggunakan Microsoft Visual Studio. Menuliskan *coding* pada Arduino IDE. Setelah menuliskan *coding* pada Arduino IDE langkah selanjutnya adalah mengupload hasil *coding* menuju mikrokontroler Arduino



Gambar 8 Coding Pada Arduino IDE



Gambar 9 Tampilan Pada Komputer

Pada gambar diatas terdapat tampilan aplikasi pencatat energi listrik dari tiga KWH meter. Pada *port* TX dan *port* RX pilih COM yang terhubung dengan arduino, lalu klik Connect

Uji Coba Rancangan

1. Pengujian Sensor Arus ACS712

Sebelum digunakan, sensor ini diuji terlebih dahulu untuk mengetahui tingkat kepresisian sensor tersebut. Pengujian dilakukan apabila angka yang dihasilkan oleh sensor arus sama dengan angka pada *tang ampere* maka sensor telah sesuai.

Tabel 1 Pengukuran Sensor Arus

Sensor	Nama Beban	Hasil Pengukuran Dengan Tang Ampere	Hasil Pembacaan Sensor Arus
Sensor 1	Lampu Pijar 100 W	0.45 A	0.44 A
Sensor 2	Lampu Pijar 75 W	0.33 A	0.32 A
Sensor 3	Lampu Pijar 30 W	0.13 A	0.12 A

2. Pengujian Sensor Tegangan

Sebelum digunakan, sensor ini diuji terlebih dahulu untuk mengetahui tingkat kepresisian sensor tersebut. Apabila angka yang dihasilkan oleh sensor tegangan sama dengan angka pada AVO meter berarti sensor tegangan tersebut telah sesuai, namun apabila angka yang dihasilkan oleh sensor tegangan tidak sama dengan angka pada AVO meter maka dapat dilakukan pengkalibrasian pada *coding* di Arduino IDE

Tabel 2 Pengukuran Sensor Tegangan

Sensor Tegangan	Hasil Pengukuran dengan AVO meter	Hasil Pembacaan Sensor Tegangan
Sensor 1	222 V	222 V
Sensor 2	224 V	224 V
Sensor 3	223 V	223 V

3. Pengujian Nilai Energi Listrik

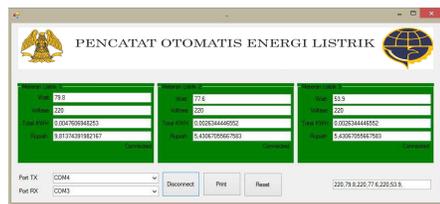
Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai energi dengan perhitungan manual dan juga perhitungan hasil dari rancangan dengan beban tiga buah lampu pijar sebesar 100 watt, 75 watt, dan juga 30 watt dengan nilai $\cos \phi = 1$ dengan uji coba selama dua jam.

Tabel 3 Percobaan Simulasi

KWH meter	Perhitungan	Rancangan	Error (%)
1	0,1936 KWH	0,19536 KWH	0,9 %
2	0,1452 KWH	0,1498 KWH	3,07 %
3	0,0528 KWH	0,05788 KWH	8,77 %

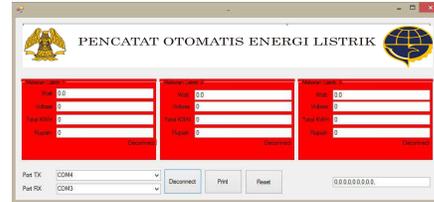
4. Pengujian *Software*

a. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah fitur-fitur yang dibuat pada program Microsoft Visual Studio berjalan sesuai fungsinya. Pengujian tampilan program pada saat rancangan dihubungkan dengan beban.



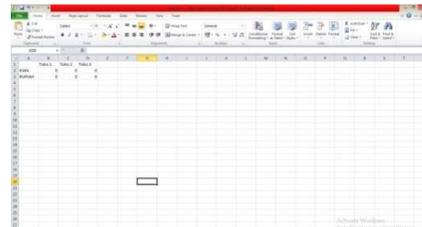
Gambar 10 Rancangan Pada Saat Terhubung Beban

Pengujian tampilan program pada saat tidak ada beban yang terpasang.



Gambar 11 Rancangan Pada Saat Tidak Terhubung Beban

b. Pengujian fitur pada saat klik perintah cetak.



Gambar 12 Melakukan klik Pada Fitur Cetak

Interpretasi Hasil Uji Coba Rangkaian

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa masih ada kendala yang dihadapi seperti sebelum menjalankan rancangan harus mengkalibrasi keseluruhan sensor pada sisi *coding* Arduino untuk mendapatkan nilai keluran yang sesuai dengan nilai pada alat ukur. Secara keseluruhan rancangan ini sudah bagus karena hasil perhitungan yang dilakukan pada rancangan hampir mendekati dengan nilai pada perhitungan manual.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

Setelah merancang alat pencatat energi listrik ini sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Nilai error pada perhitungan manual dan rancangan berkisar pada 0,9%-8,77%.
2. Adanya error perhitungan terjadi karena *Analog to Digital Converter (ADC)* mikrokontroler hanya memiliki resolusi 10-bit saja, dan juga dipengaruhi oleh ketidakstabilan catu daya yang menjadi tegangan referensi ADC mikrokontroler.
3. Rancangan ini dapat mengirim data penggunaan energi listrik dan biaya yang harus dibayarkan pada komputer melalui program Microsoft Visual Studio.

Saran

1. Disarankan untuk menambah detektor $\cos \varphi$ agar diperoleh nilai parameter $\cos \varphi$ yang dinamis sehingga diperoleh daya nyata yang lebih akurat.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut pada sensor arus acs712 dan *coding* pada Arduino IDE, karena dengan keakuratan nilai pembacaan arus listrik yang sesuai maka akan lebih didapatkan hasil perhitungan energi listrik yang sesuai.
3. Disarankan untuk menggunakan mikrokontroler dengan resolusi ADC yang lebih besar dari 10-bit untuk pembacaan data lebih akurat.

Daftar Pustaka

- Mismai, Budiono. 1995. Rangkaian Listrik Jilid Pertama. Bandung: Penerbit ITB.
- Boromeus, Sakti Wibisaana 2008. Analisis Perbandingan Pembacaan Alat Ukur Depok: FT UI.
- Roshidi, Lukman. 2009. Modul Training Mikrokontroler AVR. Depok : Prasimax Bina Teknologi.
- Mulyono, Subur. 2015. Rancangan KWH Meter Digital dengan Batas Ukur Maksimal 16A Berbasis Mikrokontroler serta Feedback SMS Gateway di Bandar Udara Juanda Surabaya. Surabaya: ATKP Surabaya.
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUnoSMD> diakses pada tanggal (24 Juli).
- Feyyel yanto. 2015. Segitiga Daya di <http://feyyelyanto.blogspot.com> (diakses 24 Juli).
- Yoga bagus. 2016. Sensor arus ACS712 di <http://digilib.umg.ac.id> (diakses pada 9 Agustus).
- Alia Teknik. 2013. Interface Serial RS-485 di <http://aliateknik.blogspot.com> (diakse pada 9 Agustus).
- Sapta Ajie. 2016. Bekerja dengan I2C LCD dan Arduino di <http://saptaaji.com> (diakses pada 9 Agustus).
- Adaptor Universal. 2016. Adaptor Pngertian dan fungsi di <http://adaptoruniversal.blogspot.com> (diakses pada 24 Juli).