

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

Mohammad Dwi Cahyo, Achmad Ubaidillah, 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, achmadubaidillah@gmail.com, fiqhi.achmad@gmail.com

ABSTRAK

Sistem proteksi dan monitoring energi listrik digunakan untuk pengaman 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 Transormation*), 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*), Atmega 16, sensor.

I. PENDAHULUAN

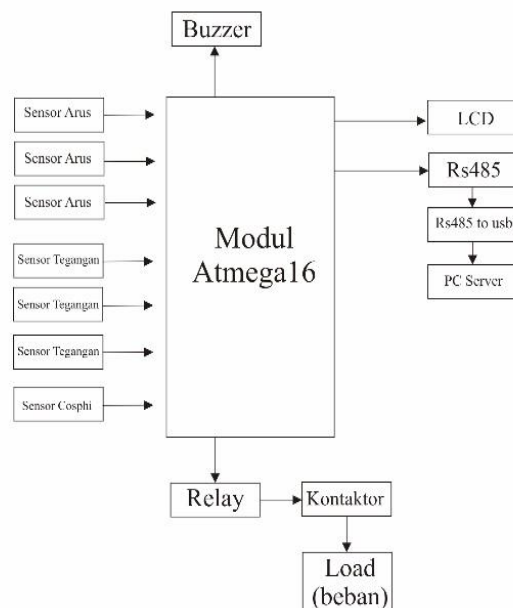
Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang paling penting untuk menunjang kehidupan manusia saat ini. Dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, baik rumah tangga maupun dalam industri, manusia memerlukan tenaga listrik. Untuk manajemen penggunaan energi listrik di suatu industri tidak cukup hanya 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), *Apperent Power* (VA), *Voltage RMS* (V), *Cuttent 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. BAHASA DAN METODE

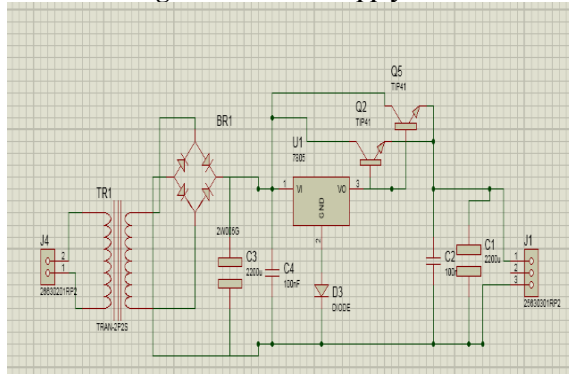
2.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 1 Blok diagram sistem

Pada Gambar 1 Blok diagram sistem, penulis menggunakan atmega 16 sebagai pusat otak untuk menjalankan sensor-sensor dan mengolah data sensor kemudian dikirim ke visual studio. pada atmega 16 input adc dihubungkan ke sensor-sensor yaitu 3 buah sensor tegangan, 3 buah sensor arus, dan 1 buah sensor cosphi. pin tx dan rx dihubungkan dengan modul RS-485 digunakan untuk menerima dan mengirim data dari mikrokontroler maupun dari visual studio.

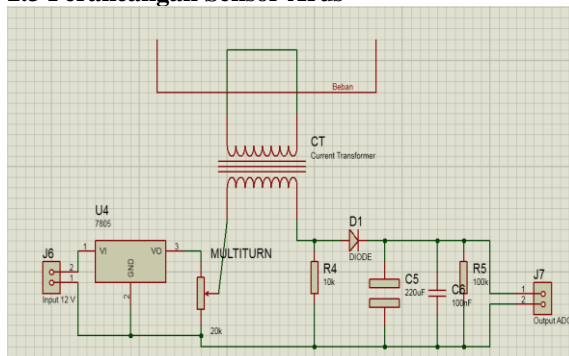
2.2 Perancangan dan Power Supply



Gambar 2 Perancangan Power Supply 5 V

Dari rangkaian gambar 2 diatas dapat dijelaskan rangkaian power suply terdiri dari transformator *step down* 220 V menjadi 12 V dan rangkaian *bridge* sebagai penyearah tegangan. Rangkaian ini menggunakan IC regulator LM7805 sebagai penyetabil tegangan menjadi 5 V dan menggunakan transistor TIP 41 sebagai penurun tegangan. Kolektor transistor diberi tegangan 12 V kemudian basis diberi *supply* 5 V. Sehingga emitter mengeluarkan tegangan 5V sesuai dengan tegangan basis transistor. Kegunaan rangkaian ini adalah sebagai *supply* tegangan modul atmega 16, *relay*, *buzzer* dan sensor-sensor.

2.3 Perancangan Sensor Arus

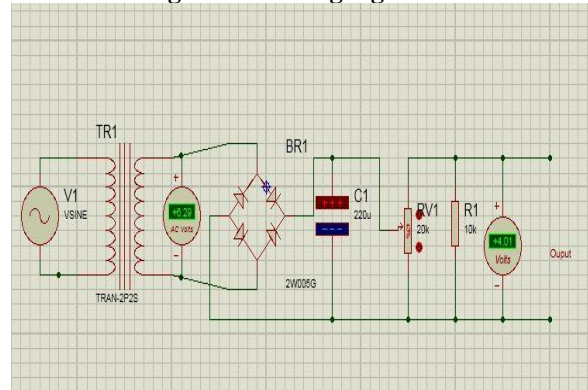


Gambar 3 Perancangan Sensor Arus

Dari rancangan rangkaian gambar 3 diatas dapat dijelaskan bahwa rangkaian sensor arus terdiri dari 7805, *multiturn*, diode, resistor dan Kapasitor. Cara kerja sensor arus yaitu apabila ada arus yang melewati *current transformer* (CT) maka output sekunder pada

CT mengeluarkan tegangan setiap 1 ampere mengeluarkan tegangan sebesar 0,05 VAC. Karena tegangan yang dikeluarkan sangat kecil dan tegangannya AC maka dibutuhkan tegangan *supply* untuk mensuply tegangan melewati diode. Diode berfungsi menyearahkan tegangan yang berasal dari tegangan sekunder CT.

2.4 Perancangan Sensor Tegangan



Gambar 4 Perancangan Sensor Tegangan

Dari rangkaian gambar 4, Sensor tegangan terdiri dari transformator *stepdown* dan rangkaian *bridge* dioda sebagai penyearah tegangan. Cara kerja rangkaian ini apabila diberi tegangan 220 VAC maka *output* tegangan yang dikeluarkan menjadi 4 VDC.

Tranformator *step down* dari 220 volt menjadi 6 volt kemudian dirangkai menggunakan *multiturn* sebagai pengatur tegangan *output* menjadi 4 VDC.

2.5 Perancangan Sensor Cosphi

Dari rangkaian gambar 5 dapat dijelaskan bahwa sensor *cosphi* menggunakan sensor analog dan diambil tegangan *output*. Karena tegangan *output* sensor *cosphi* sangat kecil yaitu 0 VDC sampai dengan 0,035 VDC, maka penulis menggunakan rangkaian *amplifier* sebagai penguat tegangan. Tegangan *output* sensor *cosphi* dikuatkan sebesar 100 kali. Karena tegangan dikuatkan sebesar 100 kali jadi tegangan *output* menjadi 3,5 VDC dan kemudian diolah menggunakan *input* adc atmega 16. Dibawa ini merupakan rangkaian *inverting amplifier* yaitu penguat tegangan pembalik, maksud dari pembalikan adalah bahwa hasil penguatan yang ada ditegangan *output* op-Amp akan berbeda fase 180 dari tegangan inputnya, atau dengan kata lain apabila input tegangan positif maka *output* tegangannya *negatif*, dan sebaliknya.

Inverting amplifier didapat rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_{in}}\right) \times V_{in}$$

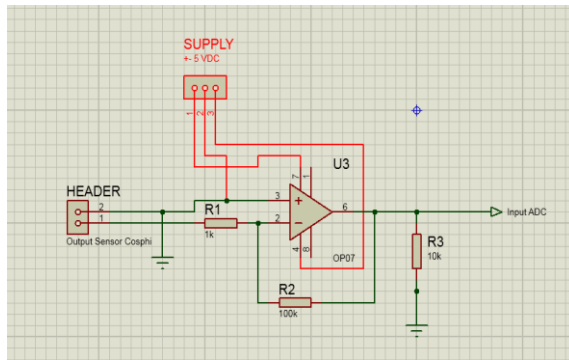
Dimana

V_{out} = Tegangan *Output*

R_{in} = Resistor *Input*

R_f = Resistor *Diferensial*

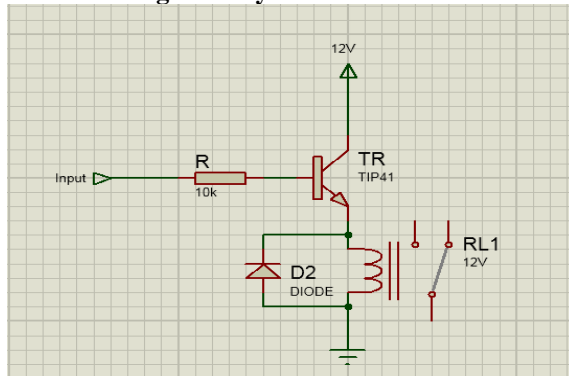
V_{in} = Tegangan *Input*



Gambar 5 Perancangan op amp cosphi

Nilai cosphi atau *power faktor* didapat dari penggunaan rumus segitiga daya.

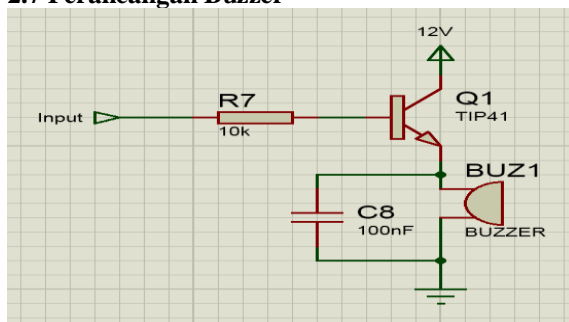
2.6 Perancangan Relay



Gambar 6 Perancangan Relay 12 Volt

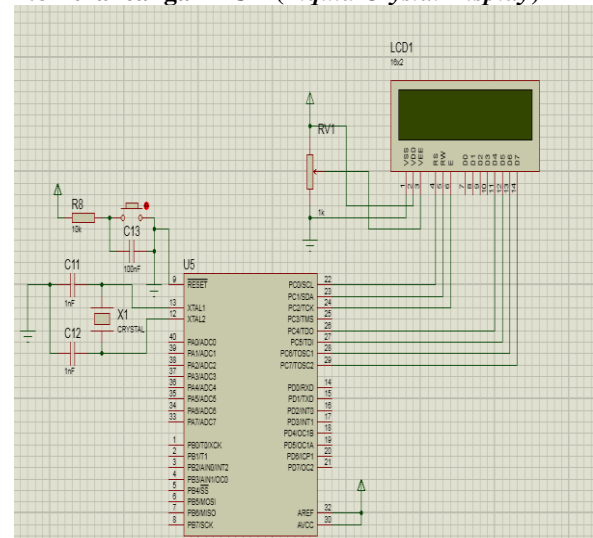
Dari gambar 6 diatas dapat dijelaskan bahwa Rangkaian relay khusus disiapkan agar nantinya sistem monitoring ini mampu dikontrol dari jarak jauh menggunakan visual Studio. Skema rangkaian relay 12 V seperti yang terlihat pada gambar 6 menunjukkan sistem kerja dari komponen pendukung berupa transistor 142 dan resistor 10 K. Relay akan berkerja apabila input mendapatkan tegangan 5 V (logika 1). Diode digunakan sebagai antisipasi tegangan *feedback* yang didapat karena osilasi kerja relay. Pada sistem jika memberi logika 1 pada rangkaian ini maka kontaktor 3 *phasa* akan menghubungkan ke beban (beban mendapat *suply energy*).

2.7 Perancangan Buzzer



Gambar 7 Perancangan Buzzer

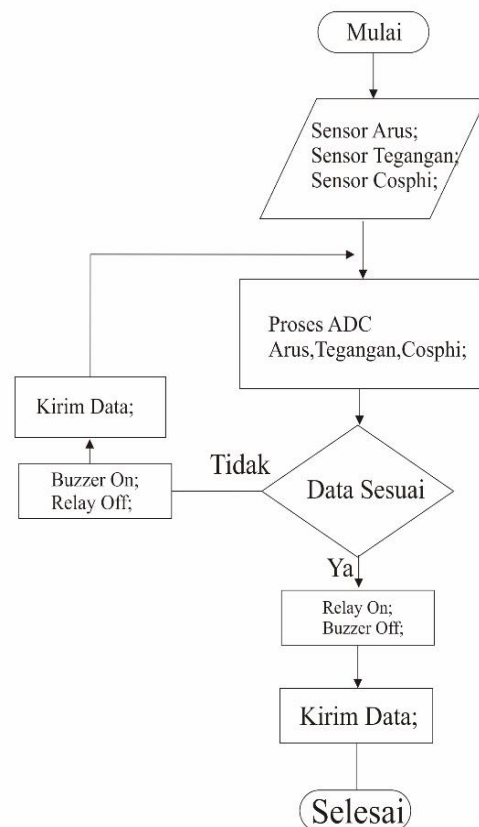
2.8 Perancangan LCD (Liquid Crystal Display)



Gambar 8 Perancangan Display LCD

Dari gambar 8 diatas dapat dijelaskan bahwa LCD display 16x2 pada alat ini digunakan sebagai parameter berupa tampilan karakter pada LCD sesuai keinginan. Pengujian dilakukan dengan memprogrman karakter atau tulisan yang ingin ditampilkan pada LCD kemudian di tampilan pada layar LCD.

2.9 Algoritma Sistem



Gambar 9 Algoritma Sistem

Dari *flowchart* pada gambar 9, di atas dapat dijelaskan bahwa pada sensor arus, tegangan dan *cosphi* di proses apabila dari data yang diproses sesuai dengan data yang diinginkan maka relay hidup dan buzzer mati dan diteruskan dengan pengiriman data pada RS-485 dan diterima oleh visual studio. apabila data tidak sesuai maka buzzer akan hidup dan relay pun mati sehingga memutus tegangan pada beban tetapi pengiriman data akan terus-menerus.

III. BAHASA DAN METODE

3.1 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 multiterm 20k ohm.



Gambar 10 Pengujian Sensor Tegangan

Tabel 1 Data Percobaan Sensor Tegangan

No	Tegangan Multi meter	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

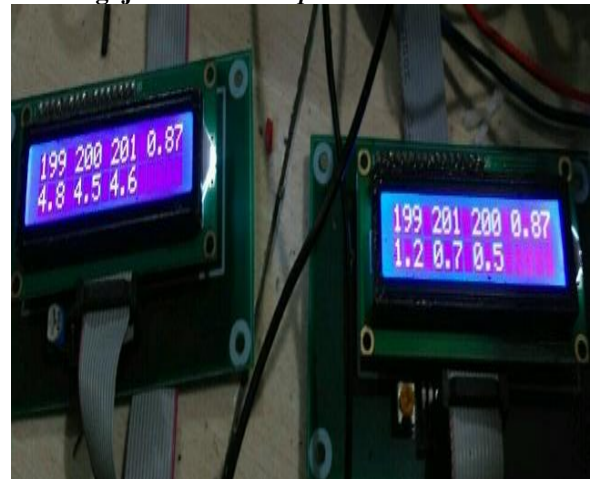
3.2 Pengujian Sensor Arus

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 Data Percobaan Sensor Tegangan

No	Tegangan Multi meter	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

3.3 Pengujian Sensor Cosphi



Gambar 11 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.

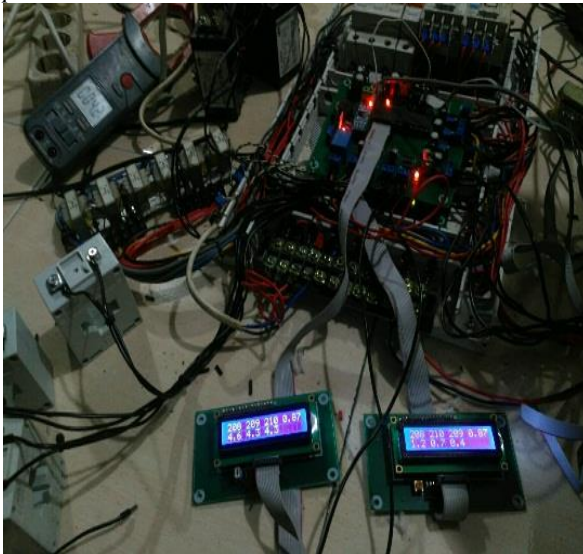
Tabel 3 Data Perbandingan *Cosphi* Analog dengan Sensor *Cosphi*

Nilai <i>Cosphi</i> analog	Nilai Sensor <i>Cosphi</i>
1,0	1,0
0,95	0,9
0,85	0,8
0,73	0,7
0,65	0,6
0,56	0,5

Nilai *cosphi* atau juga *power faktor*

3.4 Pengujian dengan Moror 3 Phasa

Percobaan pertama dilakukan seperti yang terlihat pada gambar 11, dengan menggunakan beban motor 3 *phasa*. 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 9 Pengujian menggunakan motor 3 *phasa*

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

3.5 Pengujian Menggunakan Beban Kompresor

Tabel 4 Tabel Monitoring pada beban Motor

No	VR	VS	VT	IR	IS	IT	Cosφ	PA	PR
1	229	232	230	2	2	2	0,86	1,13	0,6

Percobaan ke-2 dilakukan dengan menggunakan beban kompresor 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.

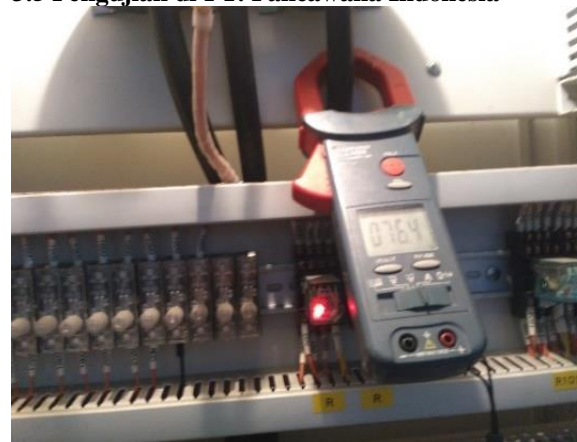
Tabel 5 Tabel Monitoring Beban Kompresor

No	VR	VS	VT	IR	IS	IT	Cosφ	PA	PR
1	229	232	230	2	2	2	0,86	1,13	0,6



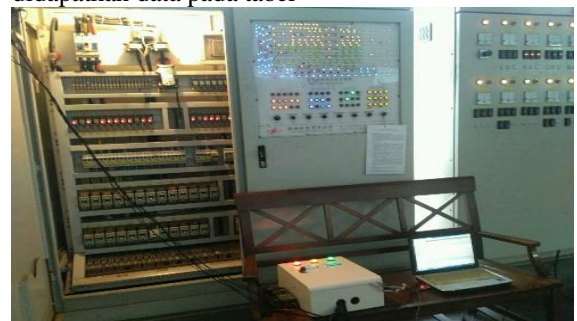
Gambar 13 Gambar pengujian beban kompresor

3.5 Pengujian di PT. Pancawana Indonesia



Gambar 14. Pengukuran beban panel di PT.Pancawana Indonesia.

Setelah dilakukan percobaan menjalankan sistem monitoring energi listrik seperti gambar maka didapatkan data pada tabel



Gambar 15 Percobaan Sistem monitoring Energi listrik

Tabel 6 Total Daya Aktif dan Reaktif

No	Modul 1/Jam						KWH ANLG
	Vr	Vs	Vt	Csp	Pa	Pr	
1	227	231	236	0,86	44,1	26,2	53,3
2	227	230	228	0,85	42,3	26,2	50,8
3	228	233	236	0,87	44,1	25,0	53,7

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

No	I _R	I _S	I _T
1	73,9	73,9	73,9
2	72,7	72,7	72,7
3	72,7	72,7	72,7

Perhitungan manual yaitu ;

$$P = V.I. \cos \phi$$

Dimana :

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

ϕ = Faktor daya

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

$$P = (V.I. \cos \phi) . 3 \dots\dots\dots (1)$$

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

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

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

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

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

$$Q = V.I. \sin \phi$$

Dimana :

Q = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

ϕ = Faktor daya

Proses sama seperti daya aktif tetapi faktor daya menggunakan sin ϕ . Karena diketahui $\cos \phi = 0,86$, maka harus dirubah menjadi sudut terlebih dahulu :

$$\cos \phi = 0,86$$

$$\text{Invers Cos} = 30,6^\circ$$

$$\phi = 30,6^\circ$$

$$\sin 30,6 = 0,50$$

$$\sin \phi = 0,50$$

$$Q = (V.I. \sin \phi) . 3 \dots\dots\dots (1)$$

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

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

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

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

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

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.

V. 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 Prasetijo ,(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