



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Implementasi *Modbus* I/O dan Web *HMI* pada Simulator *Bay*
OHL Sistem Otomasi Gardu Induk**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Daffa Reizel Firdaus

NIM 2203411040

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Implementasi *Modbus* I/O dan *Web HMI* pada Simulator *Bay*
OHL Sistem Otomasi Gardu Induk**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Terapan**

Daffa Reizel Firdaus

NIM 2203411040

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS



Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Daffa Reizel Firdaus

NIM : 2203411040

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Juni 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh

Nama : Daffa Reizel Firdaus
NIM : 2203411040
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Implementasi *Modbus* I/O dan *Web HMI* pada Simulator *Bay* OHL Sistem Otomasi Gardu Induk

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 29 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Ir. Danang Widjajanto, M.T., M.Kom.
NIP. 196609012000121001

Pembimbing II : Ajeng Bening Kusumaningtyas S.S.T., M.Tr.T.
NIP. 199405202020122017

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 16 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Implementasi *Modbus I/O* dan *Web HMI* pada Simulator *Bay OHL Sistem Otomasi Gardu Induk*”** dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan yang diberikan.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dan dukungan.
3. Bapak Ir. Danang Widjajanto S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi.
4. Ibu Ajeng Bening Kusumaningtyas, S.S.T., M.Tr.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Joko Mandoyo S.M., M.M. selaku kepala divisi *Quality Control Protection & Automation (QC PA)* PT Siemens Indonesia, yang telah memberikan kesempatan dan pembelajaran pada penelitian ini.
6. Bapak Ari Sulistiono A.Md.T, Andrea Menati A.Md.T, dan Bambang Yogo Marpaung S.T selaku mentor di divisi QC PA yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan atas penelitian dan tugas akhir ini di PT Siemens Indonesia.
7. Anya Jocelyn Dania selaku teman di PT Siemens Indonesia yang telah memberikan dukungan dan bantuan atas pengerjaan alat tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen dan staf program studi Teknik Otomasi Listrik Industri Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
9. Karyawan-karyawan PT Siemens Indonesia yang telah membantu atas pengerjaan alat tugas akhir ini.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10. Teman-teman seperjuangan di PT Siemens Indonesia yang telah sama-sama berjuang sampai akhir penelitian ini.
11. Keluarga Namsan yang telah memberikan banyak dukungan selama pengerjaan tugas akhir ini.
12. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi dalam pengembangan sistem otomasi gardu induk.

Depok, 29 Juni 2026

Daffa Reizel Firdaus

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



ABSTRAK

Pada proses *Quality Control* (QC) dan *Factory Acceptance Test* (FAT) panel kontrol dan proteksi *bay Overhead Line* (OHL), diperlukan media pengujian yang mampu merepresentasikan status peralatan *switching* secara aman, konsisten, dan mudah ditelusuri. Penelitian ini merancang serta mengimplementasikan simulator *bay* OHL berbasis Modbus Remote I/O dan *Web Human Machine Interface* (Web HMI) sebagai media pengujian panel kontrol dan proteksi pada sistem otomasi gardu induk. Sistem dibatasi pada objek CB0, DS1, DS2, DS9, dan ES8 dengan fungsi kontrol *open-close*, *monitoring* status, *event log*, pengukuran *response time*, dan tampilan data *metering*. Arsitektur sistem menggunakan modul Modbus Remote I/O untuk pertukaran sinyal *Digital Input* (DI) dan *Digital Output* (DO), FUXA sebagai Web HMI, Node-RED sebagai pengolah logika kontrol dan pencatatan *response time*, serta KEPServerEX sebagai *gateway* pembacaan data IEC 61850 MMS dari relai BCU ke Modbus TCP/IP. Pengujian dilakukan melalui tiga metode operasi, yaitu Web HMI, *Bay Control Mimic* (BCM), dan *Bay Control Unit* (BCU). Hasil pengujian menunjukkan seluruh objek berhasil dioperasikan dan perubahan status tercatat pada *event log*. *Response time* Modbus berada pada rentang rata-rata 117,1-128,0 ms, sedangkan *response time feedback* BCU melalui jalur IEC 61850 berada pada rata-rata 245,8 ms untuk BCU, 253,9 ms untuk BCM, dan 265,6 ms untuk Web HMI. Pengujian data *metering* menunjukkan kesesuaian tampilan Web HMI terhadap referensi BCU dengan deviasi absolut 0,0007-0,05 dan deviasi relatif maksimum sekitar 0,07%. Berdasarkan hasil tersebut, simulator yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pendukung QC/FAT panel *bay* OHL, terutama untuk verifikasi kontrol, indikasi, *event log*, *response time*, dan konsistensi tampilan *metering*.

Kata kunci: Modbus TCP/IP, Otomasi Gardu Induk, *Response Time*, IEC 61850, Simulator *Bay Overhead Line*, Web HMI.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ABSTRACT

Quality Control (QC) and Factory Acceptance Test (FAT) activities for Overhead Line (OHL) bay control and protection panels require a test platform that can represent switching-equipment status safely, consistently, and traceably. This study designs and implements an OHL bay simulator based on Modbus Remote I/O and a Web Human Machine Interface (Web HMI) as a testing platform for substation automation control and protection panels. The scope is limited to CB0, DS1, DS2, DS9, and ES8, covering open-close control, status monitoring, event logging, response-time measurement, and metering display. The system architecture uses Modbus Remote I/O modules for Digital Input (DI) and Digital Output (DO) signal exchange, FUXA as the Web HMI, Node-RED for control logic and response-time logging, and KEPServerEX as a gateway for reading IEC 61850 MMS data from the BCU relay and publishing it through Modbus TCP/IP. Testing was performed using three operation methods: Web HMI, Bay Control Mimic (BCM), and Bay Control Unit (BCU). The results show that all tested objects operated successfully and all status changes were recorded in the event log. The Modbus response-time averages ranged from 115.5 ms to 130.0 ms, while the BCU feedback response time through the IEC 61850 path averaged 241.9 ms for BCU operation, 246.8 ms for BCM operation, and 265.2 ms for Web HMI operation. The metering data consistency test showed that the Web HMI display matched the BCU reference with an absolute deviation of 0.0007-0.05 and a maximum relative deviation of approximately 0.07%. These results indicate that the developed simulator is feasible as a QC/FAT support platform for OHL bay panels, especially for verifying control, indication, event logging, response time, and metering-display consistency.

