



© 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  
Busbar Coupler Gardu Induk**

**SKRIPSI**

**Ikrom Januar Putra Irawan**

**NIM 2203411039**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**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



**Implementasi Modbus I/O dan Web-HMI pada Simulator Bay  
Busbar Coupler Gardu Induk**

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

**Ikrom Januar Putra Irawan  
NIM 2203411039**

**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 : Ikrom Januar Putra Irawan**

**NIM : 2203411039**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal :22 Juni 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

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir diajukan oleh

Nama : Ikrom Januar Putra Irawan  
NIM : 2203411039  
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Modbus I/O dan Web-HMI pada  
Simulator Bay Busbar Coupler 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.  
NIP. 199107132020122013

Pembimbing II: Ikhsan Kamil, S.T., M.Kom.  
NIP. 196111231988031003

Depok, 29 Juni 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 syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, dengan judul “Implementasi Modbus I/O dan Web-HMI pada Simulator Bay Busbar Coupler Gardu Induk”.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Danang Widjajanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ikhsan Kamil, S.T., M.Kom., S.T., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada PT Siemens Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir di perusahaan tersebut. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

- Bapak Joko Mandoyo, S.M., M.M. selaku *Head of QC PA* yang telah memberikan izin dan dukungan selama pelaksanaan Tugas Akhir,
- Ka Andrea Menati, Mas Ari Sulistio, dan Bang Yogo Marpaung selaku mentor selama pelaksanaan Tugas Akhir di PT Siemens Indonesia yang telah membimbing dan memberikan arahan teknis secara langsung.

Terima kasih yang tak terhingga penulis haturkan kepada kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan material selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan di bidang otomasi listrik industri.

Depok, 22 Juni 2026

Penulis







**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

## ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi Simulator Bay Busbar Coupler berbasis Modbus I/O yang terintegrasi dengan SCADA-HMI dan gateway konversi IEC 61850 ke Modbus TCP/IP. Simulator dikembangkan untuk mendukung pengujian panel kontrol dan proteksi gardu induk pada proses Factory Acceptance Test (FAT) dan Factory Routine Test (FRT) yang memerlukan sistem uji portabel dan fleksibel. Sistem menggunakan modul Remote I/O Modbus sebagai antarmuka sinyal utama, FUXA sebagai Web HMI, Node-RED sebagai pengolah logika, serta KEPServerEX sebagai gateway IEC 61850 ke Modbus TCP/IP. Pengujian dilakukan pada Circuit Breaker (CB), Disconnecter Switch (DS), dan Earthing Switch (ES) melalui Web HMI, BCM, dan BCU. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring dan kontrol secara real-time, menjalankan logika interlocking dan blocking, serta menampilkan data metering dengan deviasi rendah. Response time pada mode closed loop berkisar 117–405 ms (rata-rata 261,1 ms), sedangkan mode open loop berkisar 90–182 ms (rata-rata 123,2 ms). Perbedaan tersebut menunjukkan adanya tambahan latency akibat konversi protokol, namun masih layak untuk aplikasi monitoring dan kontrol non-time-critical. Simulator ini terbukti meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan keterulangan proses pengujian panel gardu induk.

*Kata kunci: Bay Busbar Coupler Simulator, FUXA, IEC 61850, Modbus I/O, Modbus TCP/IP, Node-RED, SCADA-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

## ABSTRACT

*This thesis presents the design and implementation of a Bay Busbar Coupler Simulator based on Modbus I/O integrated with SCADA-HMI and an IEC 61850 to Modbus TCP/IP conversion gateway. The simulator was developed to support Factory Acceptance Test (FAT) and Factory Routine Test (FRT) of substation control and protection panels, requiring a portable and flexible test system. The system utilizes Modbus Remote I/O modules as the main signal interface, FUXA as the Web HMI, Node-RED as the control logic engine, and KEPServerEX as the IEC 61850 to Modbus TCP/IP gateway. Testing was conducted on Circuit Breaker (CB), Disconnect Switch (DS), and Earthing Switch (ES) through Web HMI, BCM, and BCU. The results demonstrate that the system can perform real-time monitoring and control, execute interlocking and blocking logic, and display metering data with low deviation. In closed-loop mode, the response time ranged from 117 to 405 ms (average 261.1 ms), while in open-loop mode it ranged from 90 to 182 ms (average 123.2 ms). The additional latency in closed-loop mode is acceptable for non-time-critical monitoring and control applications. The developed simulator improves the efficiency, flexibility, and repeatability of substation panel testing.*

*Keywords: Bay Busbar Coupler Simulator, FUXA, IEC 61850, Modbus I/O, Modbus TCP/IP, Node-RED, SCADA-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

## 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 GAMBAR .....                              | xii  |
| DAFTAR TABEL.....                                | xv   |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                          | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                         | 1    |
| 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 Pengertian Gardu Induk .....               | 5    |
| 2.2.2 Peralatan Gardu Induk.....                 | 12   |
| 2.2.3 Substation Automation System .....         | 18   |
| 2.2.4 Protokol Komunikasi Pada Gardu Induk ..... | 19   |
| BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI ALAT.....      | 5    |
| 3.1 Rancangan Alat .....                         | 5    |
| 3.1.1 Deskripsi Alat.....                        | 5    |



