

**ANALISA PEMETAAN SUHU MATERIAL PADA
GARDU DISTRIBUSI PT. PLN (PERSERO) AREA
MARUNDA PADA PENYULANG TIUP**



EKO PRASETYO

5115096960

Skripsi Ini Di Tulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan.

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2014

HALAMAN PENGESAHAN

| NAMA DOSEN | TANDA TANGAN | TANGGAL |
|---|---------------------|----------------|
| Massus Subekti, S.Pd., M.T. (Dosen Pembimbing I) | | |
| Drs. Irzan Zakir, M.Pd (Dosen Pembimbing II) | | |

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

| NAMA DOSEN | TANDA TANGAN | TANGGAL |
|--|---------------------|----------------|
| Drs. Wisnu Djatmiko , M. T. (Ketua Penguji) | | |
| Drs. Readysal Monantun, M. M. (Dosen Penguji) | | |
| Aris Sunawar, S.Pd., M.T (Dosen Penguji Ahli) | | |

Tanggal Lulus :

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 7 Agustus Juli 2014

Yang membuat pernyataan

Eko Prasetyo

5115096960

ABSTRAK

EKO PRASETYO, ANALISA PEMETAAN SUHU MATERIAL PADA GARDU DISTRIBUSI PT. PLN (Persero) AREA MARUNDA PADA PENYULANG TIUP. Pembimbing Massus Subekti, S.Pd. dan Drs. Irzan Zakir, M.Pd.

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi gangguan kelistrikan yang terjadi karena kerusakan material gardu akibat tingkat suhu yang tinggi serta mendapatkan data pemetaan suhu material pada sistem distribusi tenaga listrik di PT. PLN (Persero) Area Marunda pada bulan Maret - April 2014.

Penelitian dilakukan dengan metode observasi lapangan diawalidengan pengumpulan data-data serta teori-teori yang berhubungan dengan penelitian selanjutnya dilakukan pengukuran suhu material ke 9 gardu distribusi yang terdapat pada penyulang Tiup. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik material gardu distribusi yaitu pada *bushing* transformator primer (U, V, W), *bushing* transformator sekunder (R, S, T dan N) serta PHB-TR (R, S dan T) dan pemetaan suhu dilakukan dengan cara membandingkan suhu material dengan suhu standar lapangan untuk untuk mendapatkan hasil presentase suhu material yang akan di masukan ke dalam perhitungan metode *rating scale*.

Setelah dilakukan pengukuran suhu material pada gardu distribusi di PT. PLN (Persero) Area Marunda pada penyulang Tiup, yang memiliki tingkat suhu material gardu distribusi tinggi yang menyebabkan sering terjadinya gangguan kelistrikan. Gardu CK 77 yang memiliki tingkat rata-rata suhu tertinggi di beberapa titik material *Bushing* transformator primer $83,36^{\circ}\text{C}$ (Kurang Baik), *Bushing* transformator sekunder mencapai $95,4^{\circ}\text{C}$ (Kurang Baik) dan pada PHB-TR sebesar $111,13^{\circ}\text{C}$ sedangkan Gardu CK 57 yang memiliki tingkat suhu terendah pada titik material *Bushing* transformator primer $38,23^{\circ}\text{C}$ (Baik) *Bushing* transformator sekunder sebesar $40,92^{\circ}\text{C}$ (Cukup) dan pada Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) sebesar $66,83^{\circ}\text{C}$ (Kurang).

Sehingga Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata suhu di beberapa titik material gardu distribusi CK 57 masih dalam katagori Baik. Namun rata-rata suhu di beberapa titik material pada gardu distribusi CK 77 memiliki tingkat suhu Kurang Baik dengan presentase 97% pada material *Bushing* sekunder dengan rata-rata suhu material $95,4^{\circ}\text{C}$.

Kata Kunci : Analisa, Pemetaan suhu pada *Bushing* transformator Primer, Sekunder dan PHB-TR, Sistem Distribusi Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) Area Marunda Penyulang Tiup.

ABSTRACT

EKO PRASETYO, ANALYSIS AND MAPPING OF MATERIAL ON TEMPERATURE DISTRIBUTION SUBSTATION PT. PLN (Persero) MARUNDA AREA ON INFLATABLE feeder. Supervisor Massus Subekti, S.Pd. and Drs. Irzan Zakir, M.Pd.