Keywords: Modbus TCP/IP, Substation Automation System, Response Time, IEC 61850, Overhead Line Bay Simulator, Web HMI.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	2
2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	2
2.2 Konsep dan Teori yang Relevan.....	5
2.2.1 Gardu Induk	5
2.2.2 <i>Overhead Line</i> (OHL).....	13
2.2.3 Protokol Komunikasi IEC 61850	14
2.2.4 Protokol Komunikasi <i>Modbus TCP/IP</i>	17
2.2.5 <i>Web Human Machine Interface</i> (Web HMI).....	18
2.2.6 Modul <i>Modbus Remote I/O</i>	18
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI ALAT.....	5
3.1 Rancangan Alat	5
3.1.1 Deskripsi Alat.....	5
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	20
3.1.3 Spesifikasi Alat	22



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.4	<i>Diagram Blok</i>	23
3.1.5	<i>Diagram Alir Sistem</i>	24
3.1.6	Desain Penelitian.....	26
3.1.7	Desain Sistem.....	26
3.1.8	Desain Perancangan Alat.....	27
3.1.9	<i>Diagram Pengawatan</i>	29
3.2	Realisasi Alat.....	30
3.2.1	Konfigurasi Module <i>Modbus Remote I/O</i>	30
3.2.2	Implementasi Logika Node-RED.....	32
3.2.3	Implementasi Konversi IEC 61850 ke <i>Modbus TCP/IP</i>	35
3.2.4	Konfigurasi <i>Web HMI FUXA</i>	44
BAB IV	PEMBAHASAN.....	20
4.1	Pengujian Operasi Simulator <i>Bay OHL</i>	20
4.1.1	Deskripsi Pengujian	20
4.1.2	Prosedur Pengujian	20
4.1.3	<i>Data Hasil Pengujian</i>	55
4.1.4	<i>Analisis Data / Evaluasi</i>	59
4.2	Pengujian Akurasi <i>Data Metering</i> pada <i>Web HMI</i>	61
4.2.1	Deskripsi Pengujian	61
4.2.2	Prosedur Pengujian	61
4.2.3	<i>Data Hasil Pengujian</i>	61
4.2.4	<i>Analisis Data / Evaluasi</i>	63
BAB V	PENUTUP.....	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA		67
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		70
LAMPIRAN		71



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	22
Tabel 3. 2 Konfigurasi Tag Channel IEC 61850	38
Tabel 3. 3 Konfigurasi Tag Channel Modbus TCP/IP.....	41
Tabel 3. 4 Konfigurasi Link Tag	43
Tabel 3. 5 Konfigurasi Tag Modbus IO.....	47
Tabel 3. 6 Konfigurasi Tag BCU.....	50
Tabel 3. 7 Konfigurasi Tag Fuxa Server	51
Tabel 4. 1 Pengujian Simulator Bay OHL pada Panel	56
Tabel 4. 2 Statistik Response Time Pengujian Simulator Bay OHL.....	57
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Metering pada Web HMI	62



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Gas Insulated Substation (GIS)</i>	6
Gambar 2. 2 <i>Air Insulated Substation (AIS)</i>	6
Gambar 2. 3 <i>Single Busbar</i>	7
Gambar 2. 4 <i>Double Busbar</i>	7
Gambar 2. 5 <i>One and a Half Breaker</i>	8
Gambar 2. 6 <i>Transformer</i>	9
Gambar 2. 7 <i>Circuit Breaker (CB)</i>	9
Gambar 2. 8 <i>Disconnecting Switch (DS)</i>	10
Gambar 2. 9 <i>Earthing Switch (ES)</i>	10
Gambar 2. 10 <i>CT dan VT</i>	11
Gambar 2. 11 <i>Intelligent Electronic Device (IED)</i>	12
Gambar 2. 12 <i>Rangkaian TCS</i>	12
Gambar 2. 13 <i>Susunan komponen panel kontrol & proteksi</i>	13
Gambar 2. 14 <i>Overhead lines</i>	14
Gambar 3. 1 <i>Diagram Blok Simulator</i>	23
Gambar 3. 2 <i>Diagram Alir Cara Kerja Simulator</i>	25
Gambar 3. 3 <i>Desain Penelitian</i>	26
Gambar 3. 4 <i>Desain Sistem</i>	27
Gambar 3. 5 <i>Desain Perancangan Alat</i>	28
Gambar 3. 6 <i>Single Line Diagram</i>	29
Gambar 3. 7 <i>Diagram Pengawatan Panel</i>	29
Gambar 3. 8 <i>Simulator Pengujian Panel</i>	30
Gambar 3. 9 <i>Setting IP Laptop Koneksi Modul</i>	31
Gambar 3. 10 <i>Komunikasi Interface Modul</i>	31
Gambar 3. 11 <i>Koneksi Modul</i>	31
Gambar 3. 12 <i>Config Modul</i>	32
Gambar 3. 13 <i>Setting IP Laptop Koneksi Server</i>	32
Gambar 3. 14 <i>Manage Pallette Node-RED</i>	33
Gambar 3. 15 <i>Flow Logika Kontrol dan Response Time Node-RED</i>	34
Gambar 3. 16 <i>Flow Event Log Node-RED</i>	35
Gambar 3. 17 <i>Setting Channel IEC 61850</i>	36
Gambar 3. 18 <i>Tampilan Channel IEC 61850</i>	36
Gambar 3. 19 <i>Property Editor Channel IEC 61850</i>	37
Gambar 3. 20 <i>Tag Database Setting Channel IEC 61850</i>	37
Gambar 3. 21 <i>Setting Channel Modbus TCP/IP</i>	40
Gambar 3. 22 <i>Setting Ethernet Channel Modbus TCP/IP</i>	40
Gambar 3. 23 <i>Property Editor Channel Modbus Export</i>	41
Gambar 3. 24 <i>Setting Link Tag</i>	42
Gambar 3. 25 <i>Tampilan Link Tag</i>	42
Gambar 3. 26 <i>Tampilan Running FUXA</i>	44
Gambar 3. 27 <i>Tampilan Editor FUXA</i>	45
Gambar 3. 28 <i>Konfigurasi Koneksi Modbus IO</i>	45
Gambar 3. 29 <i>Konfigurasi Koneksi BCU</i>	46
Gambar 3. 30 <i>Tampilan Koneksi pada FUXA</i>	46
Gambar 3. 31 <i>Setting Tag Modbus IO</i>	47
Gambar 3. 32 <i>Setting Tag BCU</i>	50
Gambar 3. 33 <i>Setting Tag Fuxa Server</i>	51



