

# RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING ENERGI LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN VISUAL STUDIO UJI COBA DIAKSES DI PT. PANCAWANA INDONESIA

<sup>1</sup>Mohammad Dwi Cahyo. <sup>2</sup> Achmad Ubaidillah. <sup>3</sup>Achmad Fiqhi Ibadillah.

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang, PO Box 2 Kamal, Bangkalan - Madura

e-mail: [moh.dwi.cahyo@gmail.com](mailto:moh.dwi.cahyo@gmail.com) , [achmadubaidillah@gmail.com](mailto:achmadubaidillah@gmail.com) , [fiqih.achmad@gmail.com](mailto:fiqih.achmad@gmail.com)

## ABSTRAK

Sistem proteksi dan monitoring energi listrik digunakan untuk pengamanan dan memonitor energi listrik yang dipakai oleh suatu beban. Didalam dunia industri pemantauan energi listrik sangat diperlukan agar dalam pemakaian energi listrik dapat di kontrol. Setiap tahun konsumsi listrik terus meningkat menyebabkan semakin mahal nya tarif dasar listrik (TDL). Di industri terutama industri kayu energi listrik merupakan hal terbesar yang mempengaruhi pengeluaran keuangan industri tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan alat untuk memprotesis motor pada tegangan sumber dan memantau penggunaan energi listrik sehingga memungkinkan penggunaan energi listrik dapat dikontrol dan diperhitungkan berapa banyak daya yang telah digunakan. Alat monitoring ini memanfaatkan transformator stepdown untuk mengukur tegangan sumber dari PLN, untuk pengukuran arus beban memanfaatkan sensor arus CT (Current Transformation), dan Atmega 16 difungsikan sebagai mengolah semua data dari parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai konsumsi energi listrik, serta menampilkannya pada LCD (Liquid Crystal Display) 16x2. Pada mikrokontroler data yang didapat ditampilkan pada komputer server menggunakan software visual Studio yang di distribusikan melalui data transmisi RS-485.

**Kata Kunci :** Mikrokontroler, CT(Current Transformer), Kwh, Atmega 16, sensor.

## ABSTRACT

Electrical energy protection and monitoring systems to monitor and monitor the energy used by the load. In the industrial world, electrical energy is needed, in order to control energy. Each year allows to continue to increase the cost of expensive (TDL). In the industry especially the electric energy industry is the main thing that affects the finance of the industry. Therefore a tool is needed to protect the motor at a voltage and can be used with electrical energy. Thus it can use electrical energy that can be used and taken into account. This monitoring tool utilizes a step-down transformer to measure the voltage starting from PLN, to improve current sensor sensors CT (Current Transformation), and Atmega 16 functioned as processing all data from the parameters needed to obtain energy value, and display it on the LCD (Liquid Crystal Display) 16x2. In the

microcontroller data obtained visible on the server computer using Visual Studio software distributed through RS-485 transmission data.

**Keywords:** Microcontroller, CT (Current Transformer), Kwh, Atmega 16, sensor.

## 1. Pendahuluan

kebutuhan yang paling penting untuk menunjang kehidupan manusia saat ini. Dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, baik rumah tangga maupun dalam industri, manusia memerlukan tenaga listrik. Untuk manajemen penggunaan energi listrik di suatu industri tidak cukup hanya menggunakan kWh meter yang disediakan oleh PLN saja, karena kWh meter dari PLN hanya bertugas memonitoring besarnya penggunaan energi listrik keseluruhan saja, sehingga diperlukan pengontrolan secara berkala penggunaan mesin-mesin industri, dengan mematikan mesin yang tidak digunakan. Agar manajemen listrik yang lebih baik di industri diperlukan alat elektronika yang dapat memonitor pemakaian energi listrik setiap waktunya.