**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

|                                  |                                                                          |    |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.2                            | Cara Kerja Alat.....                                                     | 24 |
| 3.1.3                            | Spesifikasi Alat .....                                                   | 26 |
| 3.1.4                            | Diagram Alir Sistem.....                                                 | 30 |
| 3.1.5                            | Desain Penelitian.....                                                   | 31 |
| 3.1.6                            | Desain Sistem.....                                                       | 31 |
| 3.1.7                            | Desain Perancangan Alat.....                                             | 33 |
| 3.1.8                            | Diagram Pengawatan .....                                                 | 37 |
| 3.2                              | Realisasi Alat.....                                                      | 39 |
| 3.2.1                            | Konfigurasi Modul Remote I/O Modbus .....                                | 39 |
| 3.2.1                            | Implementasi Logika Node-RED.....                                        | 44 |
| 3.2.3                            | Implementasi Konversi IEC 61850 ke Modbus TCP/IP .....                   | 47 |
| 3.2.4                            | Desain HMI dan Konfigurasi Web HMI FUXA .....                            | 59 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... |                                                                          | 23 |
| 4.1                              | Hasil Pengujian Simulator.....                                           | 23 |
| 4.1.1                            | Pengujian Response Time dengan Integrasi Gateway IEC 61850 .....         | 23 |
| 4.1.2                            | Pengujian Response Time tanpa Feedback IEC 61850 (Murni Modbus)<br>..... | 24 |
| 4.1.3                            | Analisis Statistik Response Time .....                                   | 70 |
| 4.1.4                            | Pengujian Akurasi Konversi Data Metering .....                           | 71 |
| 4.1.5                            | Pengujian Fungsi Trip Relay Proteksi terhadap Simulator .....            | 72 |
| 4.2                              | Pembahasan.....                                                          | 75 |
| 4.2.1                            | Performa Response Time .....                                             | 75 |
| 4.2.2                            | Akurasi Konversi Data .....                                              | 76 |
| 4.2.3                            | Keberhasilan Fungsi Interlocking dan Blocking.....                       | 76 |
| 4.2.4                            | Keberhasilan Pengujian Trip Relay Proteksi .....                         | 76 |
| 4.2.5                            | Manfaat Simulator dibandingkan Metode Konvensional .....                 | 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 4.2.6 Efesiensi Waktu..... | 77 |
| 4.3 Ringkasan Hasil .....  | 78 |
| BAB V KESIMPULAN .....     | 75 |
| 5.1 Kesimpulan .....       | 75 |
| 5.2 Saran.....             | 75 |
| DAFTAR PUSTAKA .....       | 77 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP ..... | 80 |
| LAMPIRAN.....              | 81 |







**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 Sistem Gardu Induk.....                           | 6  |
| Gambar 2. 2 Gardu Induk Isolasi Udara .....                   | 6  |
| Gambar 2. 3 Gardu Induk Isolasi Gas.....                      | 7  |
| Gambar 2. 4 GI Sistem Rel Tunggal .....                       | 8  |
| Gambar 2. 5 Gardu Induk Sistem Rel Ganda.....                 | 9  |
| Gambar 2. 6 Gardu Induk Sistem Satu Setengah Busbar.....      | 9  |
| Gambar 2. 7 Sistem Operasi Bay Control Mimic .....            | 10 |
| Gambar 2. 8 Sistem Operasi Bay Control Mimic .....            | 11 |
| Gambar 2. 9 Tampilan Substation Automation System (SAS) ..... | 12 |
| Gambar 2. 10 Circuit Breaker .....                            | 12 |
| Gambar 2. 11 Disconnecter Switch.....                         | 13 |
| Gambar 2. 12 Earthing Switch .....                            | 13 |
| Gambar 2. 13 Current Transformer (CT) .....                   | 14 |
| Gambar 2. 14 Potential Transformer.....                       | 14 |
| Gambar 2. 15 Busbar.....                                      | 15 |
| Gambar 2. 16 Trip Circuit Supervision.....                    | 16 |
| Gambar 2. 17 Relai IED.....                                   | 17 |
| Gambar 2. 18 Ethernet Switch .....                            | 17 |
| Gambar 2. 19 Secondary Injection.....                         | 18 |
| Gambar 3. 1 Diagram Blok Simulator .....                      | 28 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Cara Kerja Simulator .....           | 30 |
| Gambar 3. 3 Desain Penelitian.....                            | 31 |
| Gambar 3. 4 Desain Sistem.....                                | 32 |
| Gambar 3. 5 Desain Perancangan Alat.....                      | 33 |
| Gambar 3. 6 Tampak Kiri Simulator.....                        | 34 |
| Gambar 3. 7 Tampak samping dalam simulator.....               | 34 |
| Gambar 3. 8 Tampak Kanan luar simulator .....                 | 35 |
| Gambar 3. 9 Tampak atas luar simulator.....                   | 35 |
| Gambar 3. 10 Tampak atas dalam simulator .....                | 36 |
| Gambar 3. 11 Single Line Diagram .....                        | 37 |



**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

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 12 Diagram Pengawatan Panel.....                            | 38 |
| Gambar 3. 13 IP Address default Modbus I/O .....                      | 39 |
| Gambar 3. 14 Pilih Network adapter yang digunakan .....               | 40 |
| Gambar 3. 15 Internet Protokol Versi 4 .....                          | 40 |
| Gambar 3. 16 Setting IP Address Laptop .....                          | 41 |
| Gambar 3. 17 Setting Ebyte Configuration Tool.....                    | 42 |
| Gambar 3. 18 IP Modbus yang terhubung .....                           | 42 |
| Gambar 3. 19 Setting parameter Modbus I/O .....                       | 43 |
| Gambar 3. 20 Deteksi IP device yang sudah diganti.....                | 43 |
| Gambar 3. 21 Halaman utama Web-HMI Fuxa Sumber: Dokumen Penulis ..... | 44 |
| Gambar 3. 22 Menu Setting Fuxa .....                                  | 45 |
| Gambar 3. 23 Aktifkan fitur Node-RED .....                            | 45 |
| Gambar 3. 24 Memastikan Node-RED aktif.....                           | 46 |
| Gambar 3. 25 Flow Node-RED DS2.....                                   | 47 |
| Gambar 3. 26 Alur Diagram Feedback dari IEC 61850.....                | 48 |
| Gambar 3. 27 Setting Channel Driver IEC 61850 pada KepserverEX.....   | 49 |
| Gambar 3. 28 Setting Device pada KepserverEX.....                     | 49 |
| Gambar 3. 29 Tag dari IEC 61850 .....                                 | 50 |
| Gambar 3. 30 Setting Modbus Server.....                               | 52 |
| Gambar 3. 31 Setting Parameter pada Modbus Server .....               | 53 |
| Gambar 3. 32 Pembuatan Tag pada Modbus Server .....                   | 54 |
| Gambar 3. 33 Pemetaan antara Tag IEC dengan Modbus.....               | 56 |
| Gambar 3. 34 Pemetaan Tag dari IEC 61850 .....                        | 57 |
| Gambar 3. 35 Pemetaan Tag untuk Modbus .....                          | 57 |
| Gambar 3. 36 Verifikasi pemetaan Tagging .....                        | 58 |
| Gambar 3. 37 Memulai FUXA lewat Powershell .....                      | 61 |
| Gambar 3. 38 Tampilan Awal Fuxa.....                                  | 62 |
| Gambar 3. 39 Penambahan Koneksi dengan FUXA.....                      | 62 |
| Gambar 3. 40 Parameter Kepserver .....                                | 63 |
| Gambar 3. 41 Parameter Modbus I/O .....                               | 63 |
| Gambar 3. 42 Koneksi Fuxa Berhasil .....                              | 64 |
| Gambar 3. 43 Parameter Tag Fuxa untuk Modbus I/O .....                | 65 |



