

## PERANCANGAN ALAT MONITORING DAN PENYIMPAN DATA PADA PANEL HUBUNG TEGANGAN RENDAH DI TRAFU GARDU DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER

Riza Agung Firmansyah, Titiek Suheta, Dedi Antoni  
Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
rizaagungfirm@gmail.com, ekohita@gmail.com

### ABSTRACT

*The process of monitoring and measuring of transformer at PT. PLN (Persero) Rayon Dukuh Kupang Area Surabaya Selatan is done basically during peak load hours in the field. Usually between 18.00-22.00 local time. The distribution substation sometimes have different peak load hours, in the morning, afternoon, night, and sometimes at daybreak. Taking into account different peak load hours at different substation, the determination of peak load hour, which at this time is still done manually. Is considered to be ineffective. As an attempt to overcome this, in this research it is planned to design a monitor and data storage which function to monitor the transformer on distribution substation around the clock and this has been tried on distribution substayion no BC-759 located at Jl. Gayungsari no.171 Surabaya. From the monitoring it is obtained that the peak load hours happen between 10.17-14.32 local time and the highest peak load with power per phase R=9754,26 VA, S=10231 VA, and T=10013 VA. It also states that the load percentage on the transformer is 60%, henceforth the condition of the distribution substation can be informed earlier whether overload or not.*

*Keywords : monitoring, transformer, distribution substation.*

### ABSTRAK

Proses monitoring atau pengukuran pada transformator berkapasitas 100 KVA oleh PT. PLN (Persero) Rayon Dukuh Kupang Area Surabaya Selatan selama ini masih dilakukan secara manual, hal ini tentu saja kurang efektif dan sangat berbahaya. Pengukuran tersebut dilakukan berdasarkan terjadinya waktu beban puncak yaitu antara pukul 18.00 - 22.00 WIB. Akan tetapi setiap gardu distribusi terkadang mempunyai waktu terjadinya beban puncak berbeda-beda, ada yang terjadi pada siang hari, sore hari, malam hari dan bahkan pada dini hari. Dengan melihat fenomena tersebut, maka dalam penelitian ini dirancang alat monitoring dan penyimpan data yang berfungsi untuk memonitoring transformator selama 24 jam secara *realtime*. Dari hasil monitoring didapatkan lama waktu beban puncak terjadi pada pukul 10.17 - 14.32 WIB, dengan nilai beban puncak yang paling tinggi terjadi pada masing-masing fasa, yaitu fasa R = 9754,26 VA, fasa S = 10231 VA dan fasa T=10013VA. Dari hasil monitoring ini juga dapat diperoleh persentase pembebanan pada trafo sebesar 60%, sehingga dapat diketahui lebih awal kondisi trafo pada gardu distribusi tersebut apakah OB (*Over Blast*) atau kelebihan beban atau tidak.

Kata Kunci : Monitoring, Tranformator, Gardu distribusi.

### PENDAHULUAN

Pada proses monitoring atau pengukuran pada transformator yang berkapasitas 100 KVA oleh PT. PLN (Persero) Rayon Dukuh Kupang Area Surabaya Selatan dilakukan berdasarkan waktu beban puncak pada pukul 18.00 - 22.00 WIB, hal ini didasarkan pada PUTUSAN Komisi Pengawas Persaingan Usaha Republik Indonesia Nomor 06/KPPU-I/2011 Pasal 19 huruf d, yang menjelaskan tentang WBP (Waktu Beban Puncak) yang artinya pemakaian tenaga listrik pada jam 18.00 - 22.00. Sedangkan pada setiap gardu distribusi terkadang waktu terjadinya beban puncak berbeda-beda, ada yang terjadi pada siang hari, sore hari, malam hari dan bahkan terjadi pada dini hari. Dengan melihat waktu terjadinya beban puncak pada gardu yang berbeda-beda, maka penentuan waktu terjadi beban puncak yang selama ini dilakukan secara manual di rasa kurang efektif dan sangat berbahaya.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini dibuat suatu alat yang mampu memonitoring beban pada transformator distribusi selama 24 jam secara *realtime*. Dari

hasil pembacaan alat monitoring pada transformator distribusi ini dapat dievaluasi kapan waktu terjadinya beban puncak dan berapa besar nilai beban pada saat beban pucak. Hal ini juga dapat diketahui berapa besar persentase pembebanan beban puncak atau kapasitas trafo yang diperbolehkan yaitu <80% dari besar kapasitas trafo yang digunakan, yang di sesuaikan dengan aturan pada PUIL 2000.

