

MONITORING KUALITAS DAYA *OUTPUT* TRAFO DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER VIA *WIFI*

Dika Mahendra Anggiyatna, Ikhlasul Amal, Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.,
Jurusan D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail: dikadicka@gmail.com, evilizer46@gmail.com

Penyaluran tenaga listrik di jaringan distribusi tepatnya pada sisi sekunder trafo yang disalurkan ke pelanggan perlu dijaga kualitas dayanya. Caranya dengan melakukan monitoring daya *output* pada trafo distribusi setiap saat. Tetapi, monitoring dengan cara turun ke lapangan tidaklah praktis. Jika terjadi penurunan kualitas daya, akan lambat untuk ditangani oleh PLN. Akibatnya, para pelanggan yang loyal terhadap PLN yang dengan rutin membayar tiap bulan tanpa telat dapat protes terhadap pihak PLN. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan kredibilitas dan keuntungan perusahaan. Berdasarkan kondisi tersebut, maka dirancang sebuah sistem monitoring kualitas daya *output* pada sisi sekunder trafo distribusi. Data dari mikrokontroler yang terhubung dengan sensor, seperti sensor arus, sensor tegangan dan rangkaian *zero crossing detector* untuk mengukur *power factor*. Data dari mikrokontroler tersebut dikirimkan ke komputer *server* dengan memanfaatkan jaringan *wifi*. Dari tugas akhir yang dibuat, alat tersebut mampu melakukan monitoring tegangan, arus, frekuensi, dan *power factor*, serta mampu mendeteksi gangguan *sag/ swell* dan *undervolt/ overvolt*. Tetapi, karena keterbatasan alat, tegangan *sag* yang dapat dideteksi mulai 22-198 Volt dan tegangan *swell* yang mampu dideteksi mulai 242-250 Volt. Selain itu, butuh waktu minimal 1 detik untuk mendeteksi gangguan *sag/ swell*.

Kata Kunci : Monitoring, Arus, Tegangan, Frekuensi, *Power factor*, *Wifi*

Electrical energy distribution in distribution network on secondary side of transformer is need to keep the power quality in a good way. The method is to monitor the power output of secondary side of distribution transformer every time. But, only do monitoring by check the transformer from it place isn't practical. If power quality goes down, electrical company need more time to handle it. And the result is, customers who loyal to electrical company by pay the bill every month without any late can do protest. This can lead to credibility degradation and company profit. Based on that condition, planned a monitoring system for electrical power quality output on secondary side of distribution transformer. Data from microcontroller which connect to sensors, like current sensors, voltage sensor and zero crossing detector to measure power factor. Data from microcontroller is sent to server using wifi network. The final project that have been made, it can monitor voltage, current, frequency, and power factor. And it also can detect voltage sag/ swell and undervolt/ overvolt. But, because of limitations it only can detect voltage sag from 22–198 Volts and voltage swell from 242-250 Volts. And also, it need 1 second as a minimum time to detect voltage sag/ swell.

Keywords : Monitoring, Current, Voltage, Frequency, Power factor, Wifi

PENDAHULUAN

Perkembangan sistem kelistrikan saat ini telah mengarah pada peningkatan efisiensi dan mutu tegangan dalam penyaluran energi listrik. Peningkatan efisiensi dan mutu tersebut dapat dimulai dari pembangkitan, transmisi dan distribusi. Hal ini sangat penting dan harus dijaga agar kualitas daya tetap terjaga mengingat sebagian besar konsumen bersikap loyal terhadap PLN dengan membayar tepat waktu dan menggunakan daya besar.

Untuk menjaga kualitas daya pada pelanggan, pihak PLN dapat memonitoring kualitas daya pada trafo distribusi karena trafo distribusi langsung terhubung dengan pelanggan. Sampai saat ini telah dikembangkan alat yang dapat memonitoring kualitas daya pada gejala perubahan tegangan berdurasi pendek yaitu *voltage dip/sag* dan *swell* [1], tetapi belum dikembangkannya alat