**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

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 44 Parameter Tag Fuxa untuk Kepserver ..... | 68 |
| Gambar 3. 45 Tag Internal Fuxa.....                   | 70 |
| Gambar 3. 46 Tampilan HMI Fuxa .....                  | 72 |







**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.....                                 | 26 |
| Tabel 3. 2 Tag dari IEC 61850 .....                              | 50 |
| Tabel 3. 3 Pembuatan Tag untuk Modbus Server.....                | 54 |
| Tabel 3. 4 Mapping Tagging dari IEC 61850 ke Modbus TCP/IP ..... | 58 |
| Tabel 3. 5 Fungsi Web-HMI.....                                   | 60 |
| Tabel 3. 6 Tag untuk Modbus I/O .....                            | 65 |
| Tabel 3. 7 Tag Fuxa untuk Kepserver .....                        | 69 |
| Tabel 3. 8 Tag Internal Fuxa.....                                | 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

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gardu induk merupakan bagian terpenting dalam sistem penyaluran tenaga listrik yang berfungsi sebagai titik pengaturan, penghubung berbagai *feeder*, serta transformasi tegangan dari sistem transmisi maupun distribusi (Adi Wijaya, 2022). Gardu induk berperan sebagai titik penyaluran tenaga listrik dari pembangkit menuju konsumen akhir dengan mengubah level tegangan untuk meningkatkan efisiensi pengiriman daya (Sumiyati et al., n.d.). Keandalan sistem operasional gardu induk sangat vital karena menentukan kontinuitas penyaluran energi listrik kepada konsumen (PANGESTU, 2024). Oleh karena itu, gardu induk memerlukan sistem kontrol dan proteksi yang handal untuk mendeteksi serta meminimalisir gangguan secara cepat dan selektif (D N. Vishwakarma et al., 2022).

Salah satu komponen penting dalam gardu induk adalah busbar, yaitu konduktor logam tebal yang berfungsi sebagai titik penghubung seluruh bay (Yonatan Siallagan & Tanjung, 2021). Salah satu bay yang berperan penting dalam menjaga keandalan sistem gardu induk adalah bay busbar coupler. *Busbar coupler* berfungsi untuk menghubungkan dua sistem busbar sehingga memungkinkan fleksibilitas operasi dan peningkatan keandalan sistem (Sumiyati et al., n.d.).

Pengujian sistem kontrol dan proteksi pada panel difokuskan pada verifikasi fungsi sinyal, meliputi sinyal *open*, *close*, *invalid*, *local*, dan *remote* pada *Disconnect Switch* (DS) dan *Circuit Breaker* (CB), sinyal *Trip Circuit Supervision* (TCS), serta sinyal *telemetry* berupa pengukuran tegangan dan arus guna memastikan keakuratan pemantauan dan pengendalian sistem (Hilmy Annuru & Abdi BangsaST, 2024).

Namun, simulator konvensional yang tersedia saat ini di divisi *Quality Control Protection and Automation* (QC PA) PT Siemens Indonesia masih memiliki keterbatasan, seperti kompleksitas pengkabelan manual, kurang fleksibel, hanya dapat digunakan pada panel dengan tipe yang sama, serta ketergantungan pada relai konvensional seperti yang telah diteliti (BINARDI ACHMADIANSYAH, 2020)



**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

dan (Qinthara et al., 2021). Di sisi lain, protokol komunikasi yang digunakan pada gardu induk modern saat ini adalah IEC 61850, yang memungkinkan integrasi antar perangkat secara terstruktur (Said Al Manshury, 2022). Penelitian terdahulu yaitu (Ustun, 2026), (Kumar et al., 2023), dan (Kniphoff da Cruz et al., 2026) menunjukkan bahwa untuk mengatasi permasalahan kesesuaian protokol, telah dikembangkan *gateway* berbasis IEC TR 61850-80-5 yang memungkinkan perangkat IEC 61850 berkomunikasi dengan sistem berbasis Modbus TCP/IP melalui pemetaan data yang terstruktur.

Meskipun demikian, proses pengujian panel kontrol dan proteksi di divisi QC PA PT Siemens Indonesia masih terkendala karena tidak tersedianya peralatan Gardu Induk yang sebenarnya. Akibatnya, verifikasi fungsi kontrol, interlock, dan proteksi dilakukan menggunakan metode konvensional yang memerlukan pengkabelan manual dalam jumlah banyak, memakan waktu lama, serta kurang representatif terhadap kondisi operasional di lapangan.

Berdasarkan kondisi tersebut, simulator yang ideal seharusnya mampu mendukung dua skema pengujian, yaitu *open loop* dan *closed loop*. Pada skema *open loop*, pengujian dilakukan secara langsung menggunakan protokol Modbus tanpa melibatkan *gateway*. Sedangkan pada skema *closed loop*, simulator terintegrasi dengan *gateway* konverter IEC 61850 ke Modbus TCP/IP, sehingga memungkinkan adanya *feedback real-time* dari *Intelligent Electronic Device* (IED).

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan rancang bangun Simulator Bay Busbar Coupler yang portabel dan dapat digunakan pada berbagai tipe bay. Alat ini berbasis Modbus I/O dengan antarmuka HMI-SCADA serta mendukung dua mode pengujian, yaitu *open loop* (pure Modbus) dan *closed loop* (terintegrasi dengan konverter IEC 61850 ke Modbus TCP/IP). Simulator ini didesain dalam bentuk koper untuk memaksimalkan mobilitas dan menerapkan sistem koneksi *plug-and-play* guna mengeliminasi kerumitan pengkabelan manual (Hilmy Annuru & Abdi BangsaST, 2024). Integrasi HMI berbasis laptop diharapkan mampu meningkatkan efisiensi waktu kerja divisi Quality Control PA PT Siemens Indonesia dalam melakukan pengujian, baik secara *local* maupun *remote* (Isnaini Husna et al., 2023).