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 34 Koneksi Tag pada Object	52
Gambar 3. 35 Logika Status Koneksi Object.....	53
Gambar 3. 36 Tampilan Web HMI Simulator Bay OHL	53
Gambar 4. 1 Perbandingan Rata-rata Response Time Modul dan IEC 61850.....	59
Gambar 4. 2 Rata-rata Response Time Modul dan IEC 61850.....	59
Gambar 4. 3 Grafik Deviasi Pengujian Metering	62



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengerjaan alat.....	71
Lampiran 2. Pemasangan simulator ke panel.....	71
Lampiran 3. Pengujian simulator ke panel.....	72
Lampiran 4. Dokumen pemasangan simulator ke panel	72
Lampiran 5. Contoh form pengujian metering.....	77





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bay Overhead Line (OHL) merupakan salah satu bagian dalam gardu induk yang berfungsi sebagai penghubung antara jaringan transmisi saluran udara dengan sistem gardu induk. Pada *bay* ini, terdapat peralatan utama seperti *Circuit Breaker* (CB), *Disconnecting Switch* (DS), dan *Earthing Switch* (ES) yang berperan dalam proses *switching*, serta proteksi sistem tenaga listrik untuk mendeteksi gangguan. Posisi *bay* OHL yang terhubung dengan jaringan transmisi menyebabkan sistem proteksi ini menjadi sangat penting terhadap keandalan sistem tenaga listrik, sehingga diperlukan pengujian yang akurat sebelum dioperasikan.

Pada PT Siemens Indonesia, sistem kontrol dan proteksi *bay* OHL diimplementasikan dalam panel kontrol dan proteksi. Sebelum diterapkan pada sistem otomasi gardu induk, panel tersebut harus diuji melalui proses *Quality Control* (QC) dan *Factory Acceptance Test* (FAT). Pengujian ini dilakukan untuk memastikan fungsi kontrol, indikasi, logika *interlock*, proteksi, komunikasi, serta pertukaran sinyal antar perangkat telah berjalan sesuai desain. Oleh karena itu, diperlukan simulator yang mampu menguji operasi panel *bay* OHL secara aman dan sesuai dengan kebutuhan.

Sistem otomasi gardu induk modern memanfaatkan protokol komunikasi seperti IEC 61850 untuk komunikasi antar perangkat proteksi dan kontrol (Kumar et al., 2023) (Said & Manshury, 2022). Dalam proses pengujian panel kontrol dan proteksi, simulator digunakan untuk memverifikasi fungsi kontrol, indikasi, dan *interlock* melalui pertukaran sinyal *Digital Input* (DI) serta *Digital Output* (DO). Selain itu, integrasi komunikasi IEC 61850 juga diperlukan untuk membaca *feedback status* peralatan pada perangkat proteksi dan kontrol.

Pada penelitian ini, proses pertukaran sinyal dilakukan menggunakan modul *Remote I/O* berbasis *Modbus TCP/IP*. Sistem *monitoring* dan pengendalian dirancang menggunakan *Web Human Machine Interface* (*Web HMI*) yang dapat diakses melalui *browser* pada perangkat seperti laptop, tablet, maupun *smartphone*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dalam jaringan lokal. Penggunaan *Web HMI* memberikan fleksibilitas dalam proses *monitoring* dan pengendalian sistem secara *real-time* (Utomo et al., 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya seperti (Chen et al., 2021) telah mengembangkan sistem simulasi gardu induk *digital* untuk menguji kemampuan dan performa komunikasi. Lalu, (Sari et al., 2021) menunjukkan bahwa sistem pengendalian berbasis komunikasi industri mampu meningkatkan efektivitas *monitoring* dan kontrol pada gardu distribusi. Sedangkan (Qinthara et al., 2021) mengembangkan simulator *bay line* sebagai media pengujian sistem kontrol dan proteksi gardu induk untuk mendukung proses *Quality Control* (QC). Namun, penelitian-penelitian tersebut belum secara spesifik mengembangkan simulator untuk pengujian kontrol, dan verifikasi sinyal pada panel *bay* OHL dengan *Web HMI* dan modul *Modbus Remote I/O*.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dikembangkan simulator *bay* OHL berbasis *Web HMI* dan modul *Modbus Remote I/O* sebagai media pengujian panel kontrol dan proteksi pada sistem otomasi gardu induk. Simulator yang dirancang diharapkan mampu mendukung proses kontrol, *monitoring*, dan verifikasi pertukaran sinyal antara panel dan simulator secara *real-time*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana merancang simulator *bay* OHL berbasis modul *Modbus Remote I/O* untuk mendukung proses pengujian panel kontrol dan proteksi?
2. Bagaimana desain tampilan *Web HMI* agar dapat mendukung proses pengendalian dan *monitoring* pada simulator *bay* OHL?
3. Bagaimana hasil pengujian simulator dan *response time* pertukaran sinyal pada simulator berbasis modul *Modbus Remote I/O* dan *Web HMI* berdasarkan pengujian yang ditetapkan?

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maka tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan simulator *bay* OHL berbasis modul *Modbus Remote I/O* sebagai alat pengujian panel kontrol dan proteksi *bay* OHL.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Merancang tampilan *Web HMI* yang dapat digunakan untuk proses pengendalian dan *monitoring* pada simulator *bay OHL* secara *real-time*.
3. Menganalisis hasil pengujian simulator dan *response time* pertukaran sinyal pada simulator berbasis modul *Modbus Remote I/O* dan *Web HMI* berdasarkan pengujian yang telah ditetapkan.