yang juga dapat memonitoring *power factor*. *Power factor* menjadi hal penting yang harus diperhatikan dalam penyaluran daya, kualitas *power factor* harus terus dijaga agar tidak menyebabkan *derating* dan kerusakan peralatan [2]. Penurunan kualitas *power factor* juga berdampak pada biaya operasi peralatan [3]. Peralatan tidak dapat bekerja maksimum tetapi harus membayar biaya operasional yang disebabkan naiknya daya reaktif, hal ini akan merugikan pelanggan, pada pihak pelanggan daya yang harus mereka bayar tidak sesuai dengan penggunaan mereka, sedangkan di pihak PLN dapat mengakibatkan menurunnya keuntungan dikarenakan PLN harus membayar denda ditambah lagi dengan mengganti peralatan yang rusak akibat kualitas daya yang buruk. Selain itu belum juga dikembangkan peralatan yang dapat mendeteksi gejala perubahan tegangan berdurasi panjang yaitu *overvoltage* atau *undervoltage*

dalam satu sistem. Maka sebab itu pada tugas akhir ini dilakukan perancangan monitoring kualitas daya *output* trafo distribusi dengan memperhatikan nilai tegangan, arus, *power factor*, frekuensi, gangguan *voltage sag/swell*, dan gangguan *undervoltage/overvoltage*.

METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, studi literatur, perancangan sistem, perancangan alat, implementasi dan analisis data, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

Pada tahap studi literatur akan dipelajari mengenai kualitas daya, *sag/swell*, *overvoltage/undervoltage*, *power factor* dan frekuensi., studi tentang mikrokontroler dan karakteristik baik secara *hardware* dan *software*, mengidentifikasi modul wiznet Wiz110SR, studi tentang pengiriman data dari mikrokontroler ke PC *server*, mempelajari mengintegrasikan wiznet Wiz110SR dengan mikrokontroler dan modul *wifi*. Pada tahap perancangan sistem dan perancangan alat, sensor tegangan dan arus yang telah dibuat dikalibrasi agar dapat dibaca oleh mikrokontroler. Lalu data tersebut dikirim oleh mikrokontroler ke modul wiznet dan selanjutnya dikirim ke modul *wifi* dan ke PC *server*. Setelah itu data yang telah dikirim akan ditampilkan pada PC *server*. Data percobaan yang telah diperoleh selanjutnya akan disimpan pada *database*.

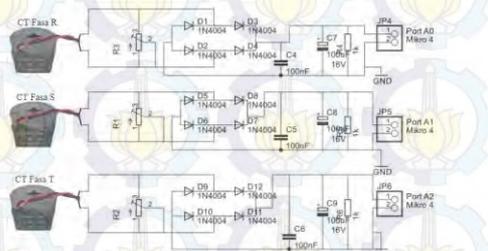
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhatian terhadap kualitas daya listrik dewasa ini semakin meningkat seiring dengan peningkatan penggunaan energi listrik dan utilitas kelistrikan. Istilah kualitas daya listrik telah menjadi isu penting pada industri tenaga listrik sejak akhir 1980-an. Istilah kualitas daya listrik merupakan suatu konsep yang memberikan gambaran tentang baik atau buruknya mutu daya listrik akibat adanya beberapa jenis gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan [2] Terdapat empat alasan utama, mengapa para ahli dan praktisi di bidang tenaga listrik memberikan perhatian lebih pada isu kualitas daya listrik [2], yaitu Pertumbuhan beban-beban listrik dewasa ini bersifat lebih peka terhadap kualitas daya listrik seperti sistem kendali dengan berbasis pada mikroprosesor dan perangkat elektronika daya, meningkatnya perhatian yang ditekankan pada efisiensi sistem daya listrik secara menyeluruh, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan penggunaan peralatan yang mempunyai efisiensi tinggi, seperti pengaturan kecepatan motor listrik dan penggunaan kapasitor untuk perbaikan faktor daya. Para pengguna utilitas kelistrikan menjadi lebih pandai dan bijaksana mengenai persoalan seperti *sag*, *swell* dan *power factor* dan merasa berkepentingan untuk

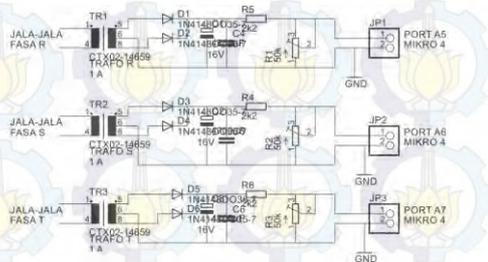
meningkatkan kualitas distribusi daya listriknya, dan sistem tenaga listrik yang saling berhubungan dalam suatu jaringan interkoneksi, di mana sistem tersebut memberikan suatu konsekuensi bahwa kegagalan dari setiap komponen dapat mengakibatkan kegagalan pada komponen lainnya.

Kualitas daya listrik adalah setiap masalah daya listrik yang berbentuk penyimpangan tegangan, arus atau frekuensi yang mengakibatkan kegagalan ataupun kesalahan operasi pada peralatan-peralatan yang terjadi pada konsumen energi listrik [2]. Daya adalah suatu nilai dari energi listrik yang dikirimkan dan didistribusikan, di mana besarnya daya listrik tersebut sebanding dengan perkalian besarnya tegangan dan arus listriknya. Sistem suplai daya listrik dapat dikendalikan oleh kualitas dari tegangan, dan tidak dapat dikendalikan oleh arus listrik karena arus listrik berada pada sisi beban yang bersifat individual, sehingga pada dasarnya kualitas daya adalah kualitas dari tegangan itu sendiri [2].

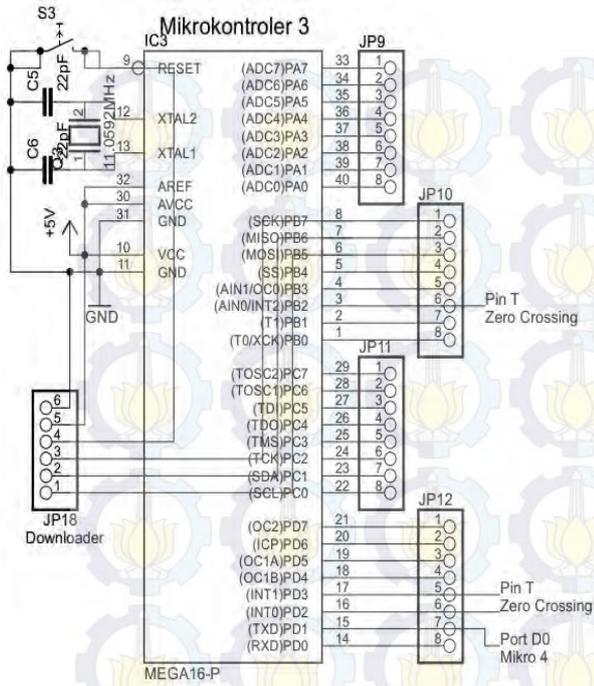
Variabel kualitas daya listrik yang dimonitor adalah tegangan, arus, frekuensi, *power factor*, dan gangguan *sag/ swell*. Karena itu dirancanglah beberapa rangkaian untuk mengukur variable diatas, yaitu rangkaian pengkondisi sinyal sensor arus seperti pada Gambar 1, rangkaian pengkondisi sinyal sensor tegangan yang dapat dilihat pada Gambar 2, dan rangkaian *zero crossing detector* seperti pada Gambar 3.



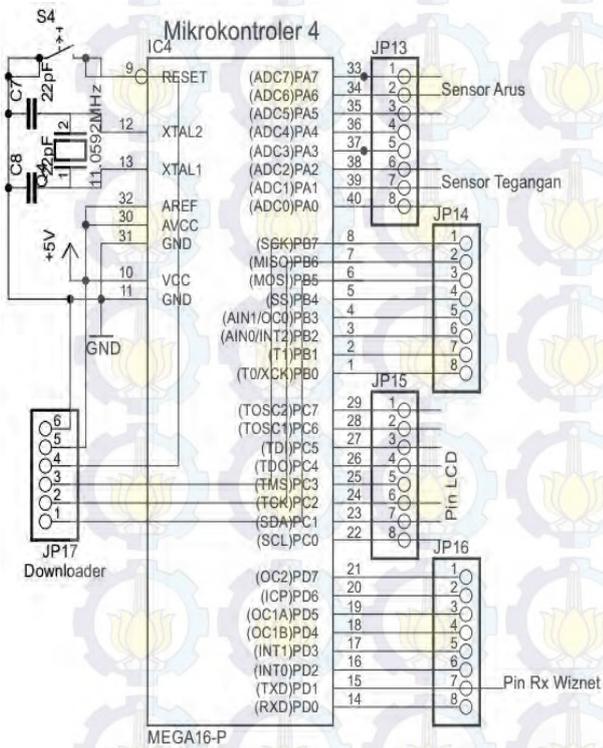
Gambar 1 Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Arus



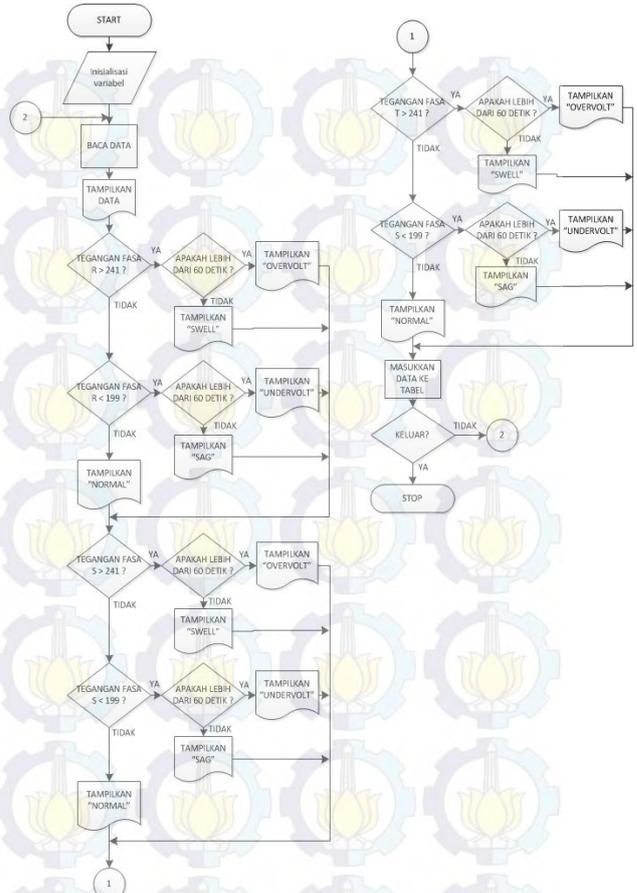
Gambar 2 Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Tegangan



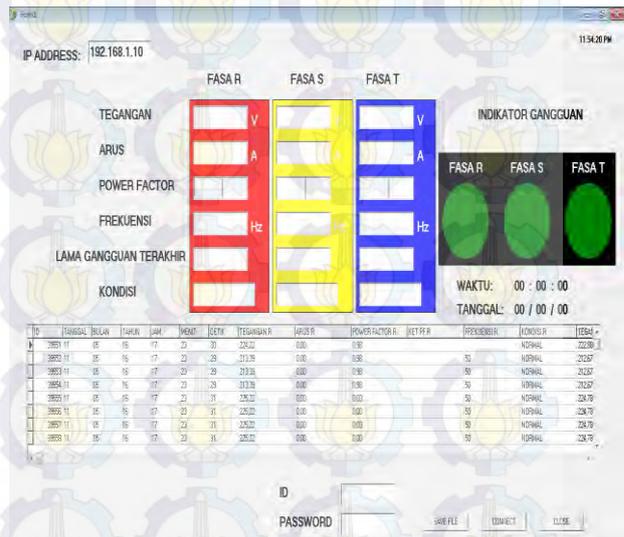
Gambar 7 Skema Mikrokontroler 3



Gambar 8 Skema Mikrokontroler 4



Gambar 9 Flowchart HMI



Gambar 10 Tampilan HMI

HMI (*Human Machine Interface*) yang digunakan dirancang menggunakan *software* Delphi7. Pada tampilan HMI, data yang ditampilkan adalah tegangan, arus, frekuensi, *power factor*, kondisi, dan lama gangguan tiap fasa. Flowchart perancangan dan tampilan HMI (*Human Machine Interface*) dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.

Pada pengujian sensor tegangan, didapatkan nilai *error* sebesar 1,20% seperti yang tertera pada tabel 1. Sedangkan untuk pengukuran sensor arus, didapatkan nilai *error* sebesar 0,21% seperti pada tabel 2.

Tabel 1 Tabel Pengukuran Sensor Tegangan

V input (VAC)- <i>variatic</i> (V)	Tampilan Tegangan Fasa R (V)	Tampilan Tegangan Fasa S (V)	Tampilan Tegangan Fasa T (V)
150	146	148	151
160	157	158	162
170	168	167	172
180	177	179	183
190	187	186	192
200	196	198	202
210	207	206	213
220	218	217	223
230	229	228	232
235	233	234	237
240	239	239	241
% Error	1,36	1,18	1,06
Rata-rata Error (%)	1,20		

Tabel 2 Tabel Pengukuran Sensor Arus

Beban (W)	Arus Tang Ampere (A)	Tampilan Arus Fasa R (A)	Tampilan Arus Fasa S (A)	Tampilan Arus Fasa T (A)
35	0,04	0	0	0
100	0,44	0,37	0,36	0,35
135	0,51	0,46	0,44	0,45
200	0,87	0,82	0,80	0,82
300	1,30	1,26	1,22	1,24
350	1,67	1,63	1,59	1,59
400	1,71	1,68	1,65	1,65
% Error		0,20	0,22	0,22
Rata-rata Error (%)		0,21		

Sedangkan untuk pengukuran nilai frekuensi dan *power factor* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4

Tabel 3 Tabel Pengukuran Frekuensi

Osiloskop	Fasa R	Fasa S	Fasa T
	50,34	50,35	50,33
Tampilan HMI	51	50	51
Error (%)	1,31	0,6	1,33
Rata-rata Error (%)	1,08		

Tabel 4 Tabel Pengukuran *Power Factor*

Beban	Pengukuran <i>Power Factor</i> Menggunakan Fluke 41B	Pengukuran <i>Power Factor</i> Menggunakan Mikrokontroler	Error (%)
Bolam 100 Watt	0,99 Lagging	0,95 Lagging	0,04
Kipas Angin	0,67 Lagging	0,75 Lagging	0,12
Bor	0,83 Lagging	0,95 Lagging	0,14

Beban	Pengukuran <i>Power Factor</i> Menggunakan Fluke 41B	Pengukuran <i>Power Factor</i> Menggunakan Mikrokontroler	Error (%)
Kipas Angin + Bor	0,95 Lagging	0,95 Lagging	0
Kipas Angin + Lampu	0,99 Lagging	0,98 Lagging	0,01
2 Lampu	0,62 Leading	0,65 Leading	0,48
2 Lampu + Kipas Angin	0,99 Lagging	0,89 Lagging	0,10
Bor + Lampu	0,95 Lagging	0,98 Lagging	0,03
Rata-rata Error (%)			0,061

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pengujian alat yang dibuat, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai rata – rata kesalahan dari pengukuran sensor tegangan adalah sebesar 1,20 %. Sedangkan untuk pengukuran sensor arus, didapatkan kesalahan sebesar 0,21%. Untuk Pengukuran *power factor* didapatkan kesalahan sebesar 0,061% dan untuk pengukuran frekuensi didapatkan kesalahan sebesar 1,08%.

Ketika tegangan yang diukur berada dibawah batas normal selama kurang dari 60 detik, maka akan ditampilkan gangguan ‘SAG’. Jika lebih dari 60 detika akan ditampilkan ‘UNDERVOLT’. Namun jika tegangan berada diatas normal selama kurang dari 60 detik, maka akan ditampilkan ‘SWELL’. Jika diatas 60 detik akan ditampilkan ‘OVERVOLT’.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk membuat rangkaian *zero crossing detector* yang mampu mendeteksi arus kecil. Kontroler yang digunakan pun dapat disesuaikan dengan kebutuhan supaya tidak terlalu banyak menggunakan kontroler, serta dikembangkan dengan menambahkan pengukuran *voltage unbalance*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartiningtyas, "Monitoing Tegangan Dip dan Swell pada Saluran Tegangan Rendah Menggunakan Mikrokontroler", *Tugas Akhir*, D3 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2014.
- [2] Floyd, *Electronic Fundamentals*, Pearson Education, New Jersey, 2004.
- [3] C. Sankaran, *Power Quality*, New York, CRC Press, 2002.

- [4] Pamungkas, "Prototipe Prediksi KWH Tak Terjual oleh PLN Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Media *Wifi*", *Tugas Akhir*, D3 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2014.
- [5] Putra, "Monitoring Harmonisa Arus Listrik Menggunakan Mikrokontroler", *Tugas Akhir*, D3 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2014.
- [6] Reza, "Rancang Bangun Pengendali Kecepatan Motor Induksi Satu Phase", *Skripsi*, Universitas Indonesia, Depok, 2010.
- [7] Amiri, "Prototipe Manuver Beban Otomatis pada Jaringan Listrik Tegangan Menengah Akibat Adanya Gangguan Satu Fasa ke Tanah Berbasis Mikrokontroler", *Tugas Akhir*, D3 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2014.
- [8] _____, "*User's Guide Home Station ADSL Version 1.1*", Movistar Ltd., Madrid, 2011.
- [9] _____, "Tegangan – Tegangan Standar", *SPLN 1:1995*, PT PLN (Persero), Jakarta, 1995.
- [10] _____, "Mutu Produk", *Buku Pedoman Mutu Produk*, PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur, Surabaya, 2013.