**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

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, penulis merumuskan masalah yang dibahas yaitu:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan Simulator Bay Busbar Coupler yang merepresentasikan kondisi operasi gardu induk secara realistis serta mengintegrasikan Modbus IO dengan HMI-SCADA untuk monitoring dan kontrol real-time?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem komunikasi dan logika kontrol pada simulator berbasis gateway IEC61850 - Modbus TCP/IP untuk mendukung pengujian interlocking, blocking, serta monitoring telemetering dan telesignalling?
3. Bagaimana kinerja simulator dalam meningkatkan efisiensi pengujian dibandingkan metode konvensional, serta bagaimana evaluasi keunggulan dan keterbatasan sistem yang dikembangkan?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tujuan yang dapat diambil dalam proposal ini yaitu:

1. Merancang dan mengimplementasikan Simulator Bay Busbar Coupler yang merepresentasikan kondisi operasi gardu induk secara realistis serta mengintegrasikan Modbus IO dengan HMI-SCADA untuk monitoring dan kontrol real-time sesuai dengan prinsip dan standar sistem otomasi gardu induk.
2. Mengimplementasikan sistem komunikasi, logika kontrol, interlocking, blocking, serta monitoring telemetering dan telesignalling pada simulator untuk mendukung pengujian sistem kontrol dan proteksi berbasis gateway IEC 61850 – Modbus TCP/IP.
3. Meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas pengujian serta mengevaluasi keunggulan dan keterbatasan simulator dalam mendukung proses Factory Acceptance Test (FAT) dan Factory Routine Test (FRT) pada divisi Quality Control.



#### 1.4 Luaran

Luaran yang dihasilkan dari perancangan ini meliputi :

1. Alat Simulator Bay Bus Coupler berbasis Modbus IO yang terintegrasi dengan HMI-SCADA.
2. Dokumentasi teknis sistem yang meliputi panduan pengoperasian, diagram kontrol dan desain tampilan software, serta hasil pengujian alat.
3. Laporan Tugas Akhir.
4. Desain HMI simulator pengujian.
5. Artikel Publikasi.



##### 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

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil skripsi tentang Implementasi Modbus I/O SCADA-HMI pada Simulator Bay Busbar Coupler Gardu Induk yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Simulator Bay Busbar Coupler telah berhasil dirancang dan diimplementasikan secara portabel dengan pendekatan plug-and-play. Sistem mampu merepresentasikan kondisi operasi gardu induk secara realistis melalui integrasi Modbus I/O, Web HMI FUXA, dan Node-RED, serta mendukung monitoring dan kontrol real-time dalam dua mode pengujian, yaitu open loop dan closed loop.
2. Sistem komunikasi berbasis gateway IEC 61850 ke Modbus TCP/IP menggunakan KEPServerEX telah berhasil diimplementasikan. Sistem mampu melakukan pertukaran data secara real-time, menjalankan fungsi interlocking dan blocking dengan baik, serta melakukan monitoring telemetering dan telesignalling secara akurat melalui konversi protokol.
3. Simulator menunjukkan performa yang memadai dengan response time mode closed loop berkisar 206–323 ms dan mode open loop 92–182 ms, yang masih berada dalam rentang yang dapat diterima menurut IEC TR 61850-80-5 untuk aplikasi monitoring dan kontrol non-time-critical. Sistem terbukti meningkatkan efisiensi proses pengujian FAT dibandingkan metode konvensional, dengan keunggulan pada desain yang portabel serta kemudahan penggunaan, sehingga memiliki potensi untuk diimplementasikan secara lebih luas pada pengujian panel kontrol dan proteksi gardu induk berbasis IEC 61850.

#### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah:

- Pengembangan selanjutnya dapat difokuskan pada penambahan variasi jenis bay dan pengurangan *latency* pada mode integrasi IEC 61850.





## © 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

- Integrasi dengan protokol komunikasi lain seperti DNP3 dan IEC 60870-5-104 dapat dilakukan untuk meningkatkan fleksibilitas simulator.
- Perlu dilakukan pengujian langsung di lokasi gardu induk untuk memvalidasi kinerja simulator pada kondisi operasional nyata.
- Penambahan fitur keamanan siber dan *remote access* berbasis cloud dapat menjadi arah pengembangan selanjutnya.
- Simulator ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut menjadi alat pelatihan maupun produk komersial untuk mendukung pengujian panel kontrol dan proteksi di industri ketenagalistrikan.





**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. (2022). *Analisis Sistem Proteksi Rele Differensial Pada Busbar Di Gardu Induk 150 kV Paokmotong*. 8(2), xx-xx. <https://dielektrika.unram.ac.id>
- Bagaskara, A. (n.d.). *Enabling High Share of Renewable Energy in Indonesia's Power System by 2030*. Retrieved [www.iesr.or.id](http://www.iesr.or.id)
- BINARDI ACHMADIANSYAH. (2020). *PEMROGRAMAN AUTOMATIC TESTING PADA PANEL KONTROL OVERHEAD LINE MENGGUNAKAN SOFTWARE SITIFE AT DAN PTM MODULE*.
- D N. Vishwakarma, Badri Ram, & Soumya R Mohanty. (2022). *Power System Protection And Switchgear*. <https://www.mheducation.co.in/power-system-protection-and-switchgear-9789355322852-india>
- Fatahula, S. T., Kom, M., Nadhiroh, N., Achmadiansyah, B., Faza, M. H., & Satrio, D. A. (n.d.). *Pemrograman Automatic Testing pada Relay Control Panel Menggunakan Software SITIFE AT dan PTM Module*.
- Gumelar, M. A., & Ariyanto, E. (2017). IMPLEMENTASI SCADA UNTUK MONITORING DAN CONTROLING SERTA KOORDINASI SISTEM PROTEKSI GARDU INDUK SISTEM 1,5 BREAKER PADA GARDU INDUK TEGANGAN EKSTRA TINGGI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DENGAN TAMPILAN HMI. In *14 GEMA TEKNOLOGI* (Vol. 19, Number 3).
- Hilmy Annuru, R., & Abdi BangsaST, I. (2024). OPTIMALISASI MANUVER JARINGAN MENGGUNAKAN SUPERVISORY CONTROLAND DATA AQUISITION (SCADA) DALAM MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEMDISTRIBUSI20 KVDI PTPLN(Persero)UP3 BEKASI. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Universitas Aisyah Pringsewu Journal Homepage*. <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>





**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Isnaini Husna, Balqis, & Putera, R. P. (2023). *PERANCANGAN SIMULATOR BAY LINE DAN IMPLEMENTASI PENGUNAAN PADA PENGUJIAN GARDU INDUK TEGANGAN TINGGI*.

Kniphoff da Cruz, A., Siemers, C., Däubler, L., & Hackenhaar Kellermann, A. C. (2026). Integration Method for IEC 61850 into Legacy and Modern PLC Systems. *Automation*, 7(1), 7. <https://doi.org/10.3390/automation7010007>

Kumar, S., Abu-Siada, A., Das, N., & Islam, S. (2023). Review of the Legacy and Future of IEC 61850 Protocols Encompassing Substation Automation System. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 12, Number 15). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/electronics12153345>

MUHAMMAD HAIKAL FAZA. (2020). *PEMROGRAMAN AUTOMATIC TESTING PANEL KONTROL TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN SOFTWARE SITIFE AT DAN PTM MODULE*.