1.4 Luaran

Luaran yang dihasilkan dari perancangan ini meliputi:

1. Laporan Tugas Akhir (TA) atau skripsi.
2. Simulator pengujian panel *bay OHL* berbasis modul *Modbus Remote I/O* dan *Web HMI*.
3. Desain *Web HMI* simulator pengujian.
4. *Logic Flows* yang diimplementasikan pada simulator.
5. Integrasi komunikasi yang digunakan.
6. Artikel Publikasi.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian simulator *bay Overhead Line* (OHL) berbasis *Modbus I/O* dan *Web HMI* pada sistem otomasi gardu induk, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Simulator *bay* OHL berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk objek CB0, DS1, DS2, DS9, dan ES8. Sistem mengintegrasikan modul *Modbus Remote I/O*, *FUXA Web HMI*, *Node-RED*, *KEPServerEX*, dan relai BCU sehingga dapat digunakan untuk pengujian *command*, *feedback status*, *event log*, dan *monitoring metering*.
2. *Web HMI* yang dikembangkan berhasil mendukung pengendalian dan *monitoring* secara *real-time*. Tampilan *HMI* memuat representasi peralatan *bay* OHL, tombol operasi, *status feedback*, *event log*, nilai RT *Modbus*, nilai RT IEC, serta *data metering* yang dibaca dari BCU.
3. Pengujian operasi menunjukkan seluruh skenario yang tersedia berhasil dijalankan. RT *Modbus* berada pada rentang rata-rata 117,1-128,0 ms dengan standar deviasi kecil, sedangkan RT IEC berada pada rentang rata-rata 222,2-282,8 ms. Rata-rata RT IEC berdasarkan metode operasi adalah 245,8 ms untuk BCU, 253,9 ms untuk BCM, dan 265,6 ms untuk *Web HMI* termasuk ES8.
4. Pengujian *metering* menunjukkan tampilan *Web HMI* konsisten terhadap nilai referensi BCU dengan deviasi 0,0007-0,05. Hasil ini menunjukkan pemetaan *data metering* berjalan baik, namun belum dapat diklaim sebagai kalibrasi akurasi instrumentasi karena tidak menggunakan alat referensi eksternal.
5. Simulator yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pendukung QC/FAT panel *bay* OHL untuk verifikasi kontrol, indikasi, *event log*, *response time*, dan konsistensi tampilan *metering*. Ruang lingkup penelitian belum mencakup pengujian proteksi berbasis *GOOSE*, *Sampled Value*, maupun validasi instrumentasi menggunakan alat uji primer/sekunder.



