

**ANALISIS KEANDALAN PMT 20 KV PADA KUBIKEL SISI INCOMING
DI GARDU INDUK BOOM BARU**



LAPORAN AKHIR

Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik

OLEH:

FAQIH NUR HAFIDZUDDIN

062130310877

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2024

**ANALISIS KEANDALAN PMT 20 KV PADA KUBIKEL SISI INCOMING
DI GARDU INDUK BOOM BARU**



**OLEH
FAQIH NUR HAFIDZUDDIN
062130310877**

Palembang, Agustus 2024

Menyetujui,

Pembimbing I

**Ir. Siswandi, M.T.
NIP. 196409011993031002**

Pembimbing II

**Heri Liamsi, S.T., M.T.
NIP. 196311091991021001**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002**

**Koordinator Program Studi
Teknik Listrik**

**Anton Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197509242008121001**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

TEKNIK ELEKTRO

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

Telp. 0711 353414 Fax. 355918

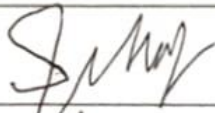
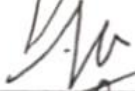
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

BERITA ACARA PELAKSANAAN UJIAN LAPORAN AKHIR

Pada hari ini Selasa tanggal 16 bulan Juli tahun 2024 telah dilaksanakan Ujian Laporan Akhir kepada mahasiswa Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya :

Nama : Faqih Nur Hafidzuddin
Tempat/Tgl Lahir : Yogyakarta / 23 Mei 2003
NPM : 062130310877
Ruang Ujian : 5
Judul Laporan Akhir : Analisis Keandalan PMT 20 kV pada Kubikel Sisi Incoming di Gardu Induk Boom Baru

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Sudirman Yahya, S.T., M.T	Ketua	
2	Nofiansyah, S.T., M.T	Anggota	
3	Muhammad Noer, S.ST., M.T	Anggota	
4	Indah Susanti, S.T., M.T	Anggota	

Mengetahui
Koordinator Program Studi



Anton Firmansyah, S.T., M.T
NIP. 197509242008121001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Faqih Nur Hafidzuddin
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Yogyakarta, 23 Mei 2003
Alamat : Perumnas Talang Kelapa Blok VII No. 813 Rt 24
Rw 06, Kelurahan Talang Kelapa, Kecamatan
Alang-Alang Lebar, Palembang, Sumatera Selatan
NPM : 062130310877
Jurusan/ Program Studi : Teknik Elektro / DIII Teknik Listrik
Judul Laporan Akhir : Analisis Keandalan PMT 20 kV pada Kubikel
Sisi Incoming di Gardu Induk Boom Baru

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun diujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah dan Transkrip (ASLI dan COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan tanpa paksaan.

Palembang, Agustus 2024



Faqih Nur Hafidzuddin

Mengetahui,

Pembimbing I

Ir. Siswandi, M.T.

Pembimbing II

Heri Liamsi, S.T., M.T.

MOTTO

وَمَنْ يَتَّقِ اللَّهَ يَجْعَلْ لَهُ مِنْ أَمْرِهِ يُسْرًا

“...Dan barangsiapa bertakwa kepada Allah, niscaya Dia menjadikan kemudahan baginya dalam urusannya.”

(QS. At-Talaq Ayat 4)

“Susunlah skenario kesuksesan dan tujuan mu jika terjadi hambatan di jalan maka ubah skenario jangan ubah tujuan dan impian kesuksesanmu”

-Penulis-

Penulis persembahkan kepada

- **Orang tua tercinta**
- **Saudara kandung**
- **Keluarga**
- **Para dosen teknik listrik**
- **Para sahabat dan teman-teman kelas LC**
- **Almamater kebanggaan**