Monitoring pada transformator distribusi juga pernah dilakukan dalam penelitian Sadikul Fuad (2013) tentang “Rancang Bangun Monitoring Temperatur Transformator Step Up 400V/20KV Berbasis Scada dengan Komunikasi Serial”, hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa perubahan temperatur minimum sebesar 39 °C dan temperatur maksimum 66 °C, hal ini sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan di sekitar transformator, pembebanan transformator, rugi-rugi dan lamanya transformator tersebut beroperasi. [6]

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Transformator Distribusi**

Menurut Agung Aprianto (2012) Trafo Distribusi adalah merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi kekonsumen. Kerusakan pada Trafo Distribusi menyebabkan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen akan terganggu (terjadi pemutusan aliran listrik atau pemadaman). Pemadaman merupakan suatu kerugian yang menyebabkan biaya-biaya pembangkitan akan meningkat tergantung harga KWH yang tidak terjual. Pemilihan rating Trafo Distribusi yang tidak sesuai dengan kebutuhan beban akan menyebabkan efisiensi menjadi kecil, begitu juga penempatan lokasi Trafo Distribusi yang tidak cocok mempengaruhi drop tegangan ujung pada konsumen atau jatuhnya tegangan ujung saluran/konsumen. [2]

### **Sistem Monitoring**

Menurut Whendy Chandra Prasetya (2011), Monitoring yang baik dibutuhkan pengawasan secara *realtime* dikarenakan kita tidak dapat mengetahui kapan akan terjadinya masalah dalam jaringan komputer. Hal tersebut menyulitkan seorang Teknisi Jaringan karena mengharuskan untuk selalu standby memantau kondisi jaringannya dan juga tidak selamanya melakukan monitoring dalam kondisi prima, sehingga dapat saja informasi alert yang ditampilkan terlewatkan dan akan menyebabkan keterlambatan dalam menangani masalah. [1]

### **Jaringan Tegangan Rendah (JTR)**

Menurut Aldi Riski (2013) Perkembangan sistem kelistrikan saat ini telah mengarah pada peningkatan efisiensi dalam penyaluran energi listrik. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi yaitu dengan mengurangi rugi daya dan meminimalkan drop tegangan pada jaringan. Drop tegangan pada sistem distribusi dapat terjadi pada jaringan tegangan menengah (JTM), transformator distribusi, jaringan tegangan rendah (JTR) dan saluran rumah. [4]

## **METODE**

Bahan Penelitian : Transformator 100 KVA  
Lokasi Penelitian : Kantor PT. PLN (persero) Rayon Dukuh Kupang Area Surabaya Selatan JL. Dukuh Kupang no. 157, Surabaya.  
Waktu Penelitian : 1 November 2013 sampai dengan tanggal 31 Desember 2014

### **Tahapan Penelitian**

#### **Observasi**

Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan. Kegiatan ini dilakukan untuk melihat, mengetahui dan mendapatkan informasi tentang proses pengukuran gardu

distribusi yang dilakukan. Selain itu juga mempelajari tentang data – data yang diperoleh saat pengukuran gardu distribusi oleh petugas yang bersangkutan.



Gambar 1. Gardu Distribusi

Proses monitoring atau pengukuran pada gardu distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Dukuh Kupang Area Surabaya Selatan dilakukan berdasarkan PUTUSAN Komisi Pengawas Persaingan Usaha Republik Indonesia Nomor 06/KPPU-I/2011 Pasal 19 huruf d yaitu pada pukul 10.00 - 14.00 WIB untuk beban puncak pada siang hari dan 18.00 - 22.00 WIB untuk beban puncak pada malam hari.

**Perancangan Hardware**

Pada alat monitoring ini di pasang beberapa sensor yaitu sensor arus dan tegangan yang terhubung pada control device. Untuk pengambilan data arus digunakan tiga sensor arus yang berupa Transformator Arus 100 A. Transformator ini di pasang pada bagian sekunder transformator dengan tegangan nominal 380/220Volt. Untuk mendapatkan data tegangan digunakan tiga transformator tegangan yang berfungsi menurunkan tegangan pada fasa R,S,T masing-masing terhadap fasa N. Data diambil pada sisi sekunder transformator dengan tegangan 400/5 Volt,dimana setiap tegangan yang masuk diturunkan menjadi 5 Volt agar data tegangan dapat diolah oleh mikrokontroler.

Untuk menghitung besar daya listrik DC digunakan persamaan :

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

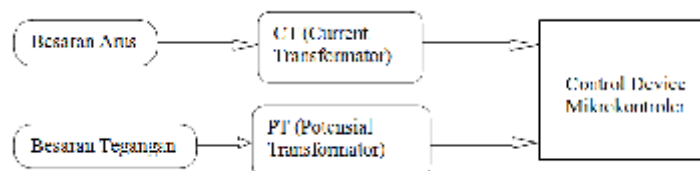
Untuk menghitung besar daya listrik AC digunakan persamaan :

$$P = V . I . \cos \varphi \quad (2)$$

Dimana :

- V = tegangan hasil monitoring
- I = Arus tiap phasa trafo
- P = Besar daya
- $\cos \varphi$  = Faktor daya

Besar daya yang dihitung , diproses menggunakan mikrokontroler. Data dari proses monitoring disimpan dalam memori yang ada, yang selanjutnya di lakukan evaluasi untuk mengetahui prosentase pembebanan pada trafo di gardu distribusi.



Gambar 2. Diagram blok Monitoring Transformator

Menghitung persentase pembebanan yang terjadi pada trafo di gardu distribusi dengan menggunakan persamaan

$$\% KVA = \frac{P_{total}}{P_{trafo}} \times 100 \quad (3)$$

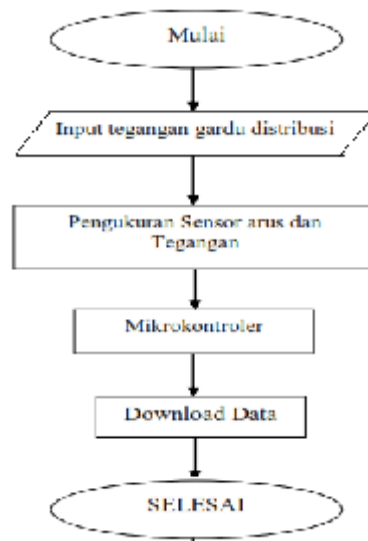
Dimana :

- $P_{total}$  = Total daya per fase
- $P_{trafo}$  = Daya trafo pada gardu distribusi

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T \quad (4)$$

### Perancangan Software

Pemrograman untuk hardware mikrokontroler Atmega32 menggunakan program Code Vision AVR. Software ini pemrogramannya menggunakan bahasa C. *Flowchart* pemrograman mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* perancangan software

Mikrokontroler mulai aktif ketika menerima input tegangan yang dilanjutkan dengan pengukuran arus dan tegangan pada bagian sekunder transformator. Pengambilan data arus dalam penelitian ini menggunakan tiga sensor arus yang berupa Current Transformator/ CT (Transformator Arus) 100A, sedangkan pada pengambilan data tegangan dilakukan dengan proses pengukuran line to netral / 1 Fasa R, S dan T menggunakan tiga Potential Transformator/PT (Transformator Tegangan) yang berfungsi menurunkan tegangan pada fasa R,S dan T masing-masing terhadap fasa N, data yang diambil pada sisi sekunder transformator dengan besar tegangan 200/5 Volt, setiap besarnya tegangan yang masuk diturunkan menjadi 5 Volt agar data tegangan dapat diolah oleh mikrokontroller. Input data besaran beban yang diperoleh akan diolah dan disimpan pada memori internal yang ada pada mikrokontroler Atmega32 dan ditampilkan pada LCD, setelah data tersimpan baru dilakukan proses pengambilan data yang ada pada memori internal mikrokontroller.

### Pemasangan Alat Monitoring

Penempatan alat monitoring pada box panel PHB-TR pada gardu distribusi dengan no. gardu BC-759 yang berada di depan kantor Dinas Perkebunan Propinsi Jawa Timur Jl. Gayung Kebonsari no.171 Surabaya ditunjukkan pada Gambar 4. Alat monitoring ini di letakkan di dalam gardu dan di

desain dengan ukuran yang pas, sehingga tidak perlu merubah atau mempengaruhi kinerja pada gardu ditribusi tersebut.



Gambar 4. Penempatan alat pada box panel PHB-TR

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat dilakukan mulai tanggal 21 Februari 2015 jam 16:02 - 22 Februari jam 13:48 pada gardu distribusi dengan nomor BC-759 yang berada di Kantor Dinas Perkebunan Propinsi Jawa Timur Jl. Gayungan Kebonsari no.171 Surabaya. Hasil dari monitoring ini di tunjukkan pada tabel 1,dengan besar nilai beban puncak paling tinggi ditunjukkan pada paket monitoring data No.73 dengan besar daya perphasa yaitu pada phasa R = 9754,26 VA, S = 10231 VA dan phasa T = 10013 VA, sehingga prosentase pembebanan pada trafo gardu distribusi diperoleh :

$$P_{total} = 9754,4 + 10231 + 10013$$

$$P_{total} = 29998,98 VA$$

$$P_{total} = 29,99898 KVA$$

$$\% KVA = \frac{29,99898}{50} \times 100$$

$$\% KVA = 59,997 \%$$

$$\% KVA = 60\%$$

**Tabel 1.** Data hasil monitoring yang menunjukkan besar nilai dan waktu beban puncak yang terjadi pada trafo gardu distribusi

Data	V <sub>R</sub>	V <sub>S</sub>	V <sub>T</sub>	I <sub>R</sub>	I <sub>S</sub>	I <sub>T</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>S</sub>	P <sub>T</sub>	Waktu
73	222.7	223.4	222.5	43.8	45.8	45	9754.26	10231.72	10012.5	10:17 AM
74	222.7	223.4	222.5	43.8	44.4	43.8	9754.26	9918.96	9745.5	10:32 AM
75	222.7	223.4	222.5	42	43.8	45	9353.4	9784.92	10012.5	10:47 AM
76	222.7	223.4	222.5	42	43.8	45	9353.4	9784.92	10012.5	11:02 AM
77	222.7	223.4	222.5	43.8	44.4	44.4	9754.26	9918.96	9879	11:17 AM
78	222.3	223.2	222.5	42.6	43.2	44.4	9469.98	9642.24	9879	11:32 AM
79	222.3	223.2	222.8	42	43.2	44.4	9336.6	9642.24	9892.32	11:47 AM
80	222.3	223.2	222.8	42.6	42.6	44.4	9469.98	9508.32	9892.32	12:02 PM
81	222.5	223.2	222.8	42.6	43.2	43.2	9478.5	9642.24	9624.96	12:17 PM
82	222.5	223.2	222	42	43.2	43.8	9345	9642.24	9723.6	12:32 PM
83	222.5	223.3	222.2	42	43.8	43.8	9345	9780.54	9732.36	12:47 PM
84	222.5	223.3	222.2	42	43.8	43.8	9345	9780.54	9732.36	1:02 PM

Lanjutan Tabel 1 Data hasil monitoring yang .....

85	222.5	223.3	222.2	42.6	42.6	44.4	9478.5	9512.58	9865.68	1:17 PM
86	222.5	223.3	222.2	42.6	42.6	44.4	9478.5	9512.58	9865.68	1:32 PM
87	222.5	223.6	222.2	42.6	43.8	43.2	9478.5	9793.68	9599.04	1:47 PM
88	222.6	223.6	222.2	42.6	42.6	43.8	9482.76	9525.36	9732.36	2:02 PM
89	222.6	223.6	222.2	42.6	42	43.8	9482.76	9391.2	9732.36	2:17 PM
90	222.6	223.6	222.2	42.6	42.6	43.2	9482.76	9525.36	9599.04	2:32 PM

Dari hasil analisa prosentase pembebanan gardu distribusi diperoleh nilai sebesar 60%, prosentase pembebanan ini masih normal karena sudah sesuai dengan aturan pembebanan pada PUIL 2000 yang menyatakan bahwa besar beban trafo yang digunakan < 80% dari kapasitas trafo.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil monitoring dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat di simpulkan bahwa :

1. Hasil monitoring waktu beban puncak terjadi pada pukul 10:17 WIB sampai dengan pukul 14:32 WIB pada gardu distribusi dengan No.BC-759.
2. Besar nilai arus pada fasa R = 43,8 A, fasa S= 45,8 A dan fasa T = 45 A, untuk nilai tegangan pada saat beban pucak terjadi pada fasa R = 222,7 volt, fasa S = 223,4 volt dan fasa T = 222,5 volt dengan proses pengukuran *line to netral* / 1 Fasa R, S dan T.
3. Besar nilai daya pada saat beban puncak pada fasa R = 9754,26 VA, S= 10231 VA dan fasa T = 10013 VA, sehingga di ketahui prosentase pembebanan pada trafo sebesar 60% dan pembebanan tersebut masih normal.

## Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut dari hasil penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan berkaitan dengan tugas akhir ini antara lain :

1. Perlu diadakan penelitian kembali tentang perancangan yang lebih baik dengan menggunakan online monitoring dengan mengirim data dengan sistem online.
2. Perlu penambahan fitur – fitur baru untuk lebih memudahkan operator dalam memantau kondisi transformator seperti dapat memprediksi umur transformator.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anggraeni, Irma (2012), “*Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus Berbasis Mikrokontroler AVR*”, Institut Teknologi Telkom - Bandung.
2. Aprianto, Agung (2012), “*Pemeliharaan Trafo Distribusi*”, Universitas Diponegoro - Semarang
3. Iskandar, Dadang (2011), “*Sistem Informasi Gardu Induk dan Gardu Distribusi*”, Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta.
4. Riski, Aldi (2013), “*Pengaruh Penambahan Jaringan Terhadap Drop Tegangan Pada SUTM 20 KV*”, Institut Teknologi Padang - Padang.
5. Suhadi, TW (2010), “*Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*”, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan – Jakarta.
6. Sadikul Fuad (2013), “*Rancang Bangun Monitoring Temperatur Transformator Step Up 400V/20KV Berbasis Scada dengan Komunikasi Serial*”, Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
7. Warman, Daman (2013), “*Sistem Distribusi Tenaga Listrik*”, Universitas Negeri Padang.