5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Integrasi komunikasi IEC 61850 *GOOSE* dapat ditambahkan pada pengembangan selanjutnya untuk mendukung pengujian fungsi proteksi berbasis *event* yang lebih cepat, mencakup skenario gangguan dan *trip protection* yang umum terdapat pada panel *bay OHL*.
2. Penambahan aspek *cyber security* pada sistem komunikasi perlu dipertimbangkan mengingat penggunaan protokol *Modbus TCP/IP* dan *Web HMI* melalui jaringan *Ethernet* rentan terhadap ancaman keamanan, sehingga implementasi autentikasi dan enkripsi dapat meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.
3. Otomatisasi simulator sebagai operasi kontrol secara otomatis untuk menjalankan skenario pengujian FAT secara penuh (*sequence* operasi, *logging*, *report generation*) tanpa keterlibatan *operator manual*.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- Adi Wijaya, R., Supriyatna, & Sultan. (2022). *Analisis Sistem Proteksi Rele Differensial Pada Busbar Di Gardu Induk 150 kV Paokmotong*. 8(2), xx–xx. <https://dielektrika.unram.ac.id>
- Aldi Prakoso, M., Imam Agung, A., & Achmad, F. (2024). Analisis Pengujian dan Pemeliharaan Dua Tahunan Pemutus Tenaga (PMT) Di Gardu Induk Rungkut 150 kV. *Jurnal Teknik Elektro*, 144–151.
- Andreas, C., & Nur, T. (2025). Pembangunan Gardu Induk 150 kV Lautan Baja Indonesia. In *Jurnal Praktik Keinsinyuran* (Vol. 2, Number 3).
- Chen, L., Li, H., Charton, T., & Zhang, R. (2021). Virtual digital substation test system and interoperability assessments. *Energies*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/en14082337>
- Hartanto, S., Pahlavi, R., & Priyono, T. O. (2023). PENGUJIAN KINERJA PMT 20 kV PADA KUBIKEL NETTO GARDU INDUK PLTMG SENAYAN. *TEKNOKRIS*, 26(1), 45–53. <https://doi.org/10.61488/TEKNOKRIS.V26I1.259>
- Henriana, H., & Permata, E. (2022). PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN HOT SPOT (TITIK PANAS) PADA DS (DISCONNECTOR SWITCH) REL 2. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 1(4), 93–104. <https://doi.org/10.55606/JUPRIT.V1I4.869>
- Isnaini Husna, B., & Putera, R. P. (2023). *PERANCANGAN SIMULATOR BAY LINE DAN IMPLEMENTASI PENGUNAAN PADA PENGUJIAN GARDU INDUK TEGANGAN TINGGI*.
- Kumar, S., Abu-Siada, A., Das, N., & Islam, S. (2023). Review of the Legacy and Future of IEC 61850 Protocols Encompassing Substation Automation System. *Electronics* 2023, Vol. 12, 12(15). <https://doi.org/10.3390/electronics12153345>
- Kusmayadi, A., Haikal, M., Utomo, B., & Sitorus, F. (2025). PROSEDUR PENGECEKAN DAN PENANGANAN HOTSPOT PADA PMS GARDU INDUK 150 KV PEMATANGSIANTAR MENGGUNAKAN METODE THERMOVISION. *JURNAL ILMIAH PENELITIAN MAHASISWA*, 3(6), 542–555. <https://doi.org/10.61722/JIPM.V3I6.1699>
- Leonardo Situmorang, G., Nada Zahra, A., Jonto Sinaga, D., & Sinuraya, A. (2025). Pengujian Tahanan Kontak dan Tahanan Isolasi PMS 150 kV Bay Penghantar Selayang 1 di Gardu Induk Paya Geli. *Jurnal Sains Student Research*, 3(6), 1154–1161. <https://doi.org/10.61722/jssr.v3i6.7076>
- Putri, E. R. (2021). *ANALISA PENGUJIAN LEAKAGE CURRENT MEASUREMENT (LCM) TAHUNAN PADA LIGHTNING ARRESTER BERUMUR TUA DI GARDU INDUK 70 KV SUNGAI KEDUKAN PALEMBANG* [Politeknik Negeri Sriwijaya]. <http://eprints.polsri.ac.id/9055/>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Qinthara, N., Prio Pambudi, K., Satrio, A., Achmadiansyah, B., & Muhammad Haikal Faza, dan. (2021). Pemrograman Automatic Testing Pada Panel Kontrol Overhead Line Menggunakan Software SITYPE AT dan PTM Module. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 6, 281–285.
- Ridho, M., Siagian, P., & Tharo, Z. (2024). ANALISIS FREKUENSI GANGGUAN TERHADAP KINERJA SISTEM PROTEKSI GARDU INDUK 150 KV SIEMPAT RUBE. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1), 2830–7062. <https://doi.org/10.23960/JITET.V12I3S1.5321>
- Said, M., & Manshury, A. (2022). Implementation of GOOSE (IEC61850) in the Substation Automation System at PLN UPDL Semarang. *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 3(2), 58–66. <https://doi.org/10.33019/electron.v3i2.23>
- Sari, M., Achadiyah, A., Ilmu-ilmu, I. W.-E. J. I., & 2021, undefined. (2021). Sistem Pengendali Panel Gardu Distribusi 20 kV menggunakan Saitel DR HU B sebagai RTU. *Ejournal.Upm.Ac.IdMSA Sari, AN Achadiyah, I WatiEnergy: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 2021•*ejournal.Upm.Ac.Id*, 11(2), 77. <https://doi.org/10.51747/energy>
- Satriani, Y. D., & Yuhendri, M. (2023). Kontrol Posisi Motor Servo Berbasis Human Machine Interface dan Internet of Things. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2). <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.523>
- Siburian, J., Jumari, J., & Bu Ulolo, T. (2021). STUDI ANALISIS KETAHANAN ISOLASI PADA TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK LABUHAN. *Jurnal UDA*, 29(3), 499–510. <https://doi.org/10.46930/OJSUDA.V29I3.3519>
- Sugianto, S., Ariman, A., & Hadi, V. (2022). STUDI ANALISA PENGUKURAN JARAK KELISTRIKAN GARDU INDUK 150 KV. *SINUSOIDA*, 24(1), 18–27. <https://doi.org/10.37277/S.V24I1.1330>
- Sumiyati, A., Rahman, S., Habil, M., Gusti, C., Diera, G., Melkior, A., Hidayat, J., & Aribowo, D. (2024). Konsep Dasar Transmisi Tenaga Listrik: Klasifikasi, Komponen Serta Gangguannya. *Surya Teknika*, 11, 612–617.
- Supriyono¹, A., Afroni², M. J., & Melfazen³, O. (2022). PENERAPAN SCADA BERBASIS IOT UNTUK SIMULATOR KONTROL PANEL PADA CONTOH KASUS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTM). *JE-Unisla*, 7(2), 119–126. <https://doi.org/10.30736/JE-UNISLA.V7I2.889>
- Țițu, A. M., Gusan, V., & Bogorin-Predescu, A. (2023). Enhancing Collaborative Robot Communication with Electrical Discharge Machine through Modbus TCP Integration: A Feasibility and Application Study. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, (14), 27–34.
- Utomo, R. M., Alham, N. R., Muslimin, M., & Aditya, A. W. (2024). Design of Safety Monitoring System for Switching Substation using the Industrial Internet of Things. *International Conference on Tropical Studies and Its Application (ICTROPS 2024)*, 98–107. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-732-8_10



Wiharja, U., & Prasetyo, A. A. (2024). ANALISA ARUS DAN TEGANGAN LISTRIK PADA GAS INSULATED SWITCHGEAR PLUMPANG 150 kV. *JURNAL ELEKTRO*, 12(1), 39–47.
<https://doi.org/10.61488/JETRO.V12I1.438>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Daffa Reizel Firdaus

Lahir di Depok pada 07 Januari 2005, merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Mekarjaya 28 Depok pada tahun 2016, melanjutkan pendidikan sekolah menengah di SMPN 3 Depok dan menyelesaikan studi pada tahun 2019, dan SMK Taruna Bhakti Depok pada tahun 2022. Sampai penulisan ini selesai, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa aktif pada program studi Teknik Otomasi Listrik Industri, jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengerjaan alat



Lampiran 2. Pemasangan simulator ke panel





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

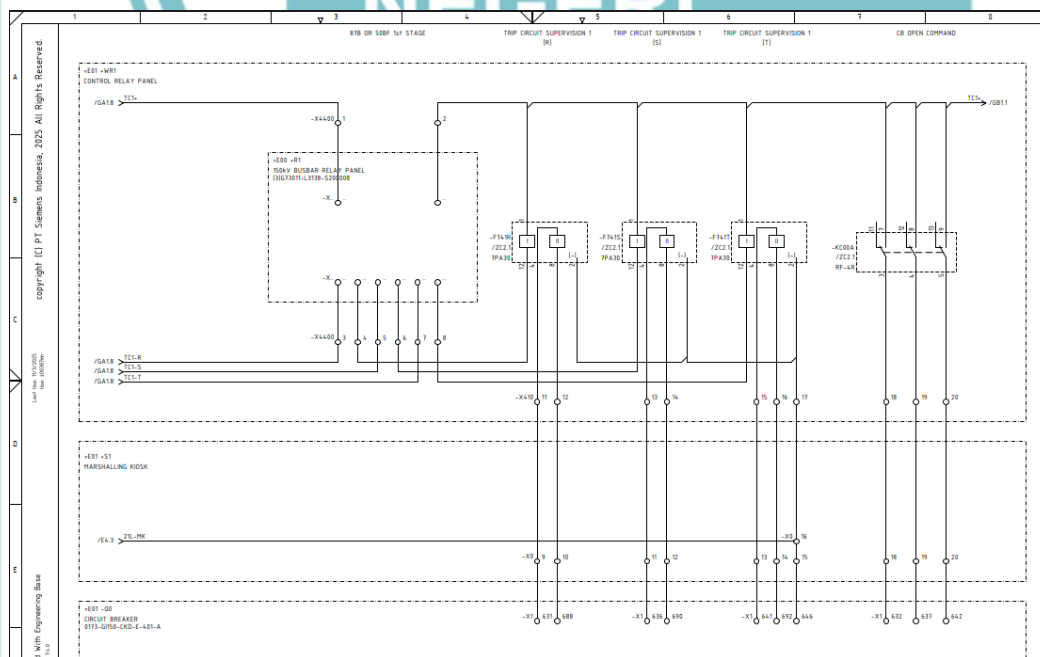
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Pengujian simulator ke panel



