

LAPORAN TUGAS AKHIR

**OPTIMALISASI PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DAYA 150 KV
DENGAN KONTROL JARAK JAUH *ON LOAD TAP CHANGER (OLTC)*
MENGUNAKAN NodeMCU ESP8266**



Disusun Oleh:

Nama : Muh. Ilham Alim

N.I.M. : 41419120192

Pembimbing : Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

**OPTIMALISASI PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DAYA 150 KV
DENGAN KONTROL JARAK JAUH *ON LOAD TAP CHANGER (OLTC)*
MENGUNAKAN NodeMCU ESP8266**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata
Satu (S1)



Disusun Oleh:

Nama : Muh. Ilham Alim

N.I.M. : 41419120192

Pembimbing : Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**OPTIMALISASI PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DAYA 150 KV
DENGAN KONTROL JARAK JAUH *ON LOAD TAP CHANGER (OLTC)*
MENGUNAKAN NodeMCU ESP8266**



Disusun Oleh:

Nama : Muh. Ilham Alim
N.I.M. : 41419120192
Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS
Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir
MERCU BUANA

(Dr. Eko Ihsanto, M.Eng.)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Eko Ihsanto, M.Eng.)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Harizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muh. Ilham Alim

NIM : 41419120192

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Optimalisasi Pemeliharaan Transformator Daya 150 kV Dengan Kontrol Jarak Jauh *On Load Tap Changer (OLTC)* Menggunakan NodeMCU ESP8266

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hasil penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 Juli 2021



MUH. ILHAM ALIM

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah subhanahuwata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Optimalisasi Pemeliharaan Transformator Daya 150 kV Dengan Kontrol Jarak Jauh *On Load Tap Changer (OLTC)* Menggunakan NodeMCU ESP8266” tepat pada waktunya.

Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahuwata'ala yang telah memberikan kemudahan, kelancaran, dan ridho-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa mendukung dan memberikan doa bagi penulis hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana sekaligus sebagai Dosen Pembimbing.
4. Bapak Muhammad Hafidz Ibnu Hajar, ST, M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan pelajaran dan ilmu yang bermanfaat bagi penulis untuk menunjang penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Rekan-rekan kerja penulis di PT PLN (Persero) ULTG Bekasi khususnya bidang Pemeliharaan Gardu Induk.
7. Teman-teman kelas Reguler 2 angkatan 36 Universitas Mercu Buana yang sama-sama berjuang menyelesaikan Tugas Akhir di Semester 3 ini.
8. Pihak-pihak lain yang telah memberi bantuan baik riil maupun materil.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi

sempurnanya Tugas Akhir ini. Besar harapan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, khususnya pembaca.

Jakarta, 19 Juli 2021

MUH. ILHAM ALIM



ABSTRAK

Transformator daya adalah perangkat terpenting di gardu induk, dan memainkan peran penting dalam sistem transmisi listrik. Apabila terjadi kelainan pada transformator maka akan mempercepat proses penuaannya, hal ini dapat menyebabkan kegagalan pada transformator yang mengakibatkan kerugian pendapatan yang besar tidak hanya pada utilitas tetapi juga pada pelanggan. Oleh karena itu, penilaian kesehatan transformator menjadi sangat penting. Pengecekan kondisi transformator dibagi menjadi 3 yaitu *In Services Inspection* (Inspeksi dalam keadaan operasi), *In Services Measurement* (Pengujian dalam keadaan operasi), dan *Shutdown Measurement* (Pengujian dalam keadaan padam).

Pengujian dalam keadaan padam (*Shutdown Measurement*) adalah pengujian yang dilakukan secara rutin 2 tahunan ataupun pengujian yang dilakukan apabila transformator mengalami gangguan internal. Beberapa contoh pengujian pada transformator adalah pengujian Rasio, R-DC, Dinamic Resistance, Continuity, Indeks Polaritas, dan lain-lain. Diantara pengujian tersebut banyak yang membutuhkan penggantian tap pada *On Load Tap Changer* (OLTC) pada saat dilakukan pengujian. Pada saat melakukan pengujian, terdapat kendala untuk pengujian transformator pada Gardu Induk dengan tipe *Gas Insulated Switchgear* (GIS) karena lokasi transformator berada diluar Gedung sementara lokasi titik pengujian berada di dalam Gedung. Kondisi ini membuat proses pengujian transformator menjadi sulit karena sisi primer transformator hanya dapat diuji melalui fasilitas uji yang ada di kompartemen GIS yang lokasi di dalam ruangan. Menanggapi masalah waktu yang terbatas, dan lokasi pengujian yang jauh, serta jumlah personil pemeliharaan yang terbatas, oleh sebab itu dibutuhkan solusi yang dapat mengoptimalkan waktu pengujian tanpa perlu penambahan jumlah personil. Untuk itu solusi yang mungkin dapat ditawarkan adalah membuat alat atau antarmuka yang dapat membantu mempermudah dan mempercepat proses pengujian transformator.

NodeMCU ESP8266 adalah jenis microcontroller yang digunakan sebagai kontrol jarak jauh karena sudah memiliki fitur WIFI. Dengan memanfaatkan perangkat kontrol jarak jauh ini, dapat menjadi perpanjangan tangan atau alat bantu yang dapat mempercepat pelaksanaan pengujian transformator daya khususnya pada transformator jenis GIS, dan jumlah personil yang awalnya dikerjakan oleh 3 orang dapat dioptimalkan menjadi 2 orang personil.