This study aims to reduce electrical interference that occurs due to material damage as a result of substation due to high temperatures and to obtain material temperature mapping data on the electricity distribution system in the PT. PLN (Persero) Marunda area in March - April 2014.

The study was conducted by field observation method begins with the collection of data and theories related to the research conducted subsequent to 9 temperature measurements of material contained on the distribution substation feeders Blow. Measurements were taken at some point the material that is on bushing distribution substation transformer primary (U, V, W), secondary transformer bushing (R, S, T and N) and PHB-TR (R, S and T) and temperature mapping is done by comparing the temperature of the material with a standard temperature field for the temperature to get the percentage of material that will be input to the calculation method of rating scale.

After the temperature measurement of materials at distribution substations in PT. PLN (Persero) in the feeder Blow Marunda area, which has a distribution substation high temperature materials that cause frequent occurrence of electrical interference. CK 77 substations which have an average rate highest temperature at some point the primary transformer Bushing material 83.36°C (Not Good), Bushing secondary transformer reaches 95.4°C (Not Good) and the PHB-TR for $111,13^{\circ}\text{C}$ while Substation CK 57 which has a lowest temperature of the material at the point of primary transformer bushings $38,23^{\circ}\text{C}$ (good) secondary transformer bushings for $40,92^{\circ}\text{C}$ (Self) and the Connecting for Low Voltage Board (PHB-TR) of $66,83^{\circ}\text{C}$ (Less).

So the conclusion from this study showed that the average temperature of the material at some point CK 57 distribution substations still in the good category. However, the average temperature of the material at some point in the distribution substation CK 77 has a temperature level Less Neither the percentage of 97% in the secondary Bushing material with an average temperature $95,4^{\circ}\text{C}$ material.

Keywords: Analysis, Mapping temperature on transformer Bushing Primary, Secondary and PHB-TR, Electric Power Distribution System PT. PLN (Persero) Blow feeder Marunda area.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Karunia-Nya yang telah diberikan kepada penyusun, ucapan Syukur Alhamdulillah merupakan satu kata yang sangat pantas penyusun ucapkan kepada Allah SWT yang karena atas bimbinganNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ *Analisa Pemetaan Suhu Material Gardu Distribusi PT. PLN (Persero) Area Marunda Penyulang Tiup*”. yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam merencanakan, menyusun dan menyelesaikan skripsi ini, banyak mendapatkan bimbingan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak. sehubungan dengan hal tersebut pada kesempatan ini penyusun sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Drs. Wisnu Djatmiko, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Drs. Readysal Monantun, M. M., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Massus Subekti, S.Pd., M.T. dan Drs. Irzan Zakir, M.Pd., selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran selalu membimbing dan memberi semangat kepada saya hingga selesainya skripsi ini.
4. Kedua Orang Tua dan saudara-saudara sekeluarga serta teman-teman Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta jurusan Teknik Elektro non reguler angkatan 2009 yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat dan motivasi.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak terkait yang telah membantu penyusun dalam menghadapi tantangan dalam penyusunan skripsi ini, penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang mendasar pada penyusunan skripsi ini, Akhir kata penyusun berharap agar hasil penulisan dan penyusunan skripsi nanti dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak yang terkait.

Jakarta, 7 Agustus 2014

Penyusun

Eko prasetyo

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 5 |
| 1.4 Perumusan Masalah | 5 |
| 1.5 Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.6 Kegunaan Penelitian | 6 |
| BAB II LANDASAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR | 7 |
| 2.1 Kerangka Teori | 7 |
| 2.1.1 Pengertian Pemetaan | 7 |
| 2.1.2 Pengertian Analisa | 8 |
| 2.1.3 Pengertian Gardu Distribusi | 10 |
| 2.1.4 Macam-Macam Gardu Distribusi | 12 |
| 1. Gardu Beton | 12 |
| 2. Gardu Portal | 15 |
| 3. Gardu Cantol | 18 |
| 4. Gardu <i>Metal Clad</i> (Gardu Besi) | 20 |
| 2.1.5 Komponen Utama Konstruksi Gardu Distribusi | 22 |
| 1. Transformator Satu Fase | 22 |
| 2. Transformator Distribusi Fase 3 | 23 |
| 3. Konstruksi Transformator | 25 |