ABSTRAK

ANALISIS KEANDALAN PMT 20 KV PADA KUBIKEL SISI INCOMING DI GARDU INDUK BOOM BARU

(2024: xvi + 64 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

FAQIH NUR HAFIDZUDDIN

062130310877

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Gardu Induk dilengkapi dengan Pemutus Tenaga (PMT), yang berfungsi memutus rangkaian listrik saat terjadi gangguan seperti hubung singkat. Perlunya untuk menjaga kinerja PMT agar sistem kelistrikan tetap stabil, dengan melakukan pemeliharaan seperti shutdown measurement setiap dua tahun sekali. Pemeliharaan ini melibatkan pengukuran tahanan isolasi, tahanan kontak, dan pengujian keserempakan menggunakan circuit breaker analyzer untuk mengevaluasi keandalan PMT, tekhusus PMT 20 kV di Kubikel Sisi Incoming pada gardu induk Boom Baru. Pada PMT 20 kV di kubikel sisi Incoming di Gardu Induk Boom Baru untuk hasil pengukuran tahanan isolasi telah memenuhi nilai standar SE.032/PST/1984 dan standard VDE (catalogue 228/4) melebihi nilai minimal 20 M Ω dan 200 M Ω , nilai kebocoran arus tidak melewati maksimal 20 mA sesuai standar SE.032/PST/1984, nilai hasil pengukuran tahanan kontak tidak melewati maksimal 100 $\mu\Omega$ sesuai dari SPLN No 52-1 1983, nilai untuk waktu keserempakan open tidak melewati maksimal 60 ms, close tidak melewati maksimal 110 ms, serta delta time tidak melewati maksimal 10 ms sesuai dengan SPLN No 52-1 1983. Dengan hasil nilai tahanan isolasi, kebocoran arus, tahanan kontak, keserempakan waktu open dan close kontak, serta delta time yang telah diuji pada PMT 20 kV di kubikel sisi Incoming di Gardu Induk Boom Baru telah memenuhi standar-standar yang berlaku sehingga PMT 20 kV tersebut dikategorikan andal dan aman untuk dioperasikan.

Kata Kunci: PMT 20 kV, Pengujian PMT 20 kV, Keandalan PMT 20 kV

ABSTRACT

ANALYSIS OF RELIABILITY 20 KV CB ON SIDE CUBICLE INCOMING AT THE BOOM BARU SUBSTATION

(2024: xvi + 64 Pages + Bibliography + Appendix)

FAQIH NUR HAFIDZUDDIN

062130310877

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

The Main Substation is equipped with a Circuit Breaker (CB), which functions to disconnect the electrical circuit during disturbances such as short circuits. It is essential to maintain the CB's performance to ensure the electrical system remains stable, achieved through maintenance activities such as shutdown measurements conducted every two years. These maintenance procedures involve measuring insulation resistance, contact resistance, and conducting timing tests using a circuit breaker analyzer to evaluate the CB's feasibility, specifically the 20 kV CB in the Incoming Cubicle at the New Boom Substation. For the 20 kV CB in the Incoming Cubicle at the New Boom Substation, the insulation resistance measurements have met the SE.032/PST/1984 and VDE (catalogue 228/4) standards, exceeding the minimum values of 20 MΩ and 200 MΩ, respectively. The leakage current does not exceed the maximum of 20 mA as per the SE.032/PST/1984 standard. Additionally, the contact resistance measurement does not exceed the maximum of 100 μΩ according to SPLN No 52-1 1983. The timing test results show the open and close timings do not exceed 60 ms and 110 ms, respectively, while the delta time remains within the maximum of 10 ms as per SPLN No 52-1 1983. With these results, including insulation resistance, leakage current, contact resistance, and timing tests for open and close contacts, as well as delta time, the 20 kV CB in the Incoming Cubicle at the New Boom Substation complies with applicable standards, categorizing it as reliable and safe for operation.