Kata Kunci : Transformator, *On Load Tap Changer* (OLTC), *Gas Insulated Switchgear* (GIS), *Internet of Things* (IoT), NodeMCU ESP8266

ABSTRACT

The power transformer is the most important device in the substation and plays an important role in the power transmission system. If there is an abnormality in the transformer, it will accelerate the aging process, this can lead to failure of the transformer which results in large revenue losses not only for utilities but also for customers. Therefore, the transformer health assessment becomes very important. Checking the condition of the transformer is divided into 3, namely In Services Inspection (Inspection in operating condition), In Services Measurement (Test in operating state), and Shutdown Measurement (Test in an off state).

Testing in a state of blackout (Shutdown Measurement) is a test that is carried out routinely every 2 years or a test carried out if the transformer experiences an internal fault. Some examples of testing on transformers are Ratio testing, R-DC, Dynamic Resistance, Continuity, Polarity Index, and others. Among these tests, many require replacing the tap on the On Load Tap Changer (OLTC) at the time of testing. At the time of testing, there were obstacles for testing the transformer at the Substation with the Gas Insulated Switchgear (GIS) type because the location of the transformer was outside the building while the location of the test point was inside the building. This condition makes the transformer testing process difficult because the primary side of the transformer can only be tested through the existing test facility in the GIS compartment which is located indoors. In response to the problem of limited time, and remote test locations, as well as the limited number of maintenance personnel, a solution that can optimize testing time is needed without the need for additional personnel. For this reason, a possible solution that can be offered is to create a tool or interface that can help simplify and speed up the transformer testing process.

NodeMCU ESP8266 is a type of microcontroller that is used as a remote control because it already has a WIFI feature. By utilizing this remote control device, it can become an extension or a tool that can speed up the implementation of power transformer testing, especially on GIS type transformers, and the number of personnel initially worked on by 3 people can be optimized to 2 personnel.

Keywords: *Transformer, On Load Tap Changer (OLTC), Gas Insulated Switchgear (GIS), Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP8266*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
LAMPIRAN.....	xiv
BAB I_PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II_LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Transformator Daya	9
2.3 On Load Tap Changer (OLTC).....	16
2.4 Gas Insulated Switchgear (GIS).....	23
2.5 NodeMCU ESP8266	24
2.6 <i>Message Queue Telemetry Transport</i> (MQTT)	26
2.7 Software Arduino IDE	28
2.8 MQTT Dash	29
BAB III_METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Metodologi Penelitian	31
3.2 Perancangan Sistem	36
BAB IV_HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Implementasi Sistem	42
4.2 Pengujian Komunikasi	53
4.3 Pengujian Kendali Sistem	53
4.4 Analisa Pengaruh Optimalisasi Pemeliharaan	54
BAB V_PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan	58

5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip hukum elektromagnetik	9
Gambar 2.2 Elektromagnetik pada trafo	10
Gambar 2.3 Inti besi	11
Gambar 2.4 Belitan trafo	11
Gambar 2.5 Bushing transformator	11
Gambar 2.6 Radiator	13
Gambar 2.7 Konservator	13
Gambar 2.8 Minyak Isolasi Trafo	14
Gambar 2.9 Tembaga yang dilapisi kertas isolasi	14
Gambar 2.10 Mekanisme Kerja Rele Bucholz	15
Gambar 2.11 Rele Jansen	15
Gambar 2.12 Rele Sudden Pressure	16
Gambar 2.13 Bagian – bagian dari rele thermal	16
Gambar 2.14 OLTC pada Transformator	17
Gambar 2.15 Kontak switching pada diverter switch	19
Gambar 2.16 Rangkaian pengujian dynamic resistance	20
Gambar 2.17 Contoh grafik pengujian dinamic resistance	20
Gambar 2.18 Hubungan rasio belitan trafo	21
Gambar 2.19 Rangkaian metode arus-tegangan	22
Gambar 2.20 Rangkaian metode jembatan Wheatstone	23
Gambar 2.22 NodeMCU Devkit v1.0	25
Gambar 2.23 Konfigurasi NodeMCU ESP8266	25
Gambar 2.24 Desain sistem MQTT sederhana	27
Gambar 2.25 Tampilan Software Arduino IDE	29
Gambar 2.26 Logo MQTT Dash	30
Gambar 3.2 Desain Box Kontrol OLTC	34
Gambar 3.3 Desain Box Kontrol Alat Uji	34
Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem	36
Gambar 3.6 Flowchart Sistem	39
Gambar 4.1 Rangkaian Modul OLTC	43
Gambar 4.2 Rangkaian Modul Alat Uji	43
Gambar 4.3 Penulisan Program	45
Gambar 4.4 Pengaturan Alamat MQTT Broker dan topik	52

Gambar 4.5 Denah Gardu Induk	55
Gambar 4.6 Pemasangan modul pada OLTC	56
Gambar 4.7 Pemasangan modul pada alat uji	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Jurnal	8
Tabel 2.2 Macam–macam pendingin pada trafo	12
Table 4.1 Pengujian Komunikasi	53
Tabel 4.2 Pengujian Kendali Sistem	54
Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Pengujian	57



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
ULTG	Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk
OLTC	<i>On Load Tap Changer</i>
GIS	<i>Gas Insulated Switchgear</i>
GI	<i>Gardu Induk</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
RCPS	<i>Root Cause Problem Solving</i>
MQTT	<i>Message Queue Telemetry Transport</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
ISP	<i>In System Programming</i>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Wiring OLTC Transformator UNINDO.....	61
Lampiran 2 Hasil Uji <i>Dynamic Resistance</i>	62
Lampiran 3 Denah Gardu Induk	63





UNIVERSITAS
MERCU BUANA