PANGESTU, Y. (2024). *ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK DI GARDU INDUK BATURAJA PT. PLN (PERSERO) RAYON OGAN KOMERING ULU*.

PT PLN Persero. (2022). *Pedoman Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik PT PLN (Persero) di Regional Jawa Madura Bali*.

Purnama, H., Utomo, H., & Frasetio, R. (n.d.). *RANCANG BANGUN SIMULATOR PROTEKSI JARINGAN DISTRIBUSI TERHADAP GANGGUAN ARUS LEBIH PADA GARDU INDUK*.

Qinthara, N., Prio Pambudi, K., Satrio, A., Achmadiansyah, B., & Muhammad Haikal Faza, dan. (2021). Pemrograman Automatic Testing Pada Panel Kontrol Overhead Line Menggunakan Software SITIFE AT dan PTM Module. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro* (Vol. 6).

Said Al Manshury, M. (2022). Implementasi GOOSE (IEC61850) pada Sistem Otomasi Gardu Induk di PLN UPDL Semarang. *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 3(2), 10–18. <https://doi.org/10.33019/electron.v3i2.23>





## © 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

Sumiyati, A., Rahman, S., Habil, M., Gusti, C., Diera, G., Melkior, A., Hidayat, J., & Aribowo, D. (n.d.). *Konsep Dasar Transmisi Tenaga Listrik: Klasifikasi, Komponen Serta Gangguannya*.

Ustun, T. S. (2026). IEC 61850-80-5-Based Data Mapping for Communication Modeling of Smart Inverters with IEC 61850 and Modbus Integration. *Electronics (Switzerland)*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/electronics15051134>

Yonatan Siallagan, J., & Tanjung, A. (2021). *STUDI KEBUTUHAN PERENCANAAN PEMASANGAN BUSBAR PROTEKSI PADA GARDU INDUK DUMAI PT. PLN (PERSERO) UPT PEKANBARU* (Vol. 15, Number 2).



**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**

Ikrom Januar Putra Irawan,

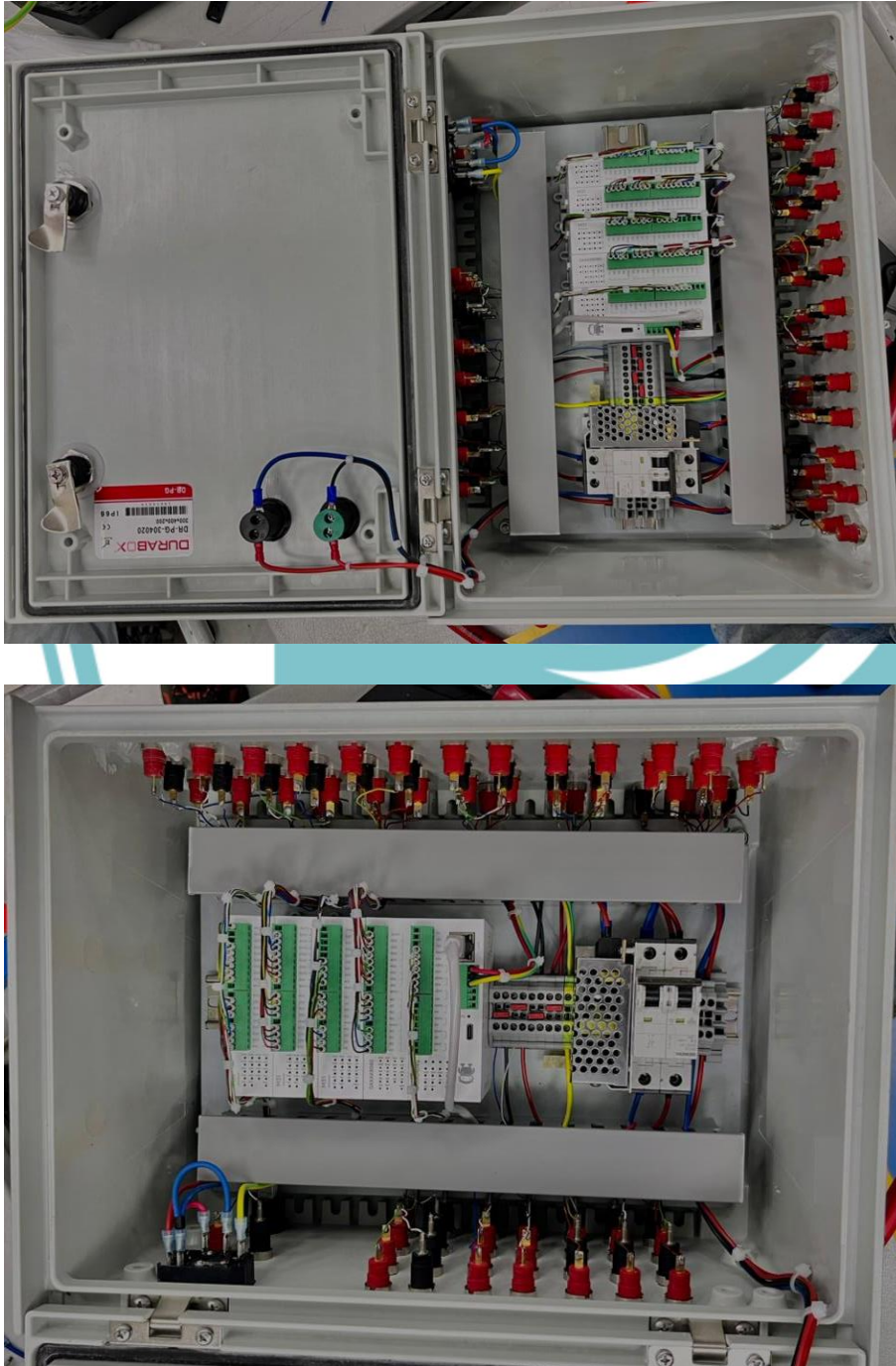
Lahir di Bogor pada 11 Januari 2003, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Kebon Pedes 3 pada tahun 2015, kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP PGRI 6 Bogor dan menyelesaikan studi pada tahun 2018, lalu melanjutkan pendidikan kejuruan di SMKN 1 Cibinong dan selesai pada tahun 2022. Hingga saat ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa aktif pada Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampilan dalam Simulator