Keywords: CB 20 kV, CB 20 kV Testing, Reliability of CB 20 kV

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, serta Sholawat beriringkan salam kepada suri tauladan nabi agung nabi besar nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “Analisis Keandalan PMT 20 kV pada Kubikel Sisi Incoming di Gardu Induk Boom Baru” sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penulisan laporan akhir ini, penulis mengalami berbagai macam kendala, namun berkat karunia-Nya dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini.

Dalam penyusunan laporan akhir ini penulis banyaak mendapatkan bantuan dan motivasi dari banyak pihak keluarga khususnya kedua orangtua yang telah memberikan dukungan dalam bentuk moril maupun materil, selain itu dalam kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Beny Bandanadjaja, S.T., M.T. selaku Plt. Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Siswandi, M.T. selaku dosen pembimbing I.
5. Bapak Heri Liamsi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II.
6. Bapak Sodikin selaku Manager ULTG Boom Baru.
7. Bapak Arief Nugroho Dienarto selaku Team Leader HAR GI ULTG Boom Baru.
8. Teman-teman kelas 6 LC dan sahabat-sahabat penulis.
9. Seluruh pihak yang sudah banyak membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga amal baik dan ilmu bermanfaat yang telah diberikan kepada kami mendapat imbalan dari Allah SWT penulis menyadari dalam membuat laporan ini terdapat kekurangan-kekurangan baik dikarenakan keterbatasan penulis, maka dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya memperbaiki dan membangun dari pembaca. Penulis berharap semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Program Studi DIII Teknik Listrik, Politeknik Negeri Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, Agustus 2024
Penulis,

Faqih Nur Hafiduzddin
NPM. 062130310877

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kubikel 20 kV	5
2.1.1 Pengertian Kubikel 20 kV	5
2.1.2 Bagian-bagian Kubikel	5
2.1.3 Komponen-komponen Kubikel	7
2.2 Pemutus Tenaga (PMT)	9
2.2.1 Definisi Pemutus Tenaga (PMT)	9
2.2.2 Sub Sistem dan Fungsi	10

2.2.3 Klasifikasi Pemutus Tenaga (PMT)	11
2.3 PMT 20 kV Vacuum	13
2.3.1 Gambaran Umum Kontruksi PMT 20 kV <i>Vacuum</i>	13
2.3.2 Mekanisme Penggerak	14
2.2.3 Prinsip Kerja PMT 20 kV <i>Vacuum</i>	14
2.2.4 Karakteristik Pemutusan	15
2.4 Pedoman Pemeliharaan	16
2.4.1 <i>In Service / Visual Inspection</i>	17
2.4.2 <i>In Service Measurement / On Line Monitoring</i>	17
2.4.3 <i>Shutdown Measurement / Shutdown Function Check/Treatment</i>	17
2.4.4 <i>Conditional</i> (Pasca relokasi / Pasca Gangguan/bencana alam)	19
2.4.5 Overhaul	20
2.5 Keandalan PMT	20
2.6 Tahanan Isolasi	22
2.6.1 Pengujian/Pengukuran Tahanan Isolasi	22
2.6.2 Rumus dan Standar Acuan Pengujian/Pengukuran Tahan Isolasi	24
2.7 Tahanan Kontak	25
2.7.1 Pengujian/Pengukuran Tahanan Kontak	25
2.7.2 Rumus dan Standar Acuan Pengujian/Pengukuran Tahan Kontak ...	27
2.8 Keserempakan PMT	28
2.8.1 Pengujian/Pengukuran Waktu <i>Open</i> dan <i>Close</i> Kontak PMT	28
2.8.2 Rumus dan Standar Acuan Waktu Open, Close, dan Keserempakan Kontak PMT	30
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Metode Penelitian	31
3.2 Spesifikasi PMT 20 kV pada Kubikel sisi Incoming Gardu Induk Boom Baru	31
3.3 <i>Single Line Diagram</i>	34
3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian	35
3.5 Alat dan Bahan	36
3.5 Pengujian/Pengukuran Tahanan Isolasi PMT 20 kV	36