| | |
|--|-----------|
| a. Bushing | 26 |
| b. Sistem Pendingin/Sirip-Sirip Pendingin | 28 |
| c. Peralatan Proteksi | 28 |
| d. Indikator | 28 |
| e. Tap <i>Changer</i> | 29 |
| f. Plat Nama | 29 |
| g. Spesifikasi Teknis Transformator | 29 |
| 4. PHB Sisi Tegangan Menengah (PHB-TM) | 30 |
| 1. Pemisah- <i>Disconnecting Switch</i> (DS) | 30 |
| 2. Pemutus Beban- <i>Load Break Switch</i> (LBS) | 30 |
| 3. Pemutus Tenaga- <i>Circuit Breaker</i> (CB) | 31 |
| 4. LBS-TP (<i>Transformer Protection</i>) | 31 |
| 5. PHB Sisi Tegangan Rendah (PHB-TR) | 32 |
| a. <i>No Fused Breaker</i> (NFB) | 33 |
| b. Pengaman Lebur (sekring) | 34 |
| 1. Pelebur Tabung Semi Terbuka | 35 |
| 2. Pelebur Tabung Tertutup (Tipe NH/NT) ... | 35 |
| 2.1.6 Alat Ukur | 37 |
| 1. <i>Thermal Imaging</i> Tipe FLIR i3 | 37 |
| 2. <i>Thermometer Laser Infrared</i> | 37 |
| 3. <i>FLIR Tools</i> | 38 |
| 2.1.7 Kerangka Berpikir | 38 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 40 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 40 |
| 3.2 Alat Penelitian | 40 |
| 3.3 Metodologi Penelitian | 40 |
| 3.4 Definisi Operasional | 40 |
| 3.5 Rancangan Penelitian | 43 |
| 3.6 Flowchart Penelitian | 45 |
| 3.7 Instrumen Penelitian | 47 |
| 3.8 Persiapan Penelitian | 49 |

| | |
|--|-----------|
| 3.8 Pelaksanaan Penelitian | 49 |
| 3.9 Teknik Analisis Data | 49 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 51 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 51 |
| 4.1.1 Pemetaan Gardu Distribusi Di PT PLN (Persero) Area Marunda | 51 |
| 4.1.2 Deskripsi Data | 53 |
| 4.2 Pembahasan | 62 |
| 4.2.1 Proses Perhitungan Data | 62 |
| 1. Proses Perhitungan Data Pada <i>Bushing</i> Transformator Primer | 63 |
| 2. Proses Perhitungan Data Pada <i>Bushing</i> Transformator Sekunder | 66 |
| 3. Proses Perhitungan Data Pada Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) | 68 |
| 4.2.2 Proses Pemetaan Data Pada Presentase Kinerja Gardu Distribusi PT PLN (Persero) Area Marunda | 71 |
| 1. Proses Perhitungan Presentase Kinerja Pada <i>Bushing</i> Transformator Primer | 72 |
| 2. Proses Perhitungan Presentase Kinerja Pada <i>Bushing</i> Transformator Sekunder | 72 |
| 3. Proses Perhitungan Presentase Kinerja Pada Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) | 73 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 76 |
| 5.1 Kesimpulan | 76 |
| 5.2 Saran | 78 |
| DAFTAR PUSTAKA | 79 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|-------------|---|
| Gambar 2.1 | Gardu Beton 12 |
| Gambar 2.2 | Diagram Garis Tunggal Gardu Beton 14 |
| Gambar 2.3 | Konstruksi Batu Beton 14 |
| Gambar 2.4 | Gardu Tiang Tipe Portal dan Diagram 1 Garis 15 |
| Gambar 2.5 | Konstruksi Gardu Portal 17 |
| Gambar 2.6 | Gardu Cantol 18 |
| Gambar 2.7 | Konstruksi Gardu Cantol 19 |
| Gambar 2.8 | Gardu Besi 21 |
| Gambar 2.9 | Percobaan Induksi 22 |
| Gambar 2.10 | Transformator Distribusi Fasa 3 23 |
| Gambar 2.11 | Bagian-Bagian Transformator 25 |
| Gambar 2.12 | <i>Bushing</i> Transfromator 26 |
| Gambar 2.13 | Indikator Temperatur 28 |
| Gambar 2.14 | <i>Tap Changer</i> 29 |
| Gambar 2.15 | Kubikel TM 30 |
| Gambar 2.16 | Kubikel <i>Ring Main Unit</i> (RMU) 31 |
| Gambar 2.17 | Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) 32 |
| Gambar 2.18 | Sekering 34 |
| Gambar 2.19 | Pelebur Tabung Semi Terbuka 35 |
| Gambar 2.20 | Pelebur Tabung Tertutup 35 |
| Gambar 2.21 | <i>Thermal Imaging</i> Tipe FLIR i3 37 |
| Gambar 2.22 | <i>Thermometer Laser Infrared</i> 37 |
| Gambar 2.23 | <i>FLIR Tools</i> 38 |
| Gambar 3.1 | Flowchart Penelitian 45 |
| Gambar 4.1 | Penyulang Tiup Area Marunda 52 |
| Gambar 4.2 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada <i>bushing</i> transformator primer pada titik U) 55 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.3 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada <i>bushing</i> transformator primer pada titik V) | 56 |
| Gambar 4.4 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada <i>bushing</i> transformator primer pada titik W) | 56 |
| Gambar 4.5 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada <i>bushing</i> transformator sekunder pada titik R)... | 58 |
| Gambar 4.6 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada <i>bushing</i> transformator sekunder pada titik S) .. | 58 |
| Gambar 4.7 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada <i>bushing</i> transformator sekunder pada titik T) .. | 59 |
| Gambar 4.8 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada <i>bushing</i> transformator sekunder pada titik N) .. | 59 |
| Gambar 4.9 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada PHB-TR pada titik R)..... | 61 |
| Gambar 4.10 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada PHB-TR pada titik S) | 61 |
| Gambar 4.11 | Grafik Perbandingan Hasil Foto Thermacam dan Laser Infrared (Pada PHB-TR pada titik T) | 62 |
| Gambar 4.12 | Grafik Presentase Pemetaan Suhu Pada <i>Bushing</i> Transformator Primer | 65 |
| Gambar 4.13 | Grafik Presentase Pemetaan Suhu Pada <i>Bushing</i> Transformator Sekunder | 67 |
| Gambar 4.14 | Grafik Presentase Pemetaan Suhu Pada PHB-TR..... | 70 |
| Gambar 4.15 | Grafik Presentase Kinerja Suhu Pada Gardu Distribusi PT PLN (Persero) Area Marunda | 74 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|------------|--|
| Tabel 3.1 | Thermacam Di Beberapa Titik Gardu Distribusi (<i>Bushing</i> Thransformator Primer) 47 |
| Tabel 3.2 | Thermacam Di Beberapa Titik Gardu Distribusi (<i>Bushing</i> Thransformator Sekunder) 48 |
| Tabel 3.3 | Thermacam Di Beberapa Titik Gardu Distribusi (PHB-TR) 48 |
| Tabel 3.4 | Presentase Kinerja 48 |
| Tabel 4.1 | Pengukuran Thermacam <i>Bushing</i> Thransformator Primer 54 |
| Tabel 4.2 | Pengukuran Laser Infrared <i>Bushing</i> Thransformator Primer 55 |
| Tabel 4.3 | Pengukuran Thermacam <i>Bushing</i> Thransformator Sekunder 57 |
| Tabel 4.4 | Pengukuran Laser Infrared <i>Bushing</i> Thransformator Sekunder 57 |
| Tabel 4.5 | Pengukuran Thermacam PHB-TR 60 |
| Tabel 4.6 | Pengukuran Laser Infrared PHB-TR 60 |
| Tabel 4.7 | Presentase Pemetaan Suhu Thermacam Material Gardu Distribusi (<i>Bushing</i> Thransformator Primer) 65 |
| Tabel 4.8 | Presentase Pemetaan Suhu Thermacam Material Gardu Distribusi (<i>Bushing</i> Thransformator Sekunder) 67 |
| Tabel 4.9 | Presentase Pemetaan Suhu Thermacam Material Gardu Distribusi (PHB-TR) 69 |
| Tabel 4.10 | Presentase Kinerja Gardu Distribusi di PT PLN (Persero) Area Marunda 74 |