Untuk dapat merealisasikan alat pemonitor energi listrik maka penulis melakukan penelitian dengan mempelajari alat monitoring konsumsi energi listrik secara real time dengan mikrokontroler AVR Atmega 16 dengan software visual Studio. Alat ini dirancang untuk mendapatkan informasi-informasi yang berhubungan dengan Real Power (Watt), Apparent Power (VA), Voltage RMS(V), Current RMS(A) secara real time yang dapat diakses dengan komputer. Pengukuran penggunaan daya biasanya dilakukan dengan kWh meter analog untuk setiap plan dan memerlukan waktu yang lama karena tempat yang berjauhan. Sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung sehingga informasi yang didapatkan dapat langsung diakses pada saat itu juga dalam waktu yang bersamaan.

## II. Metode Penelitian

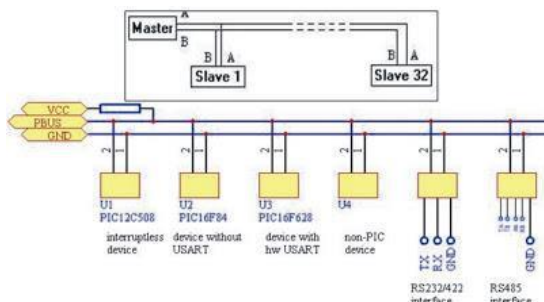
### A. KOMUNIKASI SERIAL RS 485

RS485 adalah teknik komunikasi data serial yang dikembangkan di tahun 1983 dimana dengan teknik ini, komunikasi data dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 Km. Berbeda dengan komunikasi serial RS232 yang mampu berhubungan secara one to one, maka komunikasi RS485 selain dapat digunakan untuk komunikasi multidrop yaitu berhubungan secara one to many dengan jarak yang jauh teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban sekaligus hanya dengan menggunakan dua buah kabel saja tanpa memerlukan referensi ground yang sama antara unit yang satu dengan unit lainnya.



Gambar 1. Modul Serial RS485

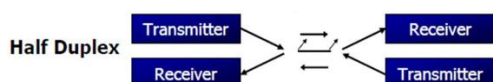
Sistem komunikasi dengan menggunakan RS485 ini dapat digunakan untuk komunikasi data antara 32 unit peralatan elektronik hanya dalam dua kabel saja. Selain itu, jarak komunikasi dapat mencapai 1,6 km dengan digunakannya kabel AWG-24 twisted pair.



Gambar 2. Diagram komunikasi RS485

### B. Metode Half Duplex

Metode pengiriman komunikasi dibagi menjadi dua yaitu half duplex dan full duplex. Duplex adalah sebuah istilah dalam bidang telekomunikasi yang merujuk kepada komunikasi dua arah.

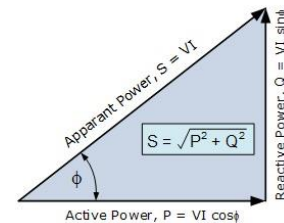


Gambar 3. Diagram komunikasi Half Duplex

Half duplex merupakan bentuk metode komunikasi antara dua belah pihak dan dua arah, namun secara bergantian (tidak dapat secara bersama-sama) antara mentransmisikan dan menerima data. Apabila salah satu mengirim data yang lain sebagai penerima data. Dan penerima data harus dipanggil dahulu apabila menjadi pengirim.

### C. Daya Listrik

Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan



Gambar 4. Segitiga Daya

Daya dirumuskan :

$$P = V \times I \quad (1)$$

Keterangan :

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

Daya pada arus bolak-balik atau alternating current (AC) terdapat 3 (tiga) macam yaitu daya aktif, daya reaktif, dan daya nyata.

#### a. Daya Aktif

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja. Daya aktif (real power), didapat dari persamaan :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \text{ [kW]} \quad (1)$$

Dimana :

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

#### b. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Satuan daya reaktif adalah VAr. Daya reaktif didapat dari persamaan :

$$Q = V.I.\sin \phi \text{ [kVAR]} \quad (1)$$

Dimana :

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

#### c. Daya Nyata (Apparent Power)

Daya nyata adalah hasil dari penjumlahan daya aktif dan daya reaktif. Daya nyata merupakan daya yang diproduksi oleh perusahaan sumber tenaga listrik contoh PLN untuk didistribusikan ke konsumen. Satuan daya nyata ini dinyatakan dalam VA. Daya nyata (apparent power), didapat dari persamaan :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1)$$

$$S = V.I \text{ [kVA]} \quad (2)$$

Dimana ;