3.6.1 Diagram Pengujian/Pengukuran Tahanan Isolasi.....	37
3.6.2 Langkah Pengujian/Pengukuran Tahanan Isolasi PMT 20 kV	40
3.7 Pengujian/Pengukuran Tahanan Kontak PMT 20 kV	41
3.7.1 Diagram Pengujian/Pengukuran Kontak	41
3.7.2 Langkah Pengujian/Pengukuran Tahanan Kontak	42
3.8 Pengujian/Pengukuran Keserempakan Waktu <i>open</i> dan <i>close</i> Kontak PMT 20 kV	43
3.8.1 Diagram Pengujian/Pengukuran Kesrempakan Waktu <i>open</i> dan <i>close</i> Kontak PMT 20 kV	43
3.8.2 Langkah Pengujian/Pengukuran Kesrempakan Waktu <i>open</i> dan <i>close</i> Kontak PMT 20 kV	44
3.9 Diagram Tindak Lanjut Pengujian/Pengukuran	46
BAB IV PEMBAHASAN.....	48
4.1 Perhitungan dari Nilai Tahanan Isolasi PMT 20 kV	48
4.2 Perhitungan dari Nilai Tahanan Kontak PMT 20 kV	52
4.3 Perhitungan dari Nilai Keserempakan Waktu Open dan Close Kontak PMT 20 kV	54
4.4 Analisa Keandalan PMT 20 kV di Kubikel Sisi Incoming Gardu Induk Boom Baru dari Hasil Pengujian dan Perhitungan.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Kubikel	5
Gambar 2.2 Rangkaian Kubikel	6
Gambar 2.3 <i>Busbar</i>	7
Gambar 2.4 Pemutus Tenaga (PMT)	8
Gambar 2.5 Macam-macam PMT	11
Gambar 2.6 PMT <i>Single Pole</i>	12
Gambar 2.7 PMT <i>Three Pole</i>	12
Gambar 2.8 Bentuk umum PMT 20 kV berjenis <i>Vacuum</i>	13
Gambar 2.9 Ruang media kontak PMT 20 kV <i>Vacuum</i>	14
Gambar 2.10 Gambar Ruang media kontak PMT 20 kV <i>Vacuum</i>	14
Gambar 2.11 Karakteristik Waktu Seketika	15
Gambar 2.12 Karakteristik Waktu Tertentu	16
Gambar 2.13 Karakteristik Waktu Terbalik	16
Gambar 2.14 Bagian-bagian <i>Insulated Teseter</i> Megger MIT 1025	22
Gambar 2.15 <i>Switch</i> Putar dan Tombol-tombol.....	23
Gambar 2.16 Pengkabelan Pengukuran tahanan isolasi terminal (a) ATAS- BAWAH (b) ATAS-GROUND (c) BAWAH-GROUND	24
Gambar 2.17 Bagian-bagian Microhmeter Mjolner 600.....	26
Gambar 2.18 Pengkabelan Pengujian Tahanan Kontak pada terminal ATAS- BAWAH PMT 20 kV Tiap Fasa	27
Gambar 2.19 Bagian-bagian CBA 2000	29
Gambar 2.20 Pengkabelan Pengujian Keserempakan Waktu <i>Open</i> dan <i>Close</i> Kontak PMT 20 kV	30
Gambar 3.1 <i>Namplate</i> kubikel sisi Incoming Gardu Induk Boom Baru	31
Gambar 3.2 <i>Namplate</i> PMT 20 kV pada kubikel sisi Incoming Gardu Induk Boom Baru	32
Gambar 3.3 (a) Kubikel sisi <i>Incoming</i> (b) PMT 20 kV di Kubikel sisi <i>Incoming</i>	33
Gambar 3.4 (a) Tampak samping PMT 20 kV (b) Tampak Belakang PMT 20 kV	33

Gambar 3.5 SLD PMT 20 kV pada kubikel sisi <i>Incoming</i> GI Boom Baru	34
Gambar 3.6 Diagram PMT 20 kV terhadap sistem proteksi	34
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Penelitian	35
Gambar 3.8 Bagian PMT yang Akan Diuji.....	36
Gambar 3.9 Diagram Rangkaian Fasa R Atas-Bawah	37
Gambar 3.10 Diagram Rangkaian Fasa R Atas-Ground	37
Gambar 3.11 Diagram Rangkaian Fasa R Bawah-Ground	37
Gambar 3.12 Diagram Rangkaian Fasa S Atas-Bawah	38
Gambar 3.13 Diagram Rangkaian Fasa S Atas-Ground	38
Gambar 3.14 Diagram Rangkaian Fasa S Bawah-Ground.....	38
Gambar 3.15 Diagram Rangkaian Fasa T Atas-Bawah	39
Gambar 3.16 Diagram Rangkaian Fasa T Atas-Ground	39
Gambar 3.17 Diagram Rangkaian Fasa T Bawah-Ground	39
Gambar 3.18 Diagram Rangkaian Tahanan Kontak Fasa R	41
Gambar 3.19 Diagram Rangkaian Tahanan Kontak Fasa S.....	41
Gambar 3.20 Diagram Rangkaian Tahanan Kontak Fasa T	42
Gambar 3.21 Diagram Pengujian/Pengukuran Kesempakan Waktu <i>open</i>	43
Gambar 3.22 Diagram Pengujian/Pengukuran Kesempakan Waktu <i>close</i>	43
Gambar 3.23 Diagram Tindak Lanjut Pengujian/Pengukuran Tahanan Isolasi.....	46
Gambar 3.24 Diagram Tindak Lanjut Pengujian/Pengukuran Tahanan Kontak ...	46
Gambar 3.25 Diagram Tindak Lanjut Pengujian/Pengukuran Kesempakan Waktu <i>open</i> dan <i>close</i> Kontak PMT 20 kV	47
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Tahanan Isolasi	58
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Tahanan Kontak	60
Gambar 4.3 Perbandingan Waktu <i>Open</i> Kontak PMT 20 kV.....	62
Gambar 4.4 Perbandingan Waktu <i>Close</i> Kontak PMT 20 kV	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sub Sistem dan Fungsi	10
Tabel 2.2 Rekomendasi Hasil Shutdown Measurement	20
Tabel 3.1 Spesifikasi kubikel sisi Incoming Gardu Induk Boom Baru	31
Tabel 3.2 Spesifikasi PMT 20 kV pada kubikel sisi Incoming GI Boom Baru	32
Tabel 4.1 Nilai Hasil Pengujian/Pengukuran Tahanan Isolasi PMT 20 kV.....	48
Tabel 4.2 Nilai Kebocoran Arus PMT 20 kV dengan Perhitungan	52
Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengujian/Pengukuran Tahanan Kontak PMT 20 kV	52
Tabel 4.4 Nilai Rugi-rugi Daya Kontak PMT 20 kV dengan Perhitungan.....	54
Tabel 4.5 Hasil Pengujian/Pengujian keserempakan waktu <i>open</i> dan <i>close</i> kontak pada PMT 20 kV	55
Tabel 4.6 Selisih Waktu Saat <i>Open</i> dan <i>Close</i> Kontak PMT 20 kV	56
Tabel 4.7 Perbandingan Pengujian/Pengukuran Tahanan Isolasi	58
Tabel 4.8 Perbandingan Pengujian/Pengukuran Tahanan Kontak	60

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Tahanan Isolasi Minimal	24
Rumus 2.2 Arus Bocor	25
Rumus 2.3 Nilai Tahanan Kontak	27
Rumus 2.4 Rugi-rugi Daya	28
Rumus 2.5 Selisih Waktu atau Δt	30