Lampiran 4. Dokumen pemasangan simulator ke panel

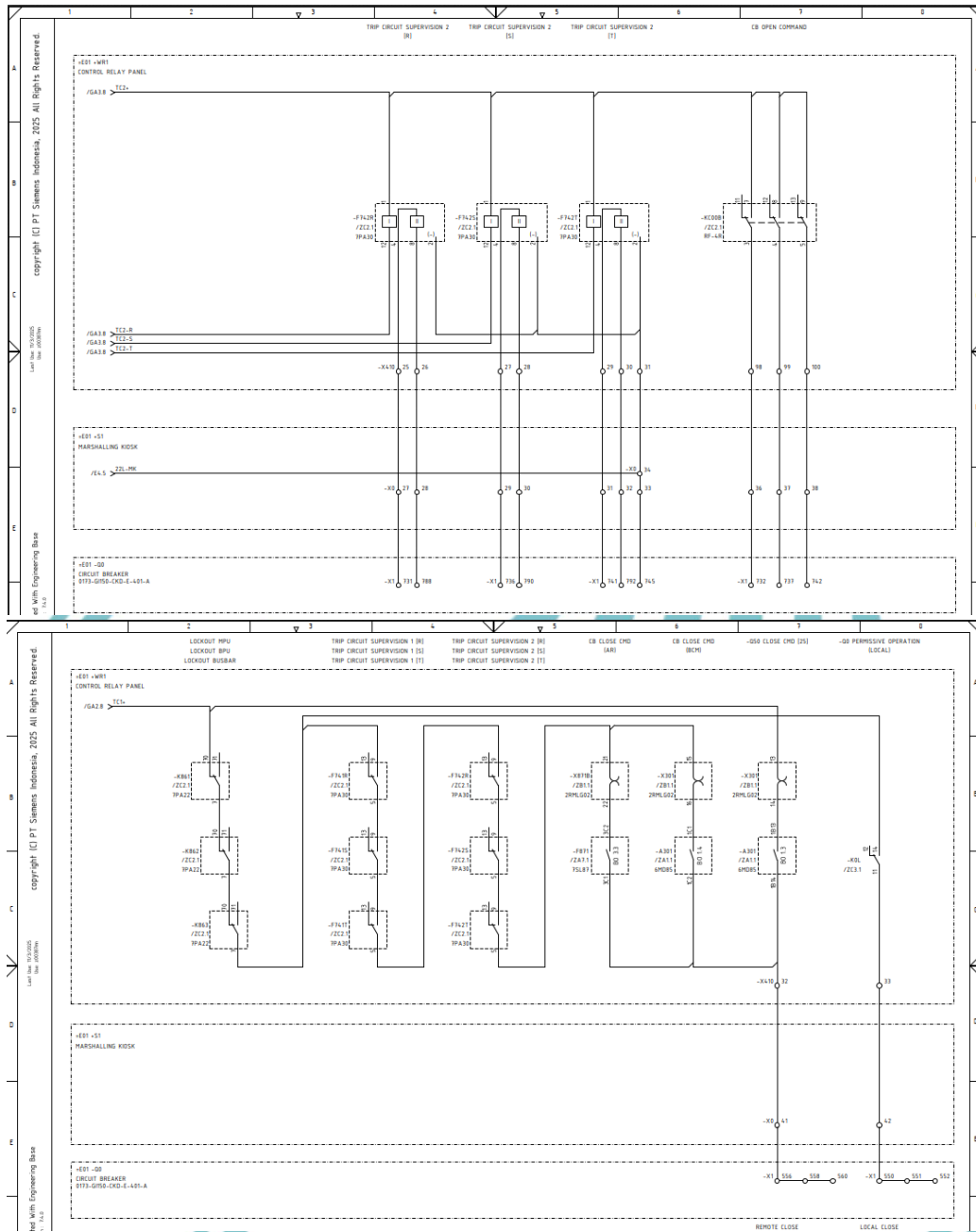




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

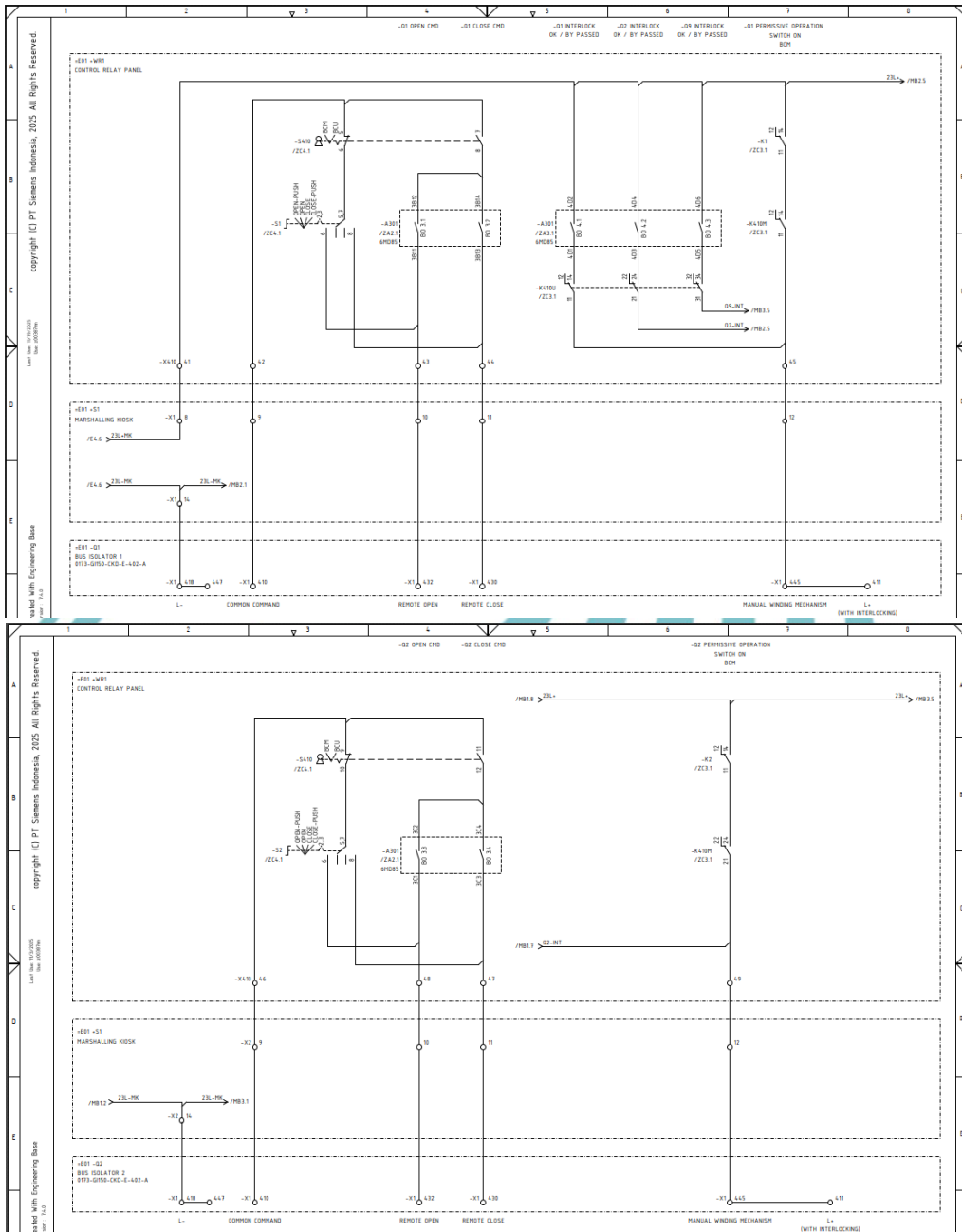




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

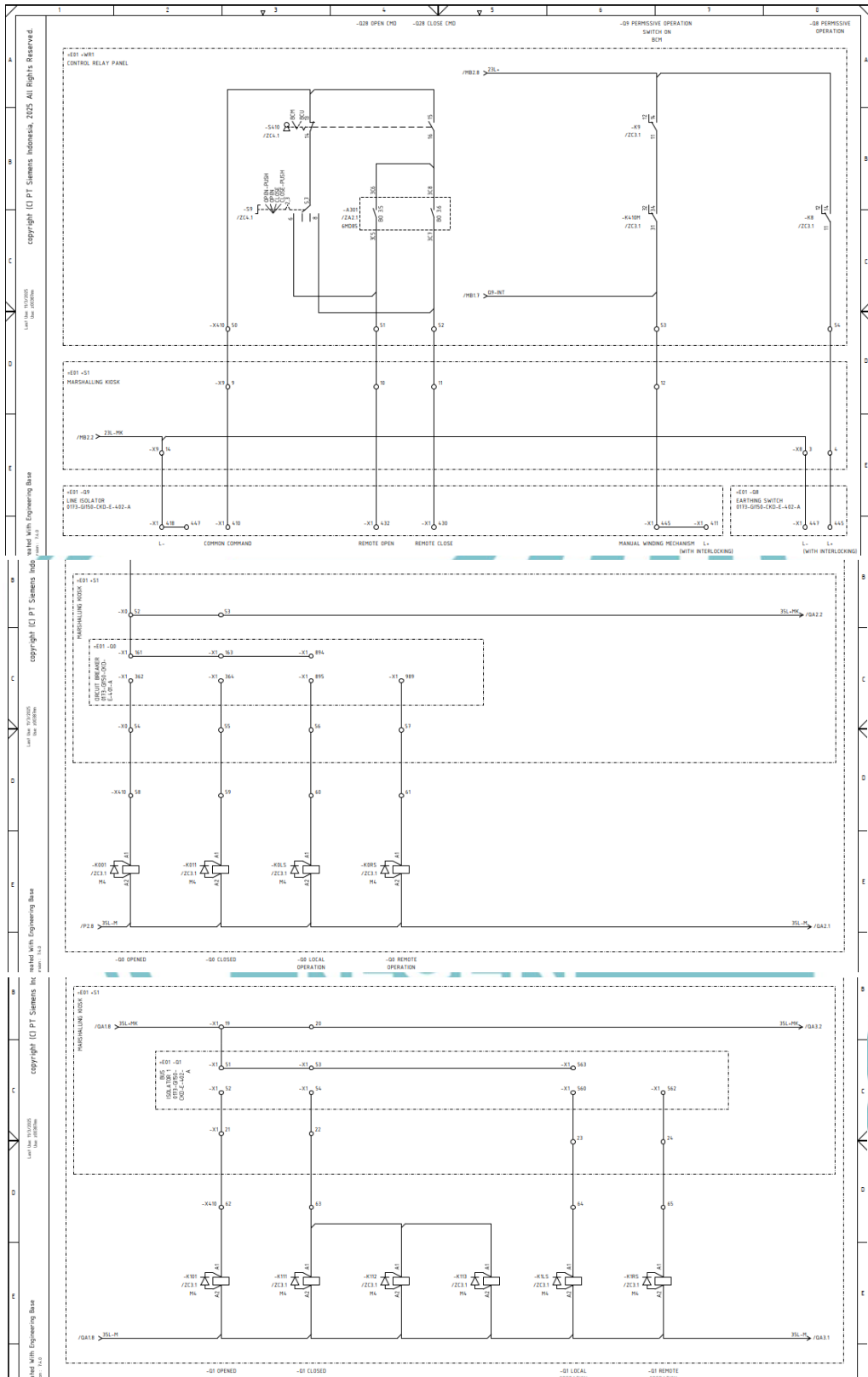




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

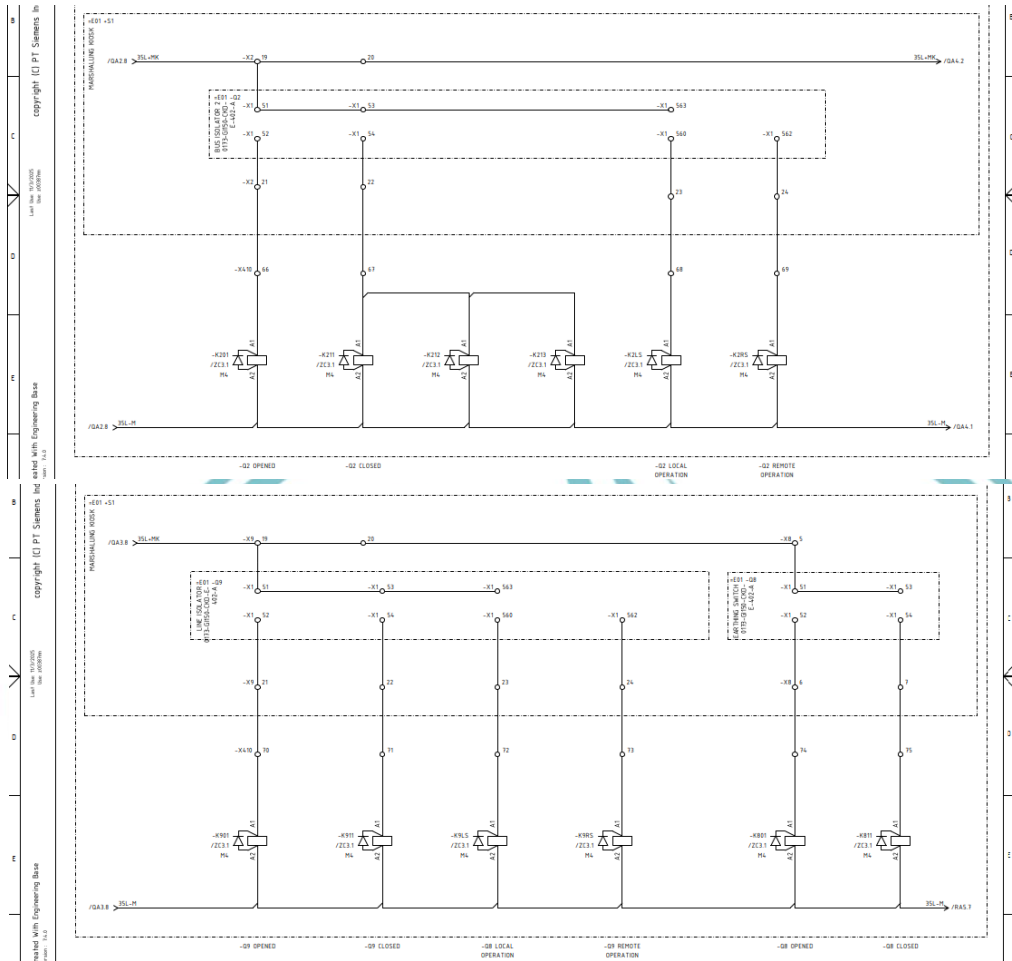




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 5. Contoh form pengujian *metering*

SIEMENS		Factory Acceptance Test: Relay Control Panel (RCP)		
PT Siemens Indonesia, SI EA O AG JKT QC PA Test Standard: complying with IEC 61439-1 Low-voltage switchgear and controlgear.				
Project No.	Customer/Cient	Project Name	Panel Name	Panel No.