© 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

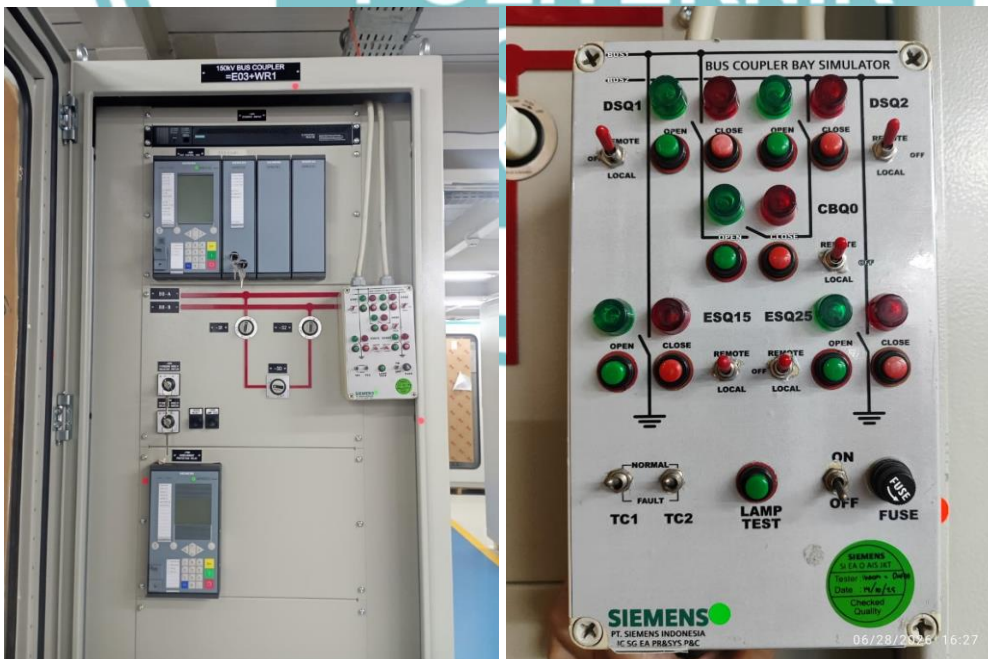
### Hak Cipta :

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 2. Instalasi Kabel ke Simulator

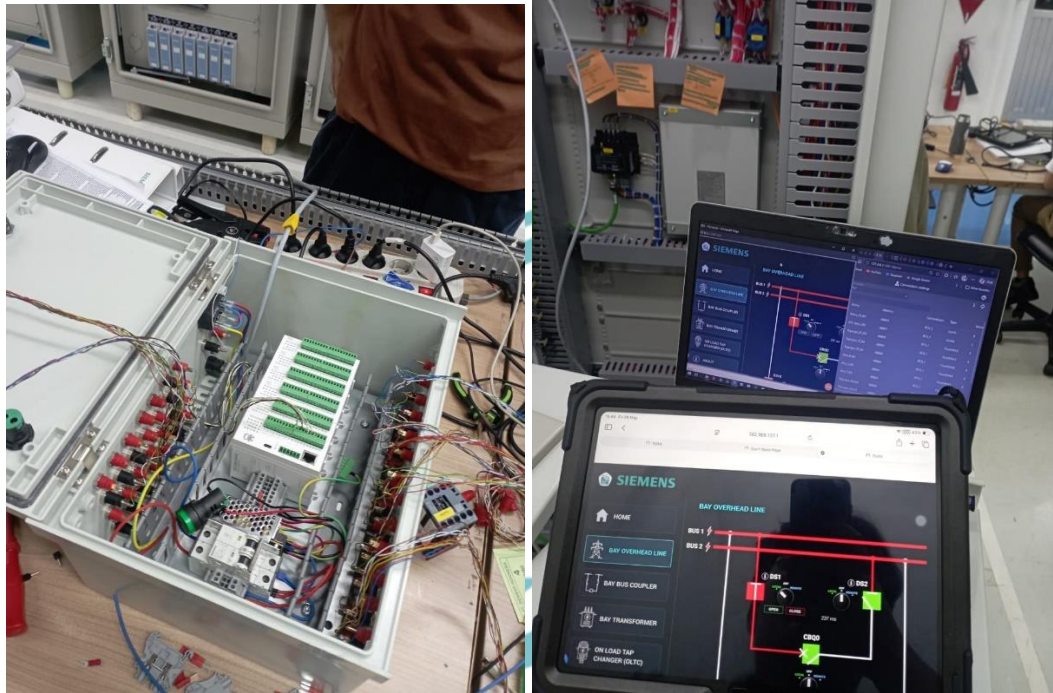


### Lampiran 3. Panel Busbar Coupler dan Simulator Konvensional





## Lampiran 5. Proses Pengambilan Data



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## Lampiran 6. Form Pengetesan *Metering* Standar PT Siemens Indonesia

| SIEMENS                                                                          |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|-----------|--------------------|-------------|--------|------------------------|-------------------|-----------|----------|
| Factory Acceptance Test: Relay Control Panel (RCP)                               |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| PT Siemens Indonesia, SIFA O AIS JKT QC PA                                       |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Test Standard: complying with IEC 61439-1 Low-voltage switchgear and controlgear |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Project No.                                                                      | Customer/Client |            |           | Project Name       |             |        | Panel Name             |                   | Panel No. |          |
|                                                                                  |                 |            |           |                    |             |        | 150/20kV Transformer 1 |                   | E5+W1     |          |
| Individual Function Test: Measurement System                                     |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Device Identification                                                            |                 |            |           | : A301             |             |        |                        | Date of Test      |           |          |
| Function                                                                         |                 |            |           | : Bay Control Unit |             |        |                        |                   |           |          |
| Brand                                                                            |                 |            |           | : Siemens          |             |        |                        |                   |           |          |
| Product Code                                                                     |                 |            |           | : P1G960236        |             |        |                        | Test Equipment    |           |          |
| Serial No.                                                                       |                 |            |           | : BM2603041005     |             |        |                        | Omicron CMC 356   |           |          |
| Firmware                                                                         |                 |            |           | : V08.40           |             |        |                        | Tested By         |           |          |
|                                                                                  |                 |            |           |                    |             |        |                        | : Bambang Prayogo |           |          |
| A. Ampere Meter                                                                  |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Ratio: 300 A / 1 A                                                               |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Injection                                                                        | Actual Reading  |            |           | Calculation        |             |        | Deviation              |                   |           | Result   |
|                                                                                  | R               | S          | T         | R                  | S           | T      | R                      | S                 | T         | OK NO NA |
| 1 A                                                                              | 299,95 A        | 299,65 A   | 299,84 A  | 300 A              | 300 A       | 300 A  | 0,05 A                 | 0,35 A            | 0,16 A    | ✓        |
| B. Voltage Meter                                                                 |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Ratio: 150 kV / 100 V                                                            |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Injection                                                                        | Actual Reading  |            |           | Calculation        |             |        | Deviation              |                   |           | Result   |
|                                                                                  | R-S             | S-T        | T-R       | R-S                | S-T         | T-R    | R-S                    | S-T               | T-R       | OK NO NA |
| 100 V                                                                            | 149,84 kV       | 149,84 kV  | 149,87 kV | 150 kV             | 150 kV      | 150 kV | 0,16 kV                | 0,16 kV           | 0,13 kV   | ✓        |
| C. Frequency Meter                                                               |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Injection                                                                        | Actual Reading  |            |           | Calculation        |             |        | Deviation              |                   |           | Result   |
|                                                                                  |                 |            | Hz        |                    |             | Hz     |                        |                   | Hz        | OK NO NA |
| 50 Hz                                                                            |                 | 50         | Hz        |                    | 50          | Hz     |                        | 0                 | Hz        | ✓        |
| D. Power Factor Meter                                                            |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Injection                                                                        | Actual Reading  |            |           | Calculation        |             |        | Deviation              |                   |           | Result   |
|                                                                                  |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           | OK NO NA |
| 0 °                                                                              |                 | 1          |           |                    | 1           |        |                        | 0                 |           | ✓        |
| E. Watt Meter                                                                    |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Refer to the CT and VT ratio mentioned at the top.                               |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Injection                                                                        | Actual Reading  |            |           | Calculation        |             |        | Deviation              |                   |           | Result   |
|                                                                                  |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           | OK NO NA |
| V = 100                                                                          |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           | ✓        |
| I = 1                                                                            |                 | 77,805 MW  |           |                    | 77,940 MW   |        |                        | 0,135 MW          |           |          |
| ∠ = 0 °                                                                          |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| F. VAR Meter                                                                     |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Refer to the CT and VT ratio mentioned at the top.                               |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |
| Injection                                                                        | Actual Reading  |            |           | Calculation        |             |        | Deviation              |                   |           | Result   |
|                                                                                  |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           | OK NO NA |
| V = 100                                                                          |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           | ✓        |
| I = 1                                                                            |                 | 77,805MVar |           |                    | 77,940 Mvar |        |                        | 0,135 Mvar        |           |          |
| ∠ = 90 °                                                                         |                 |            |           |                    |             |        |                        |                   |           |          |

Quality Inspector

name/sign/date  
Note: NA = Not Applicable

name/sign/date  
Page 1 of 1

name/sign/date

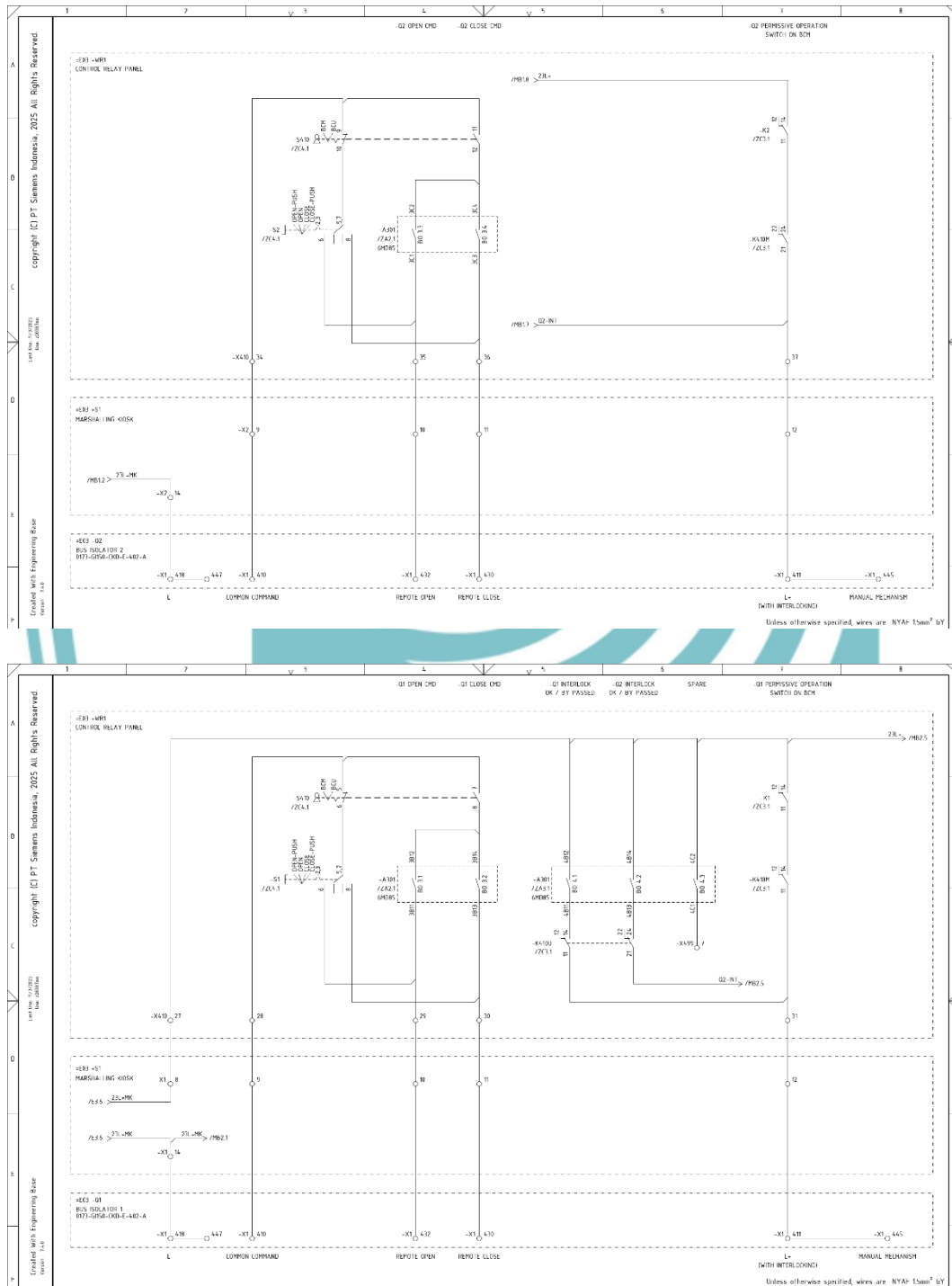




## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

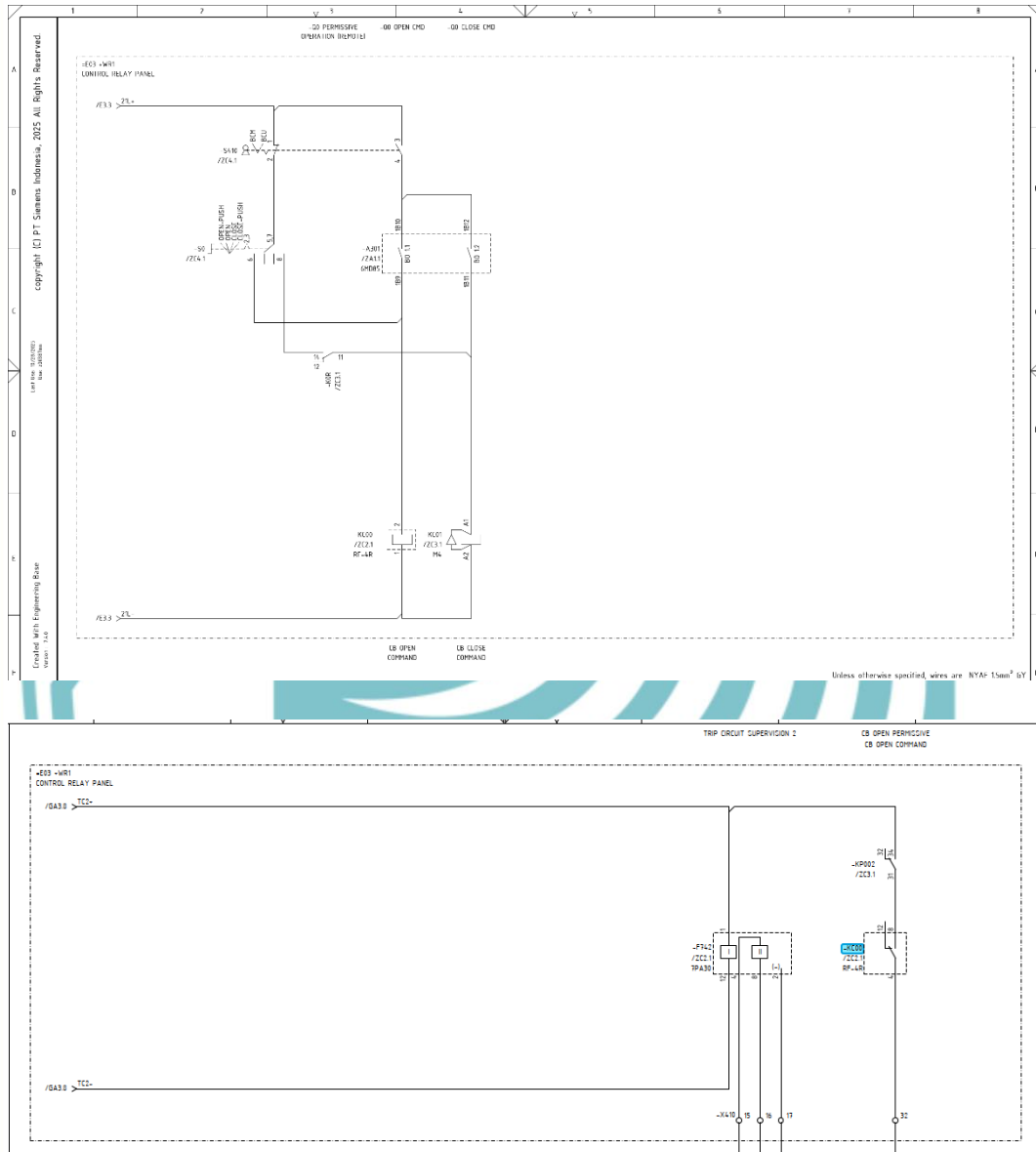




## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

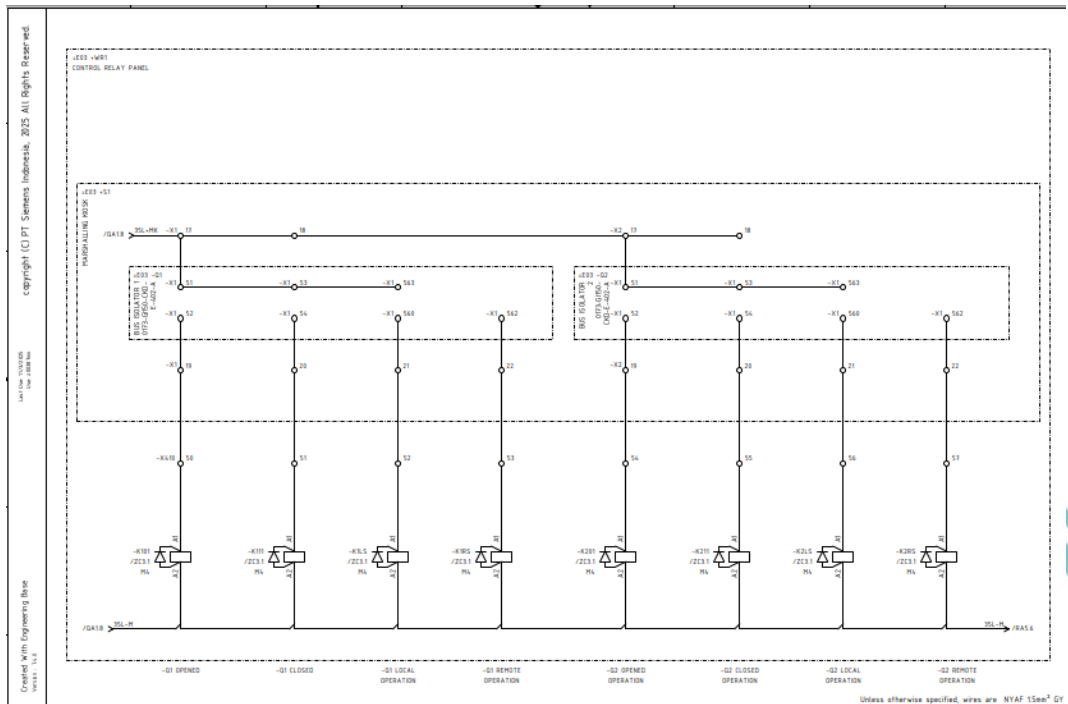
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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





**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Unless otherwise specified, wires are NYAF 1.5mm<sup>2</sup> GY

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**