S = Daya Nyata (KVA)

P = Daya Aktif (Kw)

Q = Daya Reaktif (Kvar)

V = tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Pengujian Sensor Tegangan

Dari pengujian sensor tegangan data diperoleh kemudian diolah dari input ADC menjadi data real serta perbandingan dengan multimeter digital. Pengambilan data ini bertujuan untuk membandingkan nilai real tegangan dari PLN dengan nilai yang dibaca oleh sensor tegangan. Pengujian dilakukan dengan menginputkan transformator 220 VAC menjadi 6 VAC. Kemudian disearahkan menggunakan dioda bridge menjadi 6 VDC. Setelah itu diturunkan menjadi 4 VDC menggunakan rangkaian pembagi tegangan menggunakan multiturn 20k ohm.



Gambar 5. Pengujian Sensor Tegangan

Tabel 1. Data Percobaan Sensor Tegangan

| No | Tegangan Multimeter | Modul 1 |     |     | Modul 2 |     |     |
|----|---------------------|---------|-----|-----|---------|-----|-----|
|    |                     | R       | S   | T   | R       | S   | T   |
| 1  | 198                 | 199     | 197 | 196 | 196     | 198 | 197 |
| 2  | 200                 | 201     | 200 | 200 | 200     | 201 | 200 |
| 3  | 204                 | 205     | 205 | 203 | 204     | 203 | 204 |
| 4  | 210                 | 212     | 211 | 213 | 210     | 210 | 211 |
| 5  | 215                 | 214     | 215 | 214 | 214     | 213 | 215 |
| 6  | 221                 | 220     | 221 | 220 | 219     | 220 | 221 |
| 7  | 225                 | 224     | 226 | 224 | 223     | 226 | 224 |
| 8  | 228                 | 229     | 227 | 229 | 226     | 227 | 229 |
| 9  | 230                 | 232     | 233 | 232 | 233     | 230 | 231 |
| 10 | 236                 | 235     | 236 | 233 | 234     | 236 | 235 |
| 11 | 237                 | 239     | 237 | 237 | 236     | 238 | 236 |

#### B. Pengujian Sensor Arus

Sensor arus menggunakan Current Transformer (CT) 300/5 A yaitu apabila arus mengalir ke sensor dengan besar 300 A maka keluaran sensor menjadi 5 A. Perbandingan data output sensor terhadap input dari 0 A sampai 40 A didapat grafik sebagai berikut.

Tabel 2. Tabel percobaan sensor Arus

| No | Arus Multimeter | Modul 1 |      |      | Modul 2 |      |      |
|----|-----------------|---------|------|------|---------|------|------|
|    |                 | R       | S    | T    | R       | S    | T    |
| 1  | 0               | 0       | 0    | 0    | 0       | 0    | 0    |
| 2  | 1,2             | 0,6     | 0,7  | 0,6  | 0,5     | 0,5  | 0,7  |
| 3  | 4,2             | 4,6     | 4,2  | 4,3  | 4,3     | 4,2  | 4,4  |
| 4  | 10              | 10,3    | 9,9  | 9,8  | 10,1    | 10,1 | 10,1 |
| 5  | 15              | 15,9    | 15,1 | 15,0 | 15,2    | 14,8 | 15,1 |
| 6  | 20              | 20,8    | 20,1 | 20   | 20,7    | 20,5 | 20,7 |
| 7  | 35              | 35,7    | 35   | 35   | 37,2    | 36,2 | 34,1 |
| 8  | 40              | 40,8    | 37,1 | 38   | 42,1    | 43,1 | 41,2 |

#### C. Pengujian Sensor Power Factor



Gambar 6. Pengujian Sensor Cosphi

Dari hasil pengujian didapatkan data sensor cosphi yaitu apabila sensor membaca cosphi dibawah 0,85 maka sensor mengeluarkan tegangan 0,035 sehingga didapat data pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Data perbandingan cosphi analog dengan sensor cosphi

| Nilai Cosphi analog | Nilai Sensor Cosphi |
|---------------------|---------------------|
| 1                   | 1                   |
| 0,95                | 0,9                 |
| 0,85                | 0,8                 |
| 0,73                | 0,7                 |
| 0,65                | 0,6                 |
| 0,56                | 0,5                 |

#### D. Pengujian Dengan Beban Motor 3 Phasa

Percobaan pertama dilakukan seperti gambar 9. dengan menggunakan beban motor 3 phase. Pengujian dilakukan dengan waktu 1 jam untuk mendapatkan hasil kwh. Dari hasil percobaan didapat hasil pengukuran menggunakan multimeter arus dan tegangan yaitu dengan arus pada tiap-tiap sumber rata-rata 2 A, dan tegangan pada tiap phasa-netral 232 V.



Gambar 7. Pengujian menggunakan motor 3 phasa

Sehingga didapat data nilai arus, tegangan dan daya yang digunakan selama 1 jam.

Tabel 4. Tabel Monitoring pada beban Motor

| No | VR  | VS  | VT  | IR | IS | IT | Cosφ | Kva  | Kvr |
|----|-----|-----|-----|----|----|----|------|------|-----|
| 1  | 229 | 232 | 230 | 2  | 2  | 2  | 0,86 | 1,13 | 0,6 |

#### E. Pengujian Menggunakan beban kompressor

Percobaan ke-2 dilakukan dengan menggunakan beban kompressor pada tiap phase dengan netral. Beban pertama didapat nilai arus dan tegangan yaitu 2 A dan 229 V, Beban kedua yaitu 2,3 A dan 230 V, beban ketiga yaitu 1,9 A. Dari hasil perbandingan dengan menggunakan multimeter pada beban pertama yaitu didapat arus 2 A tegangan 230 V, pada beban kedua yaitu 2,1 A tegangan 231 V, dan beban ketiga yaitu 2,2 A tegangan 230 V. Pada percobaan ini dilakukan selama 1

jam untuk mendapatkan total daya. Total daya yang didapat yaitu 1,2 KWh.

Tabel 5. Tabel Monitoring pada beban Kompressor

| No | VR  | VS  | VT  | IR | IS  | IT  | Cosφ | Kva  | Kvr |
|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|------|------|-----|
| 1  | 229 | 232 | 230 | 2  | 2,3 | 1,9 | 0,86 | 1,06 | 0,6 |



Gambar 8. Gambar pengujian beban kompressor

#### F. Pengujian di PT.Pancawana Indonesia

Percobaan ketiga dilakukan pada panel penerangan clean room (finishing). Pada saat percobaan pada panel, beban terbaca pada multimeter yaitu 74,3 A seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Pengukuran beban panel di PT.Pancawana Indonesia.



Gambar 10. Percobaan Sistem monitoring Energi listrik

Setelah dilakukan percobaan menjalankan system monitoring energi listrik seperti gambar 12 maka didapatkan data pada table.

Tabel 6. Total daya aktif dan reaktif

| No | Modul 1/Jam |     |     |             |      |      | KWH<br>ANLG |
|----|-------------|-----|-----|-------------|------|------|-------------|
|    | Vr          | Vs  | Vt  | Csp         | P    | Q    |             |
| 1  | 227         | 231 | 236 | <b>0,86</b> | 44,1 | 26,2 | 53,3        |
| 2  | 227         | 230 | 228 | <b>0,85</b> | 42,3 | 26,2 | 50,8        |
| 3  | 228         | 233 | 236 | <b>0,87</b> | 44,1 | 25,0 | 53,7        |

Tabel 7. Rata-rata beban tiap jam (Ampere)

| No | IR   | IS   | IT   |
|----|------|------|------|
| 1  | 73,9 | 73,9 | 73,9 |
| 2  | 72,7 | 72,7 | 72,7 |
| 3  | 72,7 | 72,7 | 72,7 |

Perhitungan manual yaitu ;

$$P = V.I.Cos \phi \quad (1)$$

Dimana :

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\phi$  = Faktor daya

Karena perhitungan daya 3 fasa dengan tegangan fasa to netral maka dari hasil perkalian dikali 3.

$$P = (V.I.Cos \phi).3 \quad (1)$$

$$P = (220.73,9.0,86).3 \quad (2)$$

$$P = (13981).3 \quad (3)$$

$$P = 41.945 \text{ Watt} \quad (4)$$

$$P = 41.945/1000 \text{ Watt} \quad (5)$$

$$P = 41,945 \text{ KWatt} \quad (6)$$

Untuk mencari nilai daya reaktif yaitu ;

$$Q = V.I.Sin \phi \quad (1)$$

Dimana :

Q = Daya Reaktif (KVar)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\phi$  = Faktor daya

Proses sama seperti daya aktif tetapi faktor daya menggunakan sin  $\phi$ .

Karena diketahui cos  $\phi$  = 0,86, maka harus dirubah menjadi sudut terlebih dahulu :

$$\cos \phi = 0,86 \quad (1)$$

$$\text{Invers Cos} = 30,6^\circ \quad (2)$$

$$\phi = 30,6^\circ \quad (3)$$

$$\sin 30,6 = 0,50 \quad (4)$$

$$\sin \phi = 0,50 \quad (5)$$

$$Q = (V.I.Sin \phi).3 \quad (1)$$

$$Q = (220.73,9.0,50).3 \quad (2)$$

$$Q = (8129).3 \quad (3)$$

$$Q = 24387 \text{ Var} \quad (4)$$

$$Q = 24387/1000 \quad (5)$$

$$Q = 24,387 \text{ KVar} \quad (6)$$

## IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian hasil dari sistem yang telah dibuat dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil rancangan sistem ini dapat bekerja sesuai yang diharapkan dan proteksi pada listrik dapat bekerja sesuai yang telah ditentukan
2. Dari hasil perbandingan nilai kwh analog dengan Mikrontroler selisih nilai tidak jauh beda yaitu 5 sampai 10 kW.
3. Sistem akan menghidupkan alarm apabila tegangan yang diinginkan tidak sesuai.
4. Dengan menggunakan komunikasi rs-485 sistem dapat mengirim data pada 2 modul hanya dengan menggunakan 2 kabel yaitu kabel transmit dan receive.
5. Pengujian modul bergantung pada supply yang baik dan sistem kelistrikan yang baik.
6. Sistem aplikasi pada monitoring bergantung pada PC atau Laptop yang berjalan dengan baik.

## Daftar Pustaka

- [1] Atmel, Data Sheet Atmega16, [pdf] Tersedia di : <http://www.atmel.com/images/doc2466.pdf>, diakses 04 Maret 2017.
- [2] C, Antonius Rachmat.2010. ALGORITMA PEMROGRAMAN DENGAN BAHASA C:Konsep,Teori, dan Implementasi. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [3] Reid, F. 2004. Network Programming in.NET: With C# and Visual Studio. Net.Amsterdam : Elsevier/Digital Press.
- [4] C, Antonius Rachmat.2016. KONSEP DAN IMPLEMENTASI PEMROGRAMAN GUI. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [5] Irwan Dinata Dan Wari Sunanda,2015. IMPLEMENTASI WIRELESS MONITORING ENERGI LISTRIK BERBASIS WEB DATA BASE. Jurnal Nasional Teknik Elektro volume 4 NO.1, Maret 2015.

- [6] Temy Nusa, 2015, SISTEM MONITORING KONSUMI ENERGI LISTRIK SEACARA REAL TIME BERBASIS MIKROKONTROLER. E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Volume.4 No. 5,2015.
  
- [7] Cipta Prabowo dan Zurnawita, 2015, RANCANG BANGUNG ALAT PEMANTAUAN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA LABORATORIUM MIKROKONTROLER POLITEKNIK NEGERI PADANG, Jurnal Teknik Elektro ITP, Volume 5 No 2 ; Juli 2016.
  
- [8] Hari Prasetyo ,(2013), ANALISIS PENGARUH UNBALANCE UNDER VOLTAGE DAN UNBALANCE OVER VOLTAGE TERHADAP KINERJA MOTOR INDUKSI TIGA FASA, Jurnal Techno, ISSN 1410 - 8607 Volume 14 No. 2; Oktober 2013.