S253285	PT Siemens Energy Indonesia	EDGNEX DAMAC HV SUBSTATION	150 kV Line to Cikande	E01+WR1
Individual Function Test: Measurement System				
Device Identification	: A301		Date of Test	: 20/04/2026
Function	: BCU		Test Equipment	: OMICRON CMC 356
Brand	: Siemens		Tested By	: Yogo
Product Code	: 7SJ82 DAAA-AA0-008400-A00411-12111B-BAA000-000AB0-HB1BD4-JA0			
Serial No.	: BM2510025268			
Firmware	: V08.40			
A. Ampere Meter Ratio: 2000 A / 1 A				
Injection	Actual Reading		Calculation	Deviation
	R	S	T	R
1	A	2000 A	2000 A	2000 A
	R	S	T	R
	0 A	0 A	0 A	0 A
	OK	NO	NA	
	✓			
B. Voltage Meter Ratio: 150 kV / 100 V				
Injection	Actual Reading		Calculation	Deviation
	R-S	S-T	T-R	R-S
100 A	149,88 kV	149,88 kV	149,91 kV	150 kV
	R-S	S-T	T-R	R-S
	0,12 kV	0,12 kV	0,9 kV	0,9 kV
	OK	NO	NA	
	✓			
C. Frequency Meter				
Injection	Actual Reading		Calculation	Deviation
	50.00 Hz		50.00 Hz	0.00 Hz
	OK	NO	NA	
	✓			
D. Power Factor Meter				
Injection	Actual Reading		Calculation	Deviation
	0°		1	0
	OK	NO	NA	
	✓			
E. Watt Meter Refer to the CT and VT ratio mentioned at the top.				
Injection	Actual Reading		Calculation	Deviation
	519,29 MW		519,61 MW	0,32 MW
	OK	NO	NA	
	✓			
F. VAR Meter Refer to the CT and VT ratio mentioned at the top.				
Injection	Actual Reading		Calculation	Deviation
	519,29 MVAR		519,61 MVAR	0,32 MVAR
	OK	NO	NA	
	✓			
Quality Inspector				
name/sign/date				
Note: NA = Not Applicable				

name/sign/date

name/sign/date

name/sign/date

Page 1 of 1

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta