© 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

PNJ – PT BADAK NGL

KAJIAN IMPLEMENTASI PROTOKOL KOMUNIKASI DIGITAL DENGAN METODE TOPSIS DAN SAW SEBAGAI PENGGANTI DATA ANALOG REQUISITION MENJADI DATA DIGITAL REQUISITION PADA SISTEM KELISTRIKAN PT BADAK NGL

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Dzikri Firman Syarif
NIM. 2102322004

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025

© 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

PNJ – PT BADAK NGL

KAJIAN IMPLEMENTASI PROTOKOL KOMUNIKASI DIGITAL DENGAN METODE TOPSIS DAN SAW SEBAGAI PENGGANTI DATA ANALOG REQUISITION MENJADI DATA DIGITAL REQUISITION PADA SISTEM KELISTRIKAN PT BADAK NGL

DRAFT

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Dzikri Firman Syarif
NIM. 2102322004

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025

© 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

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

KAJIAN IMPLEMENTASI PROTOKOL KOMUNIKASI DIGITAL DENGAN METODE TOPSIS DAN SAW SEBAGAI PENGGANTI DATA ANALOG REQUISITION MENJADI DATA DIGITAL REQUISITION PADA SISTEM KELISTRIKAN PT BADAK NGL

Oleh:

Dzikri Firman Syarif

NIM. 2102322004

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc.	Jimmy Dozeno, S.T.
NIP. 197512222008121003	No Pekerja. 134988

Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Politeknik Negeri Jakarta

Yuli Mafendro D. E. S, S.Pd., M.T.
NIP. 199403092019031013

© 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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

KAJIAN IMPLEMENTASI PROTOKOL KOMUNIKASI DIGITAL DENGAN METODE TOPSIS DAN SAW SEBAGAI PENGGANTI DATA ANALOG REQUISITION MENJADI DATA DIGITAL REQUISITION PADA SISTEM KELISTRIKAN PT BADAK NGL

Oleh:

Dzikri Firman Syarif

NIM. 2102322004

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. NIP. 197512222008121003	Ketua Penguji		14 Juli 2025
2	Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. NIP. 197512222008121003	Penguji 1		14 Juli 2025
3	Ir. Eko Wahyu Susilo, ST, IPM, CEM, ASEAN Eng. NP.132075	Penguji 2		14 Juli 2025

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE
NIP. 197707014200812100 5

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dzikri Firman Syarif

NIM : 2102322004

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Bontang, 14 Juli 2025

METERAI TEMPEL 10000 81A51ANX141556068

Dzikri F

NIM. 2102322004

© 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

KAJIAN IMPLEMENTASI PROTOKOL KOMUNIKASI DIGITAL DENGAN METODE TOPSIS DAN SAW SEBAGAI PENGGANTI DATA ANALOG REQUISITION MENJADI DATA DIGITAL REQUISITION PADA SISTEM KELISTRIKAN PT BADAK NGL

Dzikri Firman Syarif[1)], Sonki Prasetya[1)], Jimmy Dozeno[2)]

[1)]Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16425
[2)]PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Sistem distribusi kelistrikan di PT Badak NGL belum sepenuhnya menerapkan monitoring dan komunikasi relay digital yang terintegrasi, sementara infrastruktur analog yang ada telah rusak dan tidak layak digunakan. Penelitian ini merancang serta menguji infrastruktur komunikasi relay dengan protokol digital menggunakan sistem SCADA dan perangkat lunak EnerVista Viewpoint sebagai media monitoring. Evaluasi pemilihan protokol dilakukan melalui metode TOPSIS dan SAW, yang menunjukkan IEC 61850 sebagai protokol paling optimal, diikuti Modbus TCP/IP dan DNP3. Hasil simulasi membuktikan komunikasi digital pada Universal Relay B30 melalui Ethernet dan Switch Hirschmann berfungsi andal dalam pembacaan metering, status, serta perintah trip relay secara real time. Uji injeksi arus menunjukkan kesesuaian pembacaan antara relay dan HMI, alarm serta fungsi trip bekerja tepat sesuai batas arus, seluruh kejadian terekam pada event record, dan data arus tercatat melalui trend reports yang dapat diekspor ke Excel. Dari sisi finansial, analisis *Cost Benefit Analysis* (CBA) menunjukkan bahwa implementasi sistem baru menghasilkan nilai penghematan sebesar Rp2.920.494.622,50, yang merepresentasikan manfaat ekonomi langsung dari proses *upgrading*. Dengan demikian, proyek dinyatakan layak diterapkan secara teknis dan ekonomis.

Kata Kunci: *SCADA, Cost Benefit Analysis, IEC 61850, TOPSIS, SAW, EnerVista Viewpoint*

© 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

KAJIAN IMPLEMENTASI PROTOKOL KOMUNIKASI DIGITAL DENGAN METODE TOPSIS DAN SAW SEBAGAI PENGGANTI DATA ANALOG REQUISITION MENJADI DATA DIGITAL REQUISITION PADA SISTEM KELISTRIKAN PT BADAK NGL

Dzikri Firman Syarif[1)], Sonki Prasetya[1)], Jimmy Dozeno[2)]

[1)]Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16425
[2)]PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

The electrical distribution system at PT Badak NGL has not yet fully implemented an integrated digital relay monitoring and communication system, while the existing analog infrastructure is damaged and no longer feasible for operation. This study was conducted to design and test a relay communication infrastructure using digital protocols through a SCADA system and EnerVista Viewpoint software as the monitoring platform. The selection of communication protocols was evaluated using the TOPSIS and SAW methods, which identified IEC 61850 as the most optimal protocol, followed by Modbus TCP/IP and DNP3. Simulation results demonstrated that digital communication on the Universal Relay B30 via Ethernet and Hirschmann switches operated reliably in real-time metering, status acquisition, and relay trip commands. Current injection tests confirmed accurate readings between the relay and HMI, with alarms and trip functions operating precisely according to the defined current thresholds; all events were recorded in the event record, and current data were continuously logged through trend reports that could be exported to Excel. From the financial perspective, The Cost Benefit Analysis (CBA) indicates that the implementation of the new system results in a cost saving of Rp2,920,494,622.50, representing the direct economic benefit from the upgrading process. Therefore, the project is deemed feasible for implementation both technically and economically..

Keywords: SCADA, Cost Benefit Analysis, IEC 61850, TOPSIS, SAW, *EnerVista Viewpoint*

© 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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **"Kajian Implementasi Protokol Komunikasi Digital Dengan Metode TOPSIS dan SAW Sebagai Pengganti Data Analog Requisition Menjadi Data Digital Requisition pada Sistem Kelistrikan PT Badak NGL"**.

Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma IV (sarjana terapan) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbandingan protokol komunikasi digital serta menguji efektivitas implementasinya pada sistem komunikasi perangkat relay untuk mendukung sistem monitoring dan data collection secara real-time.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya laporan ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE. Selau Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Anas Malik Abdillah selaku Direktur LNG Academy.
3. Bapak Eko Wahyu Susilo selaku Ketua Jurusan Listrik Instrumentasi LNG Academy.
4. Bapak Sonki Prasetya, selaku dosen pembimbing dari Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan arahan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Jimmy Dozeno, selaku dosen pembimbing dari LNG Academy yang senantiasa memberikan dukungan, arahan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
6. Bang Bagas Hikmatul Prastowo selaku teknisi *Electrical Maintenance* yang telah memberikan bantuan dan arahan selama proses simulasi pada penelitian ini.

7. Bapak-bapak *Electrical Maintenance* yang telah memberikan bantuan dan arahan selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan LNG Academy yang telah memberikan bantuan dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan di masa mendatang. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, serta memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sistem komunikasi digital dan automasi kelistrikan.

Bontang, 14 Juli 2025

Penulis,

Dzikri Firman Syarif

2102322004

© 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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS v
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Pertanyaan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Tujuan Umum Penelitian 4
1.6 Tujuan Khusus Penelitian 5
1.7 Manfaat Penelitian 5
1.8 Sistematika Penulisan Skripsi 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
3.1 Landasan Teori 8
2.1.1 Communication Protocol 8
2.1.2 Topologi Networking 11
2.1.3 Software Monitoring 12
2.1.4 Intelligent Electronic Device (Relay Multilin) 16
2.1.5 Multinet Converter 18
2.1.5 Ethernet Switch 19
2.1.6 OMICRON (CMC 356) 20
2.1.7 Metode Komparatif 20
2.1.8 Cost Benefit Analysis 23
2.2 Kajian Literatur 23
2.3 Kerangka Pemikiran 31

2.4 Hipotesis 35
BAB III METODE PENELITIAN 37
3.1 Jenis Penelitian 37
3.2 Objek Penelitian 39
3.3 Metode Pengambilan Sampel 40
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian 40
3.4.1 Jenis Data 40
3.4.2 Teknik Konversi dan Penilaian Data 40
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian 41
3.6 Metode Eksperimen 43
3.6.1 Problem Formulation 44
3.6.2 Conceptual Model 45
3.6.3 Collection Input/Output Data 47
3.6.4 Modelling 50
3.6.5 Simulation 59
3.6.6 Verification and Validation 59
3.6.7 Experimental 59
3.6.8 Output Analysis 60
3.7 Metode Analisis Data 61
3.7.1 Pengumpulan Data TOPSIS dan SAW 61
3.7.2 Penentuan Skor Alternatif TOPSIS dan SAW 69
3.7.3 Cost Benefit Analysis (CBA) 74
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 75
4.1 Analisis Protokol Komunikasi Digital 75
4.1.1 Modbus TCP/IP) 75
4.1.2 DNP3 (Distributed Network Protocol) 76
4.1.3 IEC 61850 77
4.2 Analisis Metode SAW dan TOPSIS 78
4.2.1 *Simple Additive Weighting* (SAW) 80
4.2.2 *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) 82
4.2.3 Evaluasi Kinerja Protokol Komunikasi Digital 84
4.3 Uji Simulasi 85
4.3.1 Simulation 86

© 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

4.3.2 Verification and Validation 87
4.3.3 Experimental 88
4.3.4 Output Analysis 92
4.4 Analisis Ekonomi (Cost and Benefit Analysis) 94
4.4.1 Cost Estimate Sistem Baru 94
4.4.2 Cost Estimate Sistem Lama 95
4.4.3 Penghematan 97
4.5 Implikasi Hasil Penelitian 97
BAB V PENUTUP 99
5.1 Kesimpulan 99
5.2 Saran 100
DAFTAR PUSTAKA 101
LAMPIRAN 107

© 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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Topologi ring 11
Gambar 2. 2 Topologi bus atau daisy chain 12
Gambar 2. 3 Menu Enervista Viewpoint 13
Gambar 2. 4 Blok Diagram pada SCADA 15
Gambar 2. 5 Multilin B30 17
Gambar 2. 6 Multilin 350 18
Gambar 2. 7 Multinet Converter 18
Gambar 2. 8 Ethernet Switch RSP35 dan RSPE35 19
Gambar 2. 9 Omicron CMC 356 20
Gambar 2. 10 Kerangka Pemikiran Penelitian 34
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 37
Gambar 3. 2 Peta Switchgear PT Badak NGL 39
Gambar 3. 3 Diagram Alir Simulasi 44
Gambar 3. 4 Simulasi Sistem Komunikasi Relay Serial dan Universal 46
Gambar 3. 5 Adress Hirschmann Network Switch 47
Gambar 3. 6 Single Line Diagram Kelistrikan PT Badak NGL 51
Gambar 3. 7 Device Set-Up Relay B30 52
Gambar 3. 8 Set-Up Communication Relay 350 54
Gambar 3. 9 Konfigurasi Relay pada Single Line Diagram 55
Gambar 3. 10 Monitoring Arus RMS Universal Relay B30 pada Single Line Diagram 56
Gambar 3. 11 Setting Annuciator 56
Gambar 3. 12 Arsitektur Komunikasi 57
Gambar 3. 13 Flowchart Metode Analisis Data 61
Gambar 4. 1 Grafik Skor Protokol Komunikasi Digital 79
Gambar 4. 2 Alur Metode SAW 80
Gambar 4. 3 Alur Metode TOPSIS 82
Gambar 4. 4 Speed Test pada Relay B30 88
Gambar 4. 5 Grafik Inject Arus RMS 89
Gambar 4. 6 Tampilan One Line Viewer saat Kondisi Gangguan 90

Gambar 4. 7 Tampilan Annuciator saat Kondisi Gangguan 91
Gambar 4. 8 Tampilan Indikator Trip Pada Relay 92
Gambar 4. 9 Events Record 93

© 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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Keterangan Tempat Sistem Kelistrikan PT Badak NGL 39
Tabel 3. 2 IP Adress Perangkat 47
Tabel 3. 3 Setting Relay B30 49
Tabel 3. 4 Keterangan Simbol Single Line Diagram 51
Tabel 3. 5 Parameter Kecepatan..... 63
Tabel 3. 6 Parameter Keamanan 63
Tabel 3. 7 Parameter Interoperabilitas 64
Tabel 3. 8 Parameter Skalabilitas..... 65
Tabel 3. 9 Parameter Kemudahan 66
Tabel 3. 10 Parameter Biaya Implementasi 67
Tabel 3. 11 Bobot pada Tiap Parameter..... 69
Tabel 4. 1 Evaluasi Kinerja Modbus TCP/IP Berdasarkan Studi Literatur 75
Tabel 4. 2 Evaluasi Kinerja DNP3 Berdasarkan Studi Literatur 76
Tabel 4. 3 Evaluasi Kinerja IEC 61850 Berdasarkan Studi Literatur 77
Tabel 4. 4 Skor Protokol Komunikasi Digital..... 79
Tabel 4. 5 Matriks Ternormalisasi 80
Tabel 4. 6 Nilai Prefensi..... 81
Tabel 4. 7 Rata-Rata Nilai Prefensi..... 81
Tabel 4. 8 Hasil Ranking..... 81
Tabel 4. 9 Matriks Ternormalisasi 83
Tabel 4. 10 Matriks Normalisasi Terbobot 83
Tabel 4. 11 Nilai Solusi Ideal Positif dan Negatif 83
Tabel 4. 12 Nilai Terbobot Solusi Ideal Positif dan Negatif..... 83
Tabel 4. 13 Nilai Prefensi 84
Tabel 4. 14 Hasil Ranking..... 84
Tabel 4. 15 Hasil Ranking Metode SAW dan TOPSIS 85
Tabel 4. 16 Uji Arus Relay B30..... 87
Tabel 4. 17 Log Hasil Eksperimen Simulasi Sistem Komunikasi Digital SCADA 88
Tabel 4. 18 Asumsi Keekonomian 94

© 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

Tabel 4. 19 Biaya Barang Sistem Baru 94
Tabel 4. 20 Direct Cost Sistem Baru..... 95
Tabel 4. 21 Indirect Cost Sistem Baru 95
Tabel 4. 22 Estimate Cost Sistem Lama 96
Tabel 4. 23 Direct Cost Sistem Lama 96
Tabel 4. 24 Indirect Cost Sistem Lama..... 97

© 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

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Badak NGL merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pengolahan *natural gas* untuk menghasilkan produk utama berupa *Liquefied Natural Gas* (LNG). Dalam mendukung proses produksi dan operasi pabrik, dibutuhkan utilitas untuk menyediakan kebutuhan dasar salah satunya, yaitu sistem kelistrikan pada proses pabrik. Dengan memanfaatkan teknologi yang semakin canggih, proses monitoring dan pengumpulan data pada sistem kelistrikan pabrik menjadi semakin optimal. Sistem yang optimal menjadikan proses produksi pabrik menjadi efektif, stabil dan aman (MIT Energy Initiative, 2016).

Proses *monitoring* dan *data collection* memiliki peranan penting dalam sistem operasional industri dalam memantau, memprediksi kondisi peralatan, menjamin jaringan listrik yang efektif, aman, dan *reliable (A. Kumar et al., 2023)*. Ketiadaan sistem monitoring pada sistem kelistrikan dapat menimbulkan berbagai risiko yang serius terhadap keandalan dan keselamatan operasional. Tanpa sistem pemantauan yang memadai, gangguan seperti lonjakan arus, ketidakseimbangan beban, penurunan tegangan, atau gangguan frekuensi tidak dapat terdeteksi secara cepat dan akurat. Akibatnya, potensi kerusakan pada peralatan seperti transformator, generator, dan panel distribusi meningkat, yang berujung pada biaya perbaikan yang tinggi dan gangguan operasional yang signifikan. Selain itu, ketiadaan data historis dan real-time menyebabkan keterbatasan dalam analisis performa sistem, kesulitan dalam perencanaan pemeliharaan, serta rendahnya kemampuan dalam mengantisipasi dan mencegah gangguan di masa mendatang. Dalam skala industri, hal ini dapat berdampak pada terganggunya kontinuitas proses produksi, menurunnya efisiensi energi, serta meningkatnya risiko keselamatan bagi operator dan lingkungan kerja. Oleh karena itu, sistem monitoring merupakan sistem krusial untuk menjaga keandalan dan stabilitas sistem kelistrikan secara menyeluruh (Abood & Fuller John, 2024).

Sistem distribusi kelistrikan di PT Badak NGL saat ini menggunakan kombinasi relay *electromechanical* (analog), relay digital serial, dan relay digital modbus. Saat ini PT Badak NGL belum menerapkan sistem *monitoring* dan data *collection* secara *real-time* untuk perangkat relay digital pada ruang *Main Control Room*. Terdapat sistem HMI (*Human Machine Interface*) *partial* dengan infrastruktur analog pada Module-I yang terhubung dengan DCS (*Distributed Control System*). Komponen pembacaan data tersebut sudah rusak dan *obsolete*. Sehingga perlu dilakukan penggantian serta *upgrading* pada sistem. Digitalisasi peralatan akan menjadi solusi untuk meningkatkan *safety*, efisiensi, keandalan, dan sistem operasional. Digitalisasi akan memudahkan operator untuk memantau kinerja peralatan secara *real time*, memprediksi kegagalan peralatan, dan meningkatkan protokol keselamatan (Tari Yvonne Elete et al., 2024). Proses *monitoring dan* pengumpulan data dengan menggunakan peralatan analog akan rentan terhadap keterbatasan akurasi, kecepatan, dan fleksibilitas. Penggunaan peralatan analog dapat mengakibatkan rendahnya efisiensi pada proses monitoring dan *control* terhadap data peralatan yang dinamis serta membutuhkan respon secara real-time (Mufti Prasetiyo et al., 2024).

Selain mempertimbangkan aspek teknis, suatu proyek implementasi perlu dianalisis dari segi keekonomian agar *project* yang dilakukan perusahaan memberikan manfaat yang optimal. Oleh karena itu, penelitian ini juga menggunakan metode *Cost Benefit Analysis* (CBA) untuk menilai kelayakan antara perbaikan pada sistem lama atau penggantian menjadi sistem baru. Melalui metode ini, seluruh biaya pengadaan barang dan jasa teknis dibandingkan dengan manfaat yang diperoleh berupa penghematan biaya dibandingkan sistem lama (Yo'eli, 2022).

Protokol komunikasi digital nantinya akan menghubungkan peralatan relay yang ada dilokasi dengan *Human Machine Interface* (HMI) yang terintegrasi dengan sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Protokol komunikasi digital yang akan digunakan, yaitu IEC 61850, DNP3 (*Distributed Network Protocol*), dan *Modbus Protocol.* Penelitian ini menganalisis dan membandingkan dua metode komparatif TOPSIS (*Technique for Order Preference*

© 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

by Similarity to Ideal Solution) dan SAW *(Simple Additive Weighting)* kemudian mencari alternatif protokol komunikasi digital melalui studi literatur untuk menentukan yang terbaik. Metode TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) dipilih untuk memberikan hasil akurat dan kompleks dengan kriteria yang banyak. Metode ini mengidentifikasi alternatif terbaik dengan pendekatan terhadap solusi ideal positif serta menjauh dari solusi ideal negatif. Pendekatan ini sangat relevan dalam konteks komunikasi digital, yang melibatkan parameter teknis yang saling berinteraksi. Metode SAW *(Simple Additive Weighting)* lebih mudah dan cepat dalam membandingkan alternatif karena kemampuannya dalam menyederhanakan proses evaluasi melalui agregasi linier terhadap skor kriteria yang telah dinormalisasi dan dibobotkan. Walaupun pendekatan metode SAW lebih sederhana, metode ini tetap efektif sebagai pembanding hasil awal yang cepat dan intuitif, serta dapat digunakan sebagai validasi silang terhadap hasil dari metode TOPSIS (Chandrasekar & Savitha, 2011). Setelah menentukan protokol komunikasi yang relevan, selanjutnya melakukan uji simulasi untuk memastikan kesiapan dari sisi infrastruktur sistem komunikasi dan monitoring relay digital.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar latar belakang dari penelitian ini, permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Menentukan rancangan arsitektur komunikasi yang diperlukan untuk sistem *monitoring* dan data *collection* berbasis SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).
2. Dalam penerapan sistem *monitoring* dan data *collection* relay digital, terdapat 3 protokol komunikasi digital yang akan dibandingkan, yaitu IEC 61850, DNP3 dan Modbus Protocol. Diperlukan metode perbandingan sehingga diperoleh protokol yang terbaik untuk dipilih. Hasil analisis akan menentukan rekomendasi protokol untuk diterapkan di PT Badak NGL.
3. Merumuskan kelayakan ekonomis dari implementasi sistem monitoring dan komunikasi relay digital berbasis SCADA sebagai pengganti sistem analog yang telah rusak dan *obsolete*.

© 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

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, tedapat beberapa pertanyaan terkait dengan rumusan masalah. Sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan sistem komunikasi digital yang efisien dan andal untuk mendukung sistem *monitoring* dan *data collection* pada relay digital di PT Badak NGL?
2. Apa protokol komunikasi digital yang paling relevan diterapkan dalam sistem *monitoring* dan data *collection* pada sistem kelistrikan PT Badak NGL berdasarkan hasil evaluasi metode TOPSIS dan SAW?
3. Apakah implementasi sistem SCADA berbasis komunikasi relay digital di PT Badak NGL layak secara ekonomis berdasarkan hasil *Cost Benefit Analysis*?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini, adalah:

1. Penelitian ini mengkaji kinerja sistem *monitoring* dan *data collection* dari peralatan relay digital melalui uji simulasi infrastruktur pada *software* Enervista *Viewpoint.*
2. Membandingkan 3 protokol komunikasi digital, yaitu IEC61850, Modbus Protocol, dan DNP3 sesuai basis standard acuan IEC (Eropa) dan ANSI (DNP3).
3. Analisis ekonomi yang dilakukan hanya mencakup perbandingan biaya dan manfaat implementasi sistem SCADA, dengan fokus pada komponen biaya pengadaan barang dan jasa teknis, tanpa membahas aspek non-finansial secara mendalam.

1.5 Tujuan Umum Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah memperoleh sistem komunikasi dan monitoring relay proteksi digital pada sistem kelistrikan *main bus* dan *ring-bus* di PT Badak NGL, dengan membandingkan efektivitas metode TOPSIS dan SAW untuk menentukan protokol komunikasi digital yang paling optimal berdasarkan kriteria teknis dan operasional, serta melakukan analisis biaya dan manfaat (*Cost*

Benefit Analysis) guna menilai kelayakan ekonomis dari implementasi sistem tersebut.

1.6 Tujuan Khusus Penelitian

1. Memperoleh infrastruktur sistem komunikasi dan monitoring *relay* digital berbasis protokol komunikasi digital berupa kesesuaian topologi jaringan, kompatibilitas perangkat, serta keandalan transmisi data.
2. Memperoleh hasil pemilihan protokol komunikasi digital menggunakan metode TOPSIS dan SAW, berupa konsistensi hasil seleksi, akurasi peringkat alternatif, dan relevansi terhadap kebutuhan sistem kelistrikan di PT Badak NGL.
3. Memperoleh analisis biaya dan manfaat (*Cost Benefit Analysis*) dari implementasi sistem SCADA, sehingga perusahaan memperoleh dasar pertimbangan ekonomis dalam pengambilan keputusan investasi.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, yaitu:

A. Bagi Mahasiswa

a. Untuk memenuhi Tugas Akhir sebagai syarat dalam mendapatkan gelar Diploma IV dari Program Studi Teknik Konversi Energi di Politeknik Negeri Jakarta.

b. Untuk mengembangkan potensi mahasiswa pada bidang peminatan Listrik & Instrumentasi serta menerapkan potensi tersebut saat bekerja.

B. Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta

a. Penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang sistem komunikasi relay digital.

C. Bagi Perusahaan

a. Membantu merancang sistem komunikasi menggunakan protokol komunikasi digital yang terpilih untuk proses *monitoring* dan *data collection* di PT Badak NGL.

© 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

b. Menghasilkan rekomendasi berupa rancangan sistem komunikasi pada sistem kelistrikan *main bus* dan *ring-bus* di PT Badak NGL.

1.8 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan pada penelitian ini akan menjadikan laporan lebih fokus dan jelas dalam memahami materi yang dijadikan pokok bahasan skripsi. Sistematika penulisan skripsi, yaitu terdiri dari Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metode Penelitian, Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan, dan Bab V Penutup.

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan tentang latar belakang dari penelitian yang akan dilakukan, rumusan masalah yang akan diselesaikan, pertanyaan terkait penelitian tujuan penelitian, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan laporan skripsi.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang pemaparan landasan teori sesuai dengan penelitian yang dibahas, kajian literatur yang diperoleh dari penelitian terdahulu dan kerangka pemikiran dari penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memaparkan tentang penjelasan singkat tentang metode yang diambil untuk menjawab pertanyaan penelitian diantaranya jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisa data.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini memaparkan hasil yang diperoleh dilapangan berkaitan dengan objek penelitian serta pembahasan yang menguraikan mengenai bagaimana hasil analisis setiap *variable* dikaitkan satu dengan lainnya untuk menjawab tujuan penelitian dengan merujuk pada hasil analisis data yang diperoleh dan mengaitkannya dengan teori yang mendasari atau dengan hasil-hasil penelitian terdahulu.

5. BAB V PENUTUP

© 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

Bab ini memaparkan kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan yang akan menjawab permasalahan dan tujuan serta memaparkan saran yang untuk penelitian selanjutnya dengan topik yang serupa atau berkaitan.

© 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

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Bagian ini menyajikan kesimpulan yang dirumuskan berdasarkan hasil kajian teori, analisis, dan eksperimen, guna menjawab tujuan penelitian serta menilai efektivitas sistem komunikasi digital berbasis SCADA pada perangkat relay. Berikut kesimpulan penelitian ini:

1. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh topologi infrastruktur sistem komunikasi relay sebagai berikut. Relay proteksi yang dilengkapi dengan IEC/ANSI based *relay communication protocol*, FO-Ethernet *wiring system* menghubungkan relay dengan ethernet *switch*, *Managed-switch* hub penghubung beberapa proteksi relay, *Engineering Work Station* sebagai *main server* yang mengkoleksi data secara *real-time* dan memproses *address mapping* dari seluruh IED (*Intelligent Electronic Device*), dan HMI *Software* sebagai perangkat tatap muka antara *user* (operator, teknisi dan *engineer*) dengan sistem yang telah dimodelkan. Terdapat dua skema komunikasi yang diteliti, yaitu komunikasi *existing* relay dengan *serial-communication* yang dihubungkan ke perangkat Multinet (serial to ethernet) menuju *network switch*, dan komunikasi ethernet via direct-FO *wiring system*. Dari hasil pengujian kondisi normal dengan injeksi arus menggunakan CMC 356 mulai dari 1 A hingga 5 A dan kondisi gangguan pada 6 A, diperoleh hasil bahwa sistem dapat terbaca pada HMI secara *real-time* dengan kecepatan rata-rata 0 ms.
2. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan metode TOPSIS dan SAW, protokol komunikasi IEC 61850 direkomendasikan sebagai pilihan utama untuk mendukung sistem *monitoring* dan proteksi kelistrikan di PT Badak NGL, karena memiliki kecepatan transmisi tinggi, interoperabilitas, dan skalabilitas yang optimal.
3. Berdasarkan hasil analisis Cost Benefit Analysis (CBA), implementasi sistem SCADA dengan komunikasi relay digital menunjukkan kelayakan

secara ekonomis. Total biaya sistem baru sebesar Rp622.499.377,50 jauh lebih rendah dibandingkan dengan sistem lama yang mencapai Rp3.542.994.000,00. Selisih antara keduanya memberikan nilai penghematan sebesar Rp2.920.494.622,50 yang merepresentasikan manfaat ekonomi secara langsung dari proses upgrading sistem. Dengan demikian, penggantian sistem lama yang telah rusak dan tidak lagi layak menjadi sistem SCADA yang terintegrasi tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memberikan keuntungan finansial yang signifikan.

5.2 Saran

Bagian ini memuat saran yang bertujuan memberikan rekomendasi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut dan penerapan sistem komunikasi digital yang lebih optimal dibidang kelistrikan industri. Berikut saran dari penelitian ini:

1. Perlu dilakukan pengadaan dan pemasangan kabel RS485 yang sesuai standar untuk memastikan komunikasi pada relay Multilin 350 dapat terintegrasi sepenuhnya dengan sistem SCADA.
2. Mengoptimalkan fitur *trend reports* dan *event record* untuk mendukung analisis kinerja sistem proteksi secara berkala, serta mempertimbangkan implementasi protokol IEC 61850 pada seluruh perangkat *relay* untuk mendukung interoperabilitas dan pengembangan sistem menuju *Smart Grid*.
3. Melakukan pelatihan teknis bagi operator dan teknisi terkait penggunaan sistem *monitoring digital*, konfigurasi proteksi, serta pengelolaan data historis untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional sistem kelistrikan.

© 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

DAFTAR PUSTAKA

ABB. (2019). *REF615R DNP3 Communication Protocol Manual*.

Alberto Hernandez, J., Quagliotti, M., Serra, L., Luque, L., Lopez Da Silva, R., Rafel, A., Gonzalez De Dios, O., Lopez, V., Eira, A., Casellas, R., Lord, A., Pedro, J., & Larrabeiti, D. (2020). Comprehensive model for technoeconomic studies of next-generation central offices for metro networks. *Journal of Optical Communications and Networking*, *12*(12), 414–427. https://doi.org/10.1364/JOCN.402167

Ananda, A. S. P., Ii Munadhif, I. M., Isa, I. R., Ryan, R. Y. A., & Rini, R. I. (2023). Integrasi Sistem Komunikasi Modbus TCP/IP pada PLC Siemens S7-1200, ESP32, dan HMI. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, *10*(2), 234–244. https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i2.3254

Bai, Q., Jin, B., Wang, D., Wang, Y., & Liu, X. (2018). Compact Modbus TCP/IP protocol for data acquisition systems based on limited hardware resources. *Journal of Instrumentation*, *13*(4). https://doi.org/10.1088/1748-0221/13/04/T04004

Chaintreau, A. (2008). *Sharpness: A Tight Condition for Scalability*.

Chakraborty, S., & Aithal, P. S. (2023). Modbus Data Provider for Automation Researcher Using C#. *International Journal of Case Studies in Business, IT, and Education*, 1–7. https://doi.org/10.47992/ijcsbe.2581.6942.0285

Chandrasekar, C., & Savitha, K. (2011). Trusted Network Selection using SAW and TOPSIS Algorithms for Heterogeneous Wireless Networks. In *International Journal of Computer Applications* (Vol. 26, Issue 8).

Cherifi, T., Cherifi, W., Challal, K., Abbad, L., Bouterfas, M., & Gramez, A. (2021). MUbus: A new secure industrial communication protocol based on ModBus and Ubus protocols. *2021 Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence for Cyber Security Systems and Privacy, AI-CSP 2021*. https://doi.org/10.1109/AI-CSP52968.2021.9671085

Cho, Y.-H., Jeong, M.-S., & Park, J.-T. (2004). *A Scalable Distributed Architecture for Multi-party Conferencing Using SIP*.

Darmawan, F. R., Amalia, E. L., & Rosiani, U. D. (2021). Penerapan Metode Topsis

pada Sistem Pendukung Keputusan untuk Kota yang Menerapkan Pembatasan Sosial Berskala Besar yang di Sebabkan Wabah Corona. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (Justin)*, *9*(2), 250. https://doi.org/10.26418/justin.v9i2.43896

Debnath, K. K., Paul, D., & Shahjahan, M. (2023). Development of a Scalable Cost-Effective Medium Voltage Substation Automation System. *2023 6th International Conference on Electrical Information and Communication Technology, EICT 2023*. https://doi.org/10.1109/EICT61409.2023.10427693

Diaz, F. F., Guerrero, F. G., & Barandica, A. (2020). Technical–economic evaluation model for a process bus based on IEC 61850. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, *21*. https://doi.org/10.1016/j.segan.2019.100288

Dr. Imam Machali, M. P. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif*.

Du, L., & Liu, Q. (2012). *The Design of Communication System on the Real Time Relay Protection based on GOOSE*. IEEE.

Dwi Aryanto, F., Wijanarko, H., Sutopo Pamungkas, D., Irwanto Zarma Putra, dan, Negeri Batam, P., & Teknik Elektro, J. (2021a). Implementasi Smart Relay dan Protokol Modbus TCP pada Sistem Darurat di Perumahan. *Jurnal ASEECT*, *2*(2).

Dwi Aryanto, F., Wijanarko, H., Sutopo Pamungkas, D., Irwanto Zarma Putra, dan, Negeri Batam, P., & Teknik Elektro, J. (2021b). Implementasi Smart Relay dan Protokol Modbus TCP pada Sistem Darurat di Perumahan. *Jurnal ASEECT*, *2*(2).

Elgargouri, A., Virrankoski, R., & Elmusrati, M. (2015). *IEC 61850 Based Smart Grid Security*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ETSI. (1999). *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)*. http://www.etsi.org

Foroughi, A., Kocakulah, M., Stott, A., & Manyoky, L. (2017). Activity-Based Costing: Helping Small and Medium-Sized Firms Achieve a Competitive Edge in the Global Marketplace. *Research in Economics and Management*, *2*(5), 150. https://doi.org/10.22158/rem.v2n5p150

© 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

Frieyadie. (2016). Penerapan Metode Simple Additive Weight (SAW) dalam Sistem Pendukung Keputusan Promosi Kenaikan Jabatan. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, *XII*(1).

Găitan, V. G., Zagan, I., & Găitan, N. C. (2025). Modbus RTU Protocol Timing Evaluation for Scattered Holding Register Read and ModbusE-Related Implementation. *Processes*, *13*(2), 367. https://doi.org/10.3390/pr13020367

General Electric. (2009). *Multilin Instruction manual 350 Feeder Protection System*.

General Electric. (2011). *MultiNet Serial to Ethernet Converter*. www.GEMultilin.com/Multinet

General Electric. (2017a). *B30 Bus Differential System UR Series Instruction Manual GE Grid Solutions*. http://www.GEGridSolutions.com

General Electric. (2017b). *Multilin TM 8 Series 489 to 889 Retrofit Kit LISTED Instruction Manual 8 Series version: 1.7x GE Grid Solutions*. http://www.gegridsolutions.com/multilin

Grid Solutions, G. (2023). *GE Grid Solutions Instruction Manual EnerVista Viewpoint Monitoring*.

Gunawan, R. (2021). *Study Literature Ethernet Switching*. https://www.researchgate.net/publication/351350762

Hirschmann. (2015). *User Manual Installation Industrial Ethernet Rail Switch Power Enhanced*. www.hirschmann.com

Hirschmann. (2021). *User Manual Installation Industrial Ethernet Rail Switch Power*. www.hirschmann.com

Honglin Zhou, Junlin Song, & Xiaomin Pu. (2022). *The Design of a Novel Modbus TCP/RTU Gateaway for High Reliable Communication*. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Computer Society.

Hoßfeld, T., Heegaard, P. E., Kellerer, W., & Kounev, S. (2025). Scalability of Networks and Systems. In *Systems Benchmarking* (pp. 347–368). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85634-1_17

Iba, Z., & Wardhana, A. (n.d.). *Metode Penelitian*.

Jaloudi, S. (2019). Communication protocols of an industrial internet of things

© 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

environment: A comparative study. *Future Internet*, *11*(3). https://doi.org/10.3390/fi11030066

Kumar, A., Ajay, M., Garg, K., & College, E. (2023). *Smart Grid's Methods for Real-Time Monitoring System: A Review*. https://doi.org/10.5281/zenodo.8112904

Kumar, S., Bajpai, A., & Chattopadhyaya, P. (2019). *2019 International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.

León, H., Montez, C., Stemmer, M., & Vasques, F. (2016). *Simulation Models for IEC 61850 Communication in Electrical Substations Using GOOSE and SMV Time-critical Messages*. IEEE.

Madani, S. A., Jawad Kazmi, P., & Mahlknecht, S. (2010). Wireless Sensor Networks: Modeling and Simulation. In *Cellier & Kofman*. Law & Kelton. www.janet.ucla.edu

Marandi, P. J., Primi, M., & Pedone, F. (2012). *2012 42nd Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks*. IEEE.

Mishan, E., & Quah, E. (2007). *Cost–Benefit Analysis, 5th Edition*.

MIT Energy Initiative. (2016). *Utility of The Future an Mit Energy Initiative Response to an Industry on Transition in Collaboration with IIT-Comillas*.

MODICON. (1996). *Modicon Modbus Protocol Reference Guide*.

Moon, J. Il, Kim, J. S., Kim, J. B., Lim, K. Y., & Choi, B. W. (2005). A hardware implementation of distributed network protocol. *Computer Standards & Interfaces*, *27*(3), 221–232. https://doi.org/10.1016/j.csi.2004.07.003

Mufti Prasetiyo, S., Agusti, B., Mahesa, D. A., Maulana, F., & Rafly, A. (2024). *BIIKMA : Buletin Ilmiah Ilmu Komputer dan Multimedia Teknologi Komunikasi Digital Dan Analog: Konversi, Transmisi*. https://jurnalmahasiswa.com/index.php/biikma

Nikolajew, C., & Eichelberger, H. (2024). *Industry 4.0 Connectors -- A Performance Experiment with Modbus/TCP*. http://arxiv.org/abs/2410.15813

Njova, D., Ogudo, K., & Umenne, P. (2022). Modelling the IEC 61850 and DNP3 Protocol Using OPNET in an Electrical Substation Communication Network.

© 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

5th International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems, IcABCD 2022 - Proceedings. https://doi.org/10.1109/icABCD54961.2022.9856151

OMICRON. (2024). *The Universal Relay Test Set and Commissioning Tool*. www.omicronenergy.com/CMC356

Ortega, A., Schweitzer, C. M., Shinoda, A. A., & Ortega, A. V. (2017, January 27). Simulation of the DNP3 protocol over TCP/IP on a network IEEE 802.11g ad-hoc with smart meter. *Proceedings of the 2016 IEEE ANDESCON, ANDESCON 2016*. https://doi.org/10.1109/ANDESCON.2016.7836213

Padilla, E., Cardenas, A., & Agbossou, K. (2012a). *Hardware Implementation of Ethernet Based DNP3 Data Link*.

Padilla, E., Cardenas, A., & Agbossou, K. (2012b). *Hardware Implementation of Ethernet Based DNP3 Data Link*.

Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *McGraw-Hill Chemical Engineering Series Editorial Advisory Board Building the Literature of a Profession*.

Pratama, K. Y., Cahyono, A. D., & Tampake, H. S. (2013). *Aplikasi Monitoring Sistem dan Infrastruktur Komputer secara Real-Time menggunakan Java dan Web-Service Studi Kasus : PT. PLN (Persero) Jakarta Raya dan Tanggerang*.

PT PLN (PERSERO). (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Remote Station SCADA*.

Putra, P. P., & Toresa, D. (2021). *Keamanan informasi dan jaringan*.

Rashid, M., Singh, Y., & Manzoor, S. I. (2025a). Methodology for Assessing Existing Vulnerabilities in Modbus Protocol. *Procedia Computer Science*, *259*, 1983–1993. https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.04.154

Rashid, M., Singh, Y., & Manzoor, S. I. (2025b). Methodology for Assessing Existing Vulnerabilities in Modbus Protocol. *Procedia Computer Science*, *259*, 1983–1993. https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.04.154

Rawajbeh, M. Al, Sayenko, V., & Muhairat, M. I. (2016). Simplified CBA concept and express choice method for integrated network management system. *International Journal of Computer Networks and Communications*, *8*(3), 47–65. https://doi.org/10.5121/ijcnc.2016.8304

© 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

Rezaei, R., Chiew, T. K., & Lee, S. P. (2014a). An interoperability model for ultra large scale systems. *Advances in Engineering Software*, *67*, 22–46. https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2013.07.003

Rezaei, R., Chiew, T. K., & Lee, S. P. (2014b). An interoperability model for ultra large scale systems. *Advances in Engineering Software*, *67*, 22–46. https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2013.07.003

Richard, A., & Appiah-Kubi, P. (2017). *Design and Performance of a Split Protocol Architecture on Distributed Network Protocol 3 (DNP3)*. IEEE.

Rodriguez-Perez, N., Domingo, J. M., Lopez, G. L., & Stojanovic, V. (2022). Scalability Evaluation of a Modbus TCP Control and Monitoring System for Distributed Energy Resources. *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe*, *2022-October*. https://doi.org/10.1109/ISGT-Europe54678.2022.9960319

Schneider Electric. (2019). *IEC 61850 Fast Ethernet I/O SCADA D3 IEC 61850 and Applications Network Protection & Automation Guide*.

Sofyan, Y., & Fitriani, S. (2023). Rancang Bangun Konverter Modbus RTU RS485 ke Modbus TCP/IP Berbasis ATMEGA2560. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, *4*(3), 470–477. https://doi.org/10.47065/josyc.v4i3.3522

Stanciu, V. (2012). *Design and Development of a UDP-Based Connection-Oriented Multi-Stream One-to-Many Communication Protocol*.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*.

Sukaridhoto, S. (2016). *Komunikasi Data dan Komputer*. http://www.shore.net/-ws.

Syaiful, A. (2016). *Topologi Jaringan*.

Taherdoost, H., & Madanchian, M. (2023). Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. *Encyclopedia*, *3*(1), 77–87. https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010006

Tari Yvonne Elete, Emmanuella Onyinye Nwulu, Ovie Vincent Erhueh, Oluwaseyi Ayotunde Akano, & Adeoye Taofik Aderamo. (2024). Digital transformation in the oil and gas industry: A comprehensive review of operational efficiencies and case studies. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*,

© 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

6(11), 2611–2643. https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i11.1692

Thepmanee, T., Pongswatd, S., Asadi, F., & Ukakimaparn, P. (2022). Implementation of control and SCADA system: Case study of Allen Bradley PLC by using WirelessHART to temperature control and device diagnostic. *Energy Reports*, *8*, 934–941. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.11.163

Tournier, J.-C., & Werner, T. (2010). *A Quantitative Evaluation of IEC61850 Process Bus Architectures*. I E E E.

Wang Yongliang, Chen Jiejie, Li Xinqi, Huang Yunqi, Lu Dengcheng, Yan Daliang, & Chen Ji. (2019). *Design of Environmental Control System Based on Embedded Modbus*. IEEE.

Welton, D., & Knapek, W. (2017). Important considerations in testing and commissioning digital protective relays. *Proceedings - 2017 IEEE Rural Electric Power Conference, REPC 2017*, 12–16. https://doi.org/10.1109/REPC.2017.15

Wester, C., & Adamiak, M. (2012). *Practical Applications of Peer-to-Peer Messaging in Industrial Facilities*. IEEE.

Wijaya, A. A. (2013). *Topologi Jaringan*.

Yin, Y., Gao, J., Hosseinzadeh, H., Su, B., & Hunt, R. (2016). *GE Grid Solutions New Insights into IEC 61850 Interoperability and Implementation White Paper*.

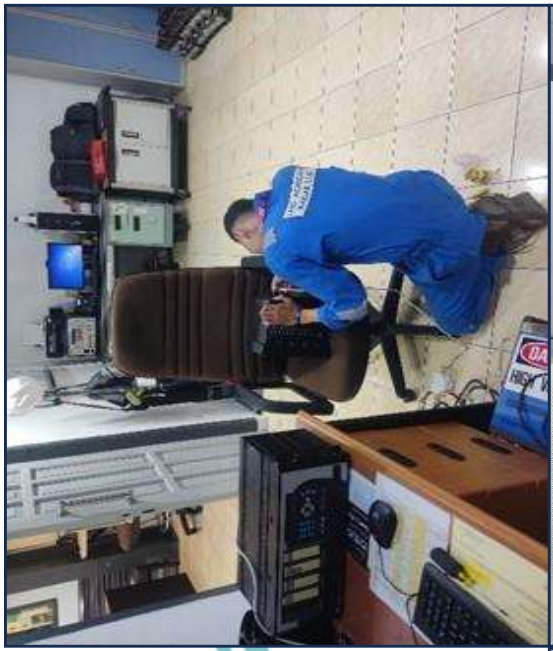
Yo'eli, Y. W. (2022). *Cost Benefit Analysis dalam Pengadaan Aset pada CV. Siantar Pratama Trans*.

Yunita Bara'langi, S., & Tangdililing, F. (2014). *Implementasi Protokol Modbus Tcp pada Sistem Monitoring Besaran Listrik Menggunakan Labview dan Power Meter Schneider 810*.

Zarepour, E., Hassan, M., Chou, C. T., & Bayat, S. (19 C.E.). *Nanotechnology (IEEE-NANO), 2015 IEEE 15th International Conference on*. IEEE.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Set-Up Simulasi

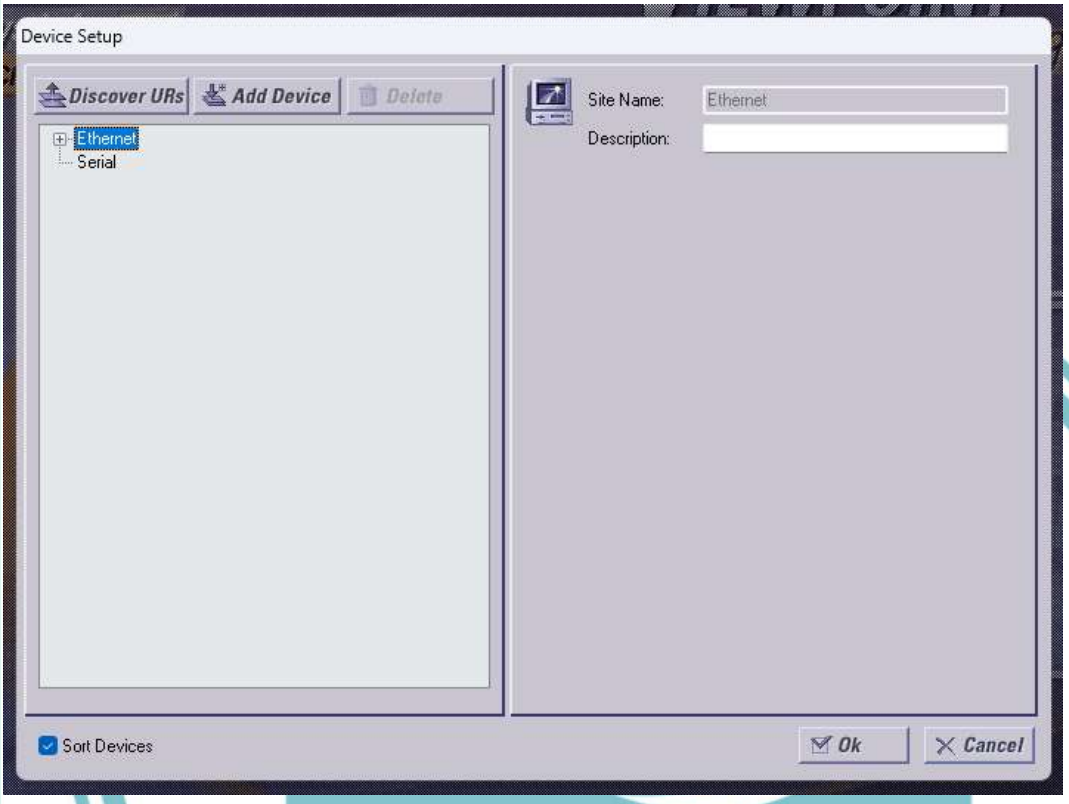


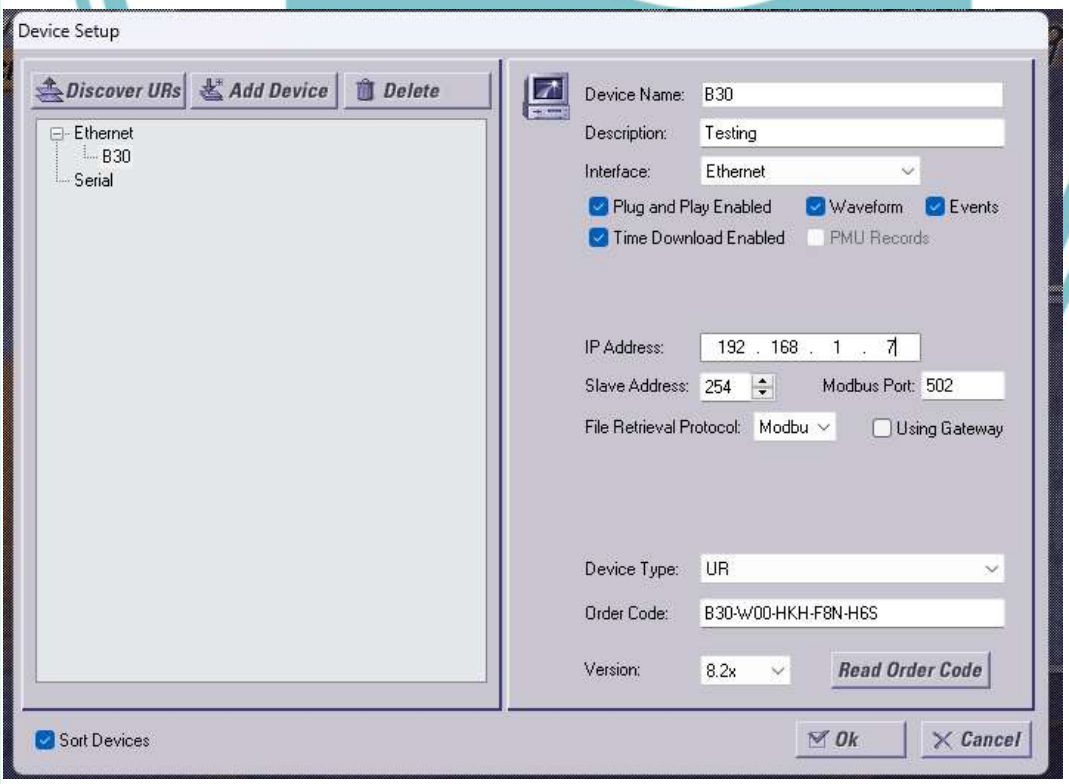
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 Set-Up Software Enervista Viewpoint

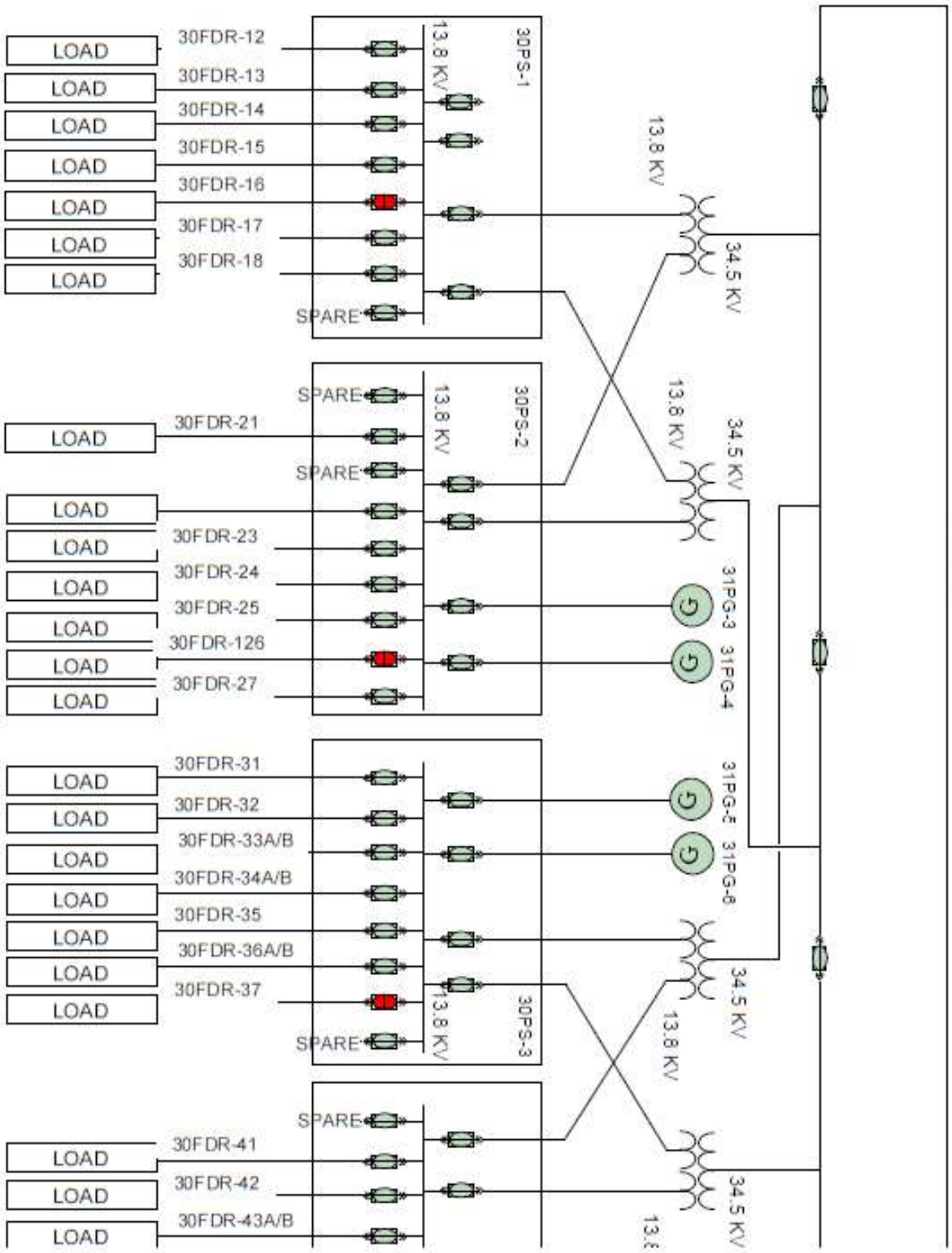




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

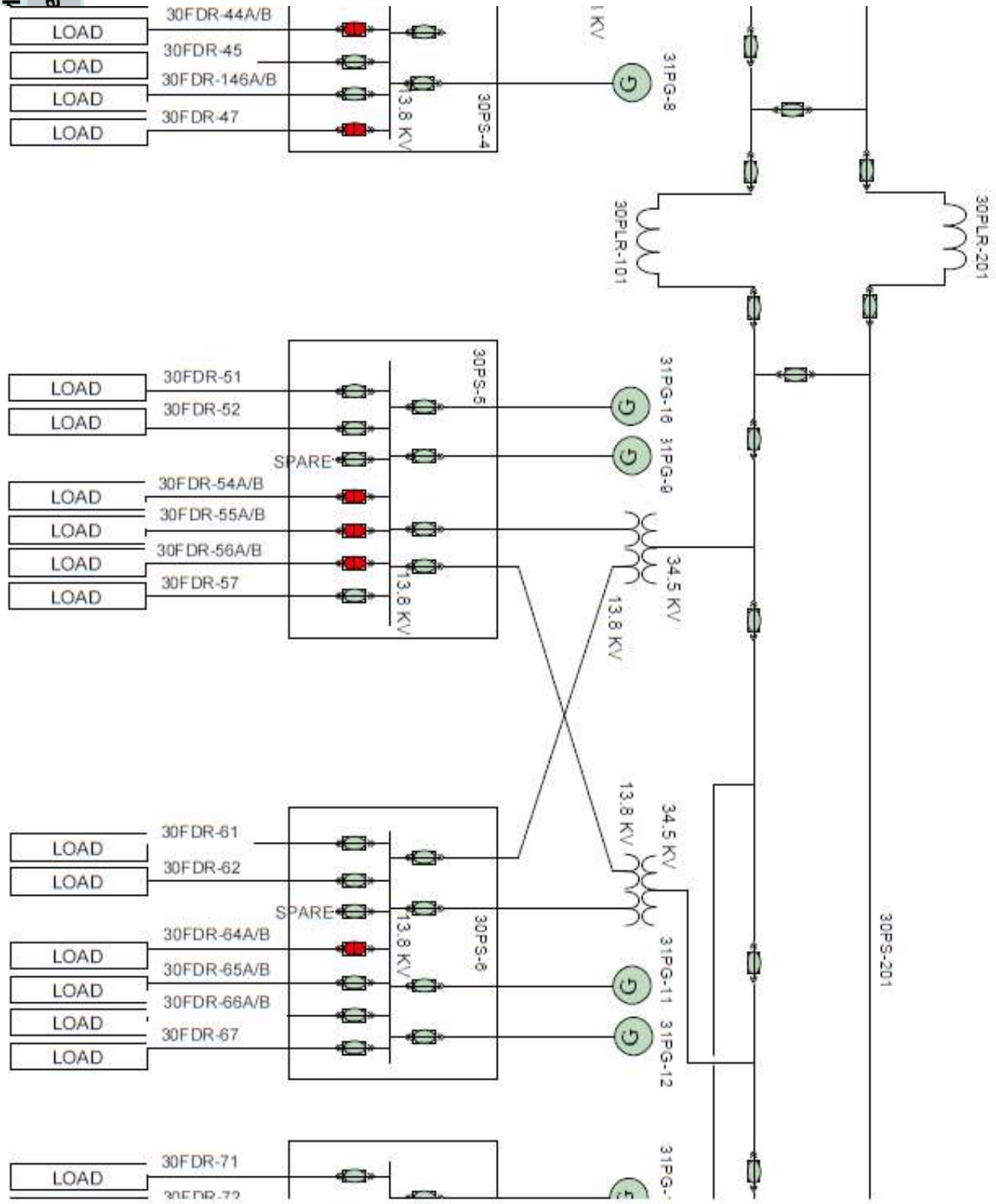
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

(Lanjutan)



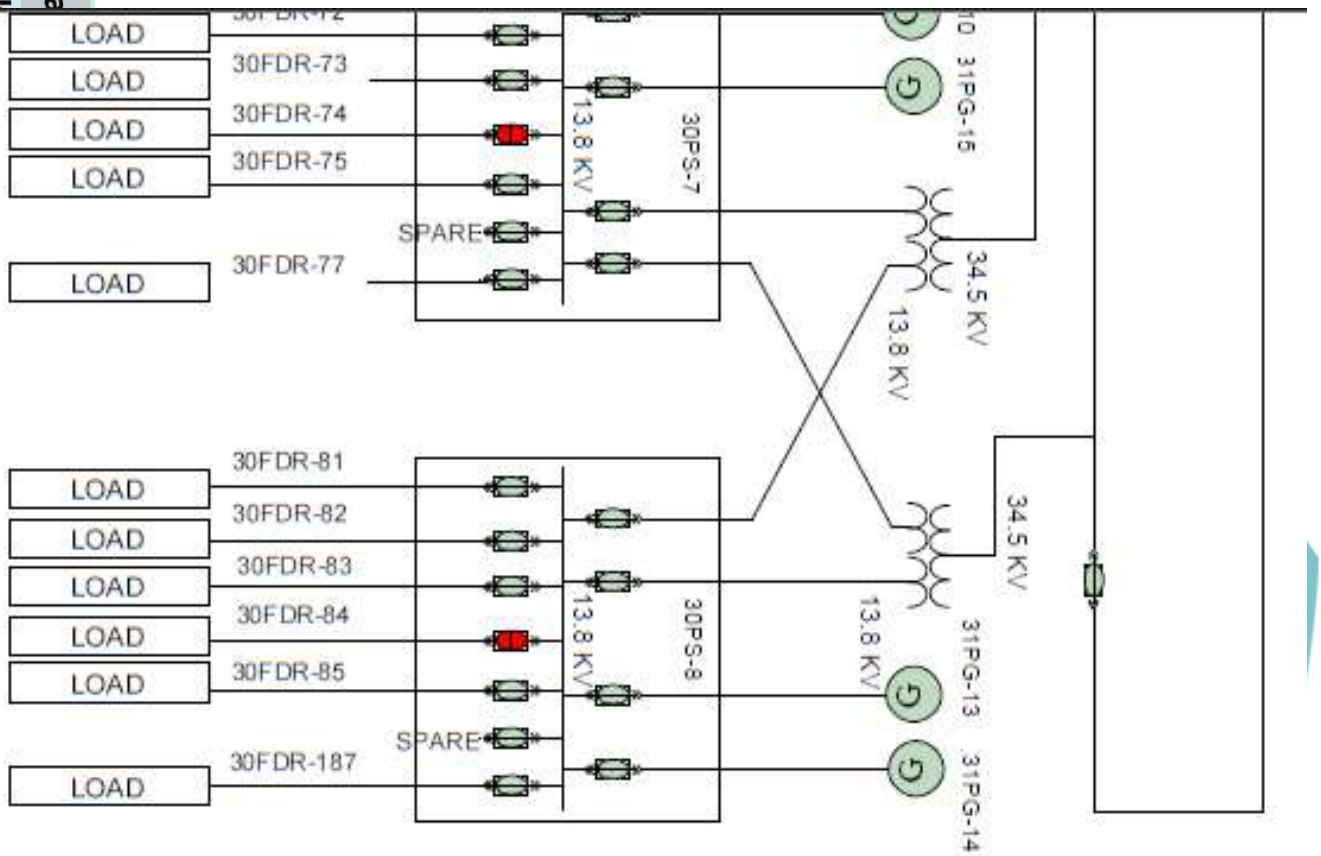
© Hak Cipta
Ha
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

(Lanjutan)



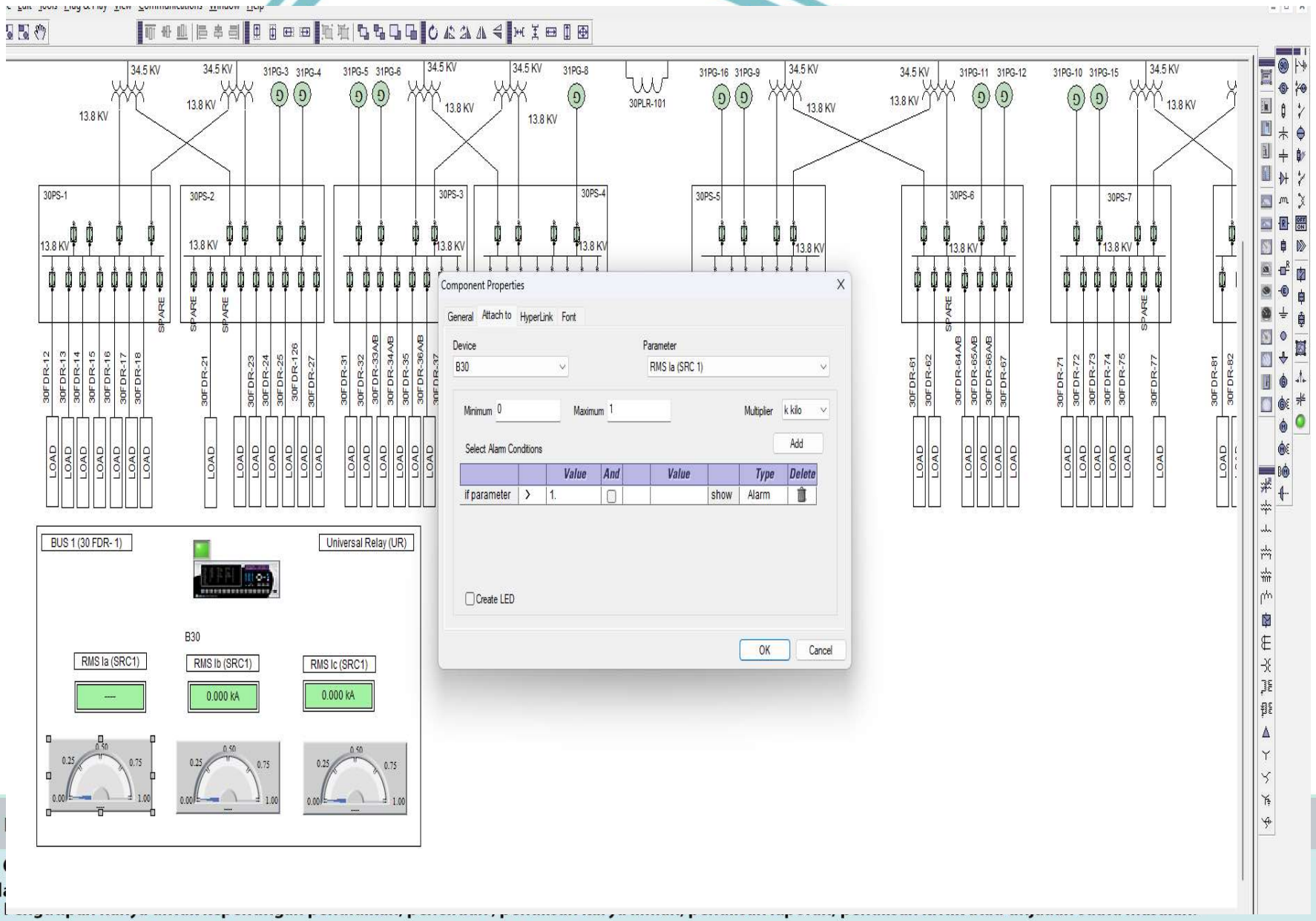
© Hak Cipta
Hak
1. D
a
b
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)



© Hak Cipta
Hak
1. D
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
menyebutkan sumber :
NEGERI JAKARTA

(Lanjutan)



© Hak Cipta

Hak

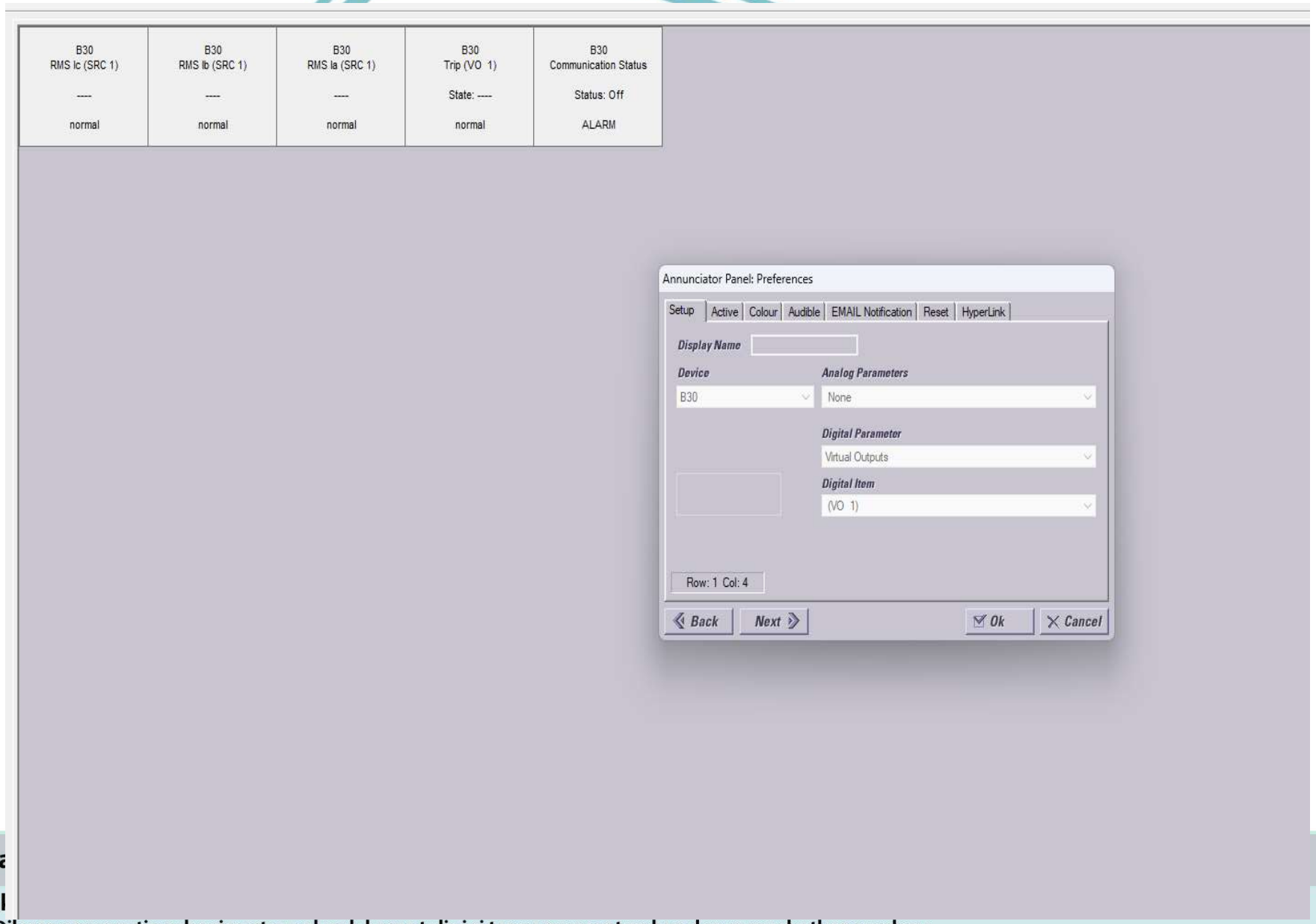
1. Dila

a.

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

(Lanjutan)

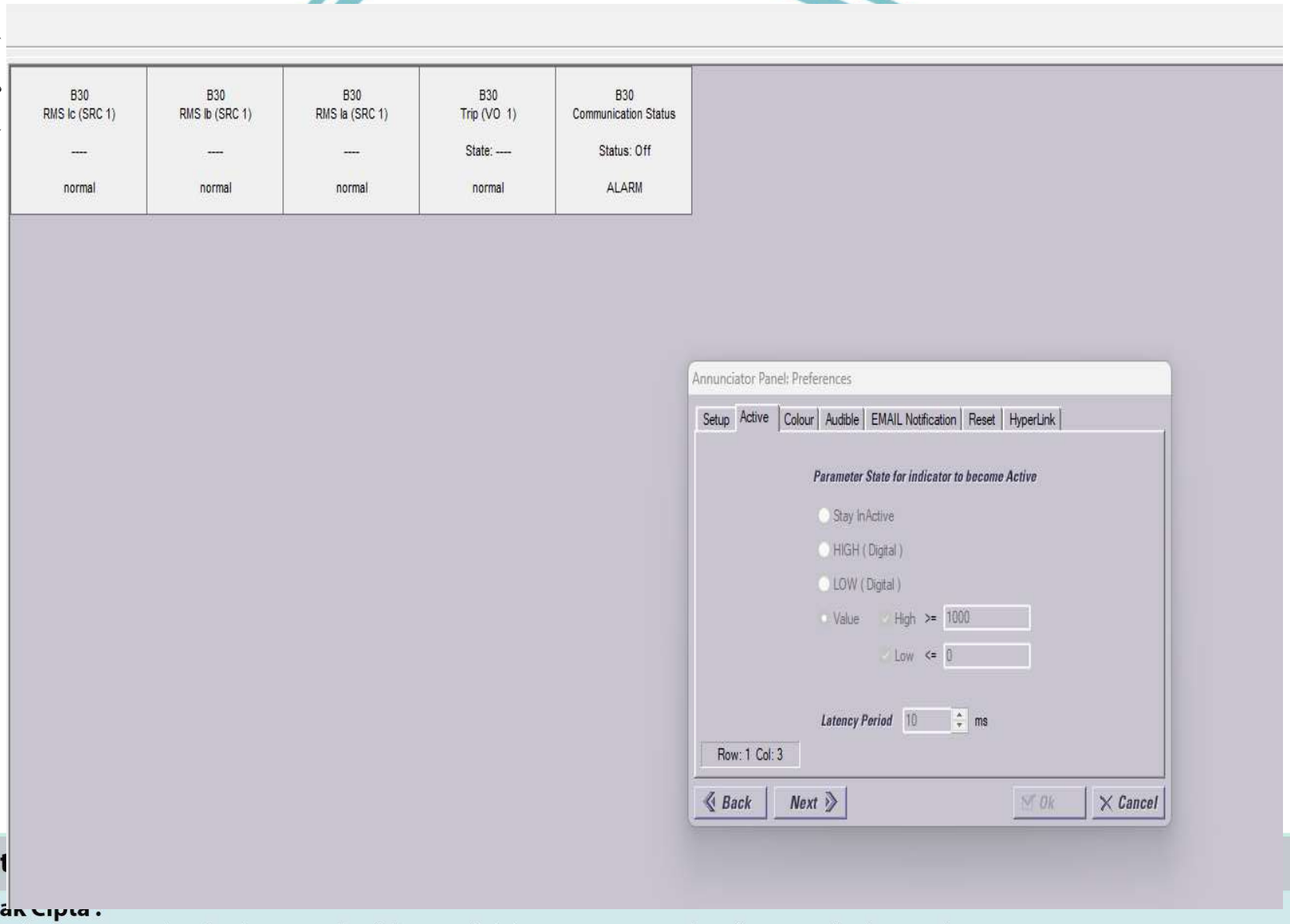


© Hak Cipta

Hal

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

(Lanjutan)



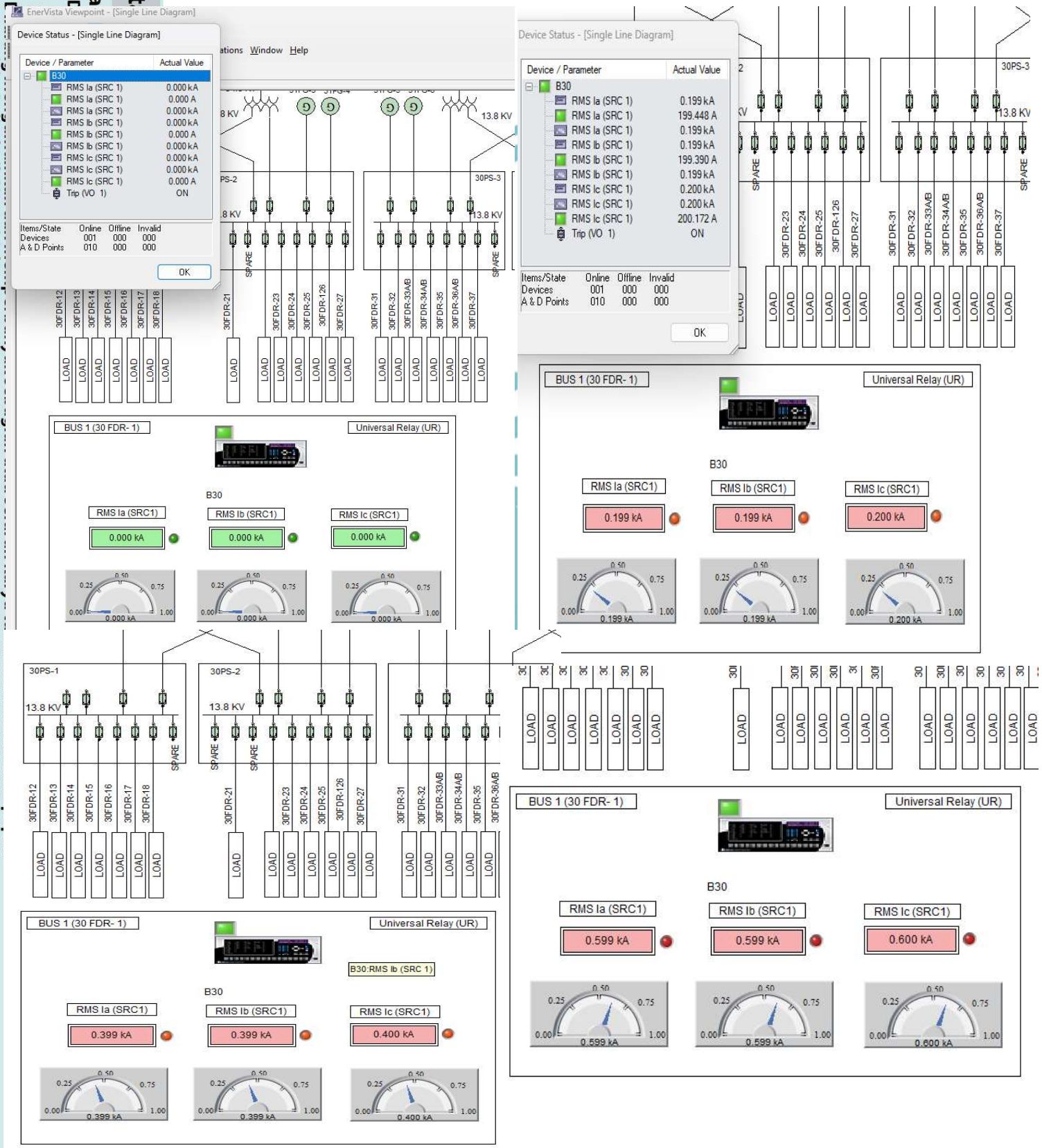
© Hak Cipt

Hak Cipta :

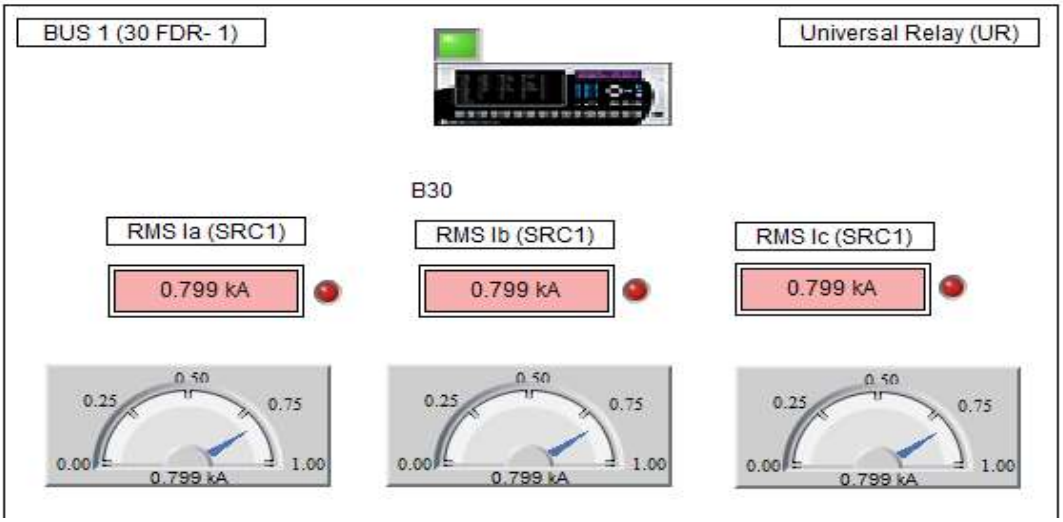
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

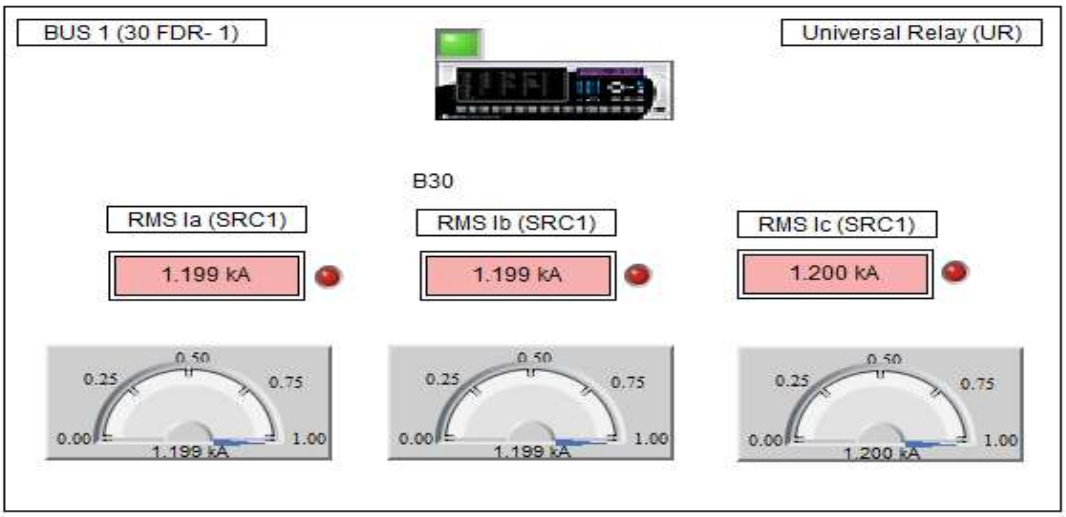
© Hak Cipta
1. D
2. D
tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

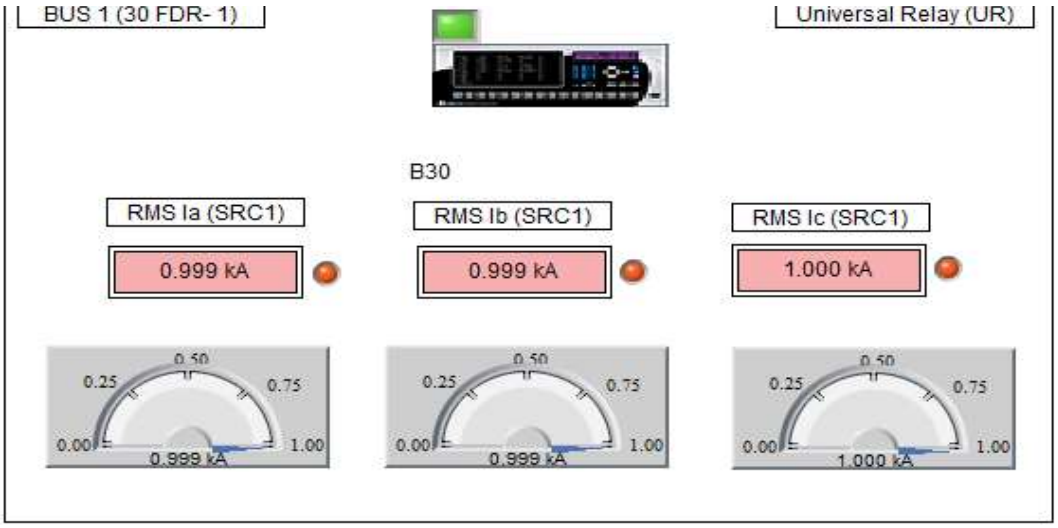
Lampiran 3 Uji Inject Arus melalui CMC 356



(Lanjutan)



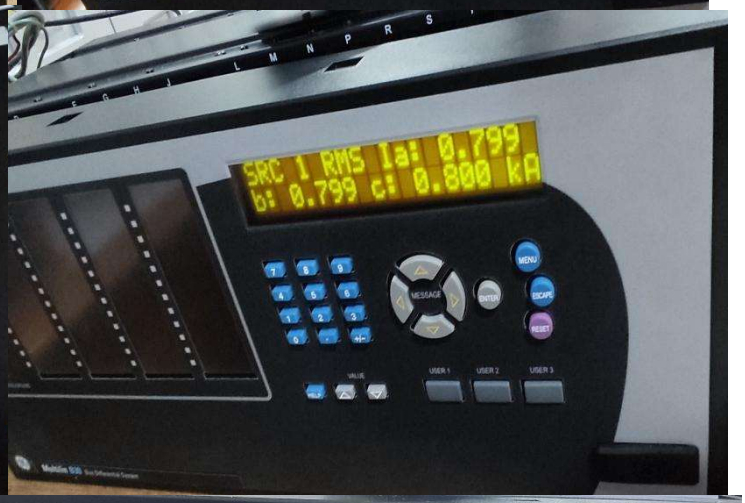




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

(Lanjutan)



© Hak Cipta m
Hak Ci
1. Dilar
a. Pe
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
masalah.

Lampiran 4 Events Record

Event / Alarm Viewer - Sequence Of Events: 200 events

File Edit View Settings Window Help

EVENT/ALARM VIEWER

Sequence Of Events: 200 events

Created Time	Event Type	Source Name	Event	EventCode	Acknowledge
2025/07/07 10:00:43. 000383	ViewPoint	B30	Panel: ALARM,Trip (VO 1),HIGH (1)	10	NA
2025/07/07 10:00:38. 000208	ViewPoint	B30	Panel: ALARM (high),RMS Ib (SRC 1),1.199 kA	10	NA
2025/07/07 10:00:38. 000208	ViewPoint	B30	Panel: ALARM (high),RMS Ia (SRC 1),1.199 kA	10	NA
2025/07/07 10:00:38. 000208	ViewPoint	B30	Panel: ALARM (high),RMS Ic (SRC 1),1.199 kA	10	NA
2025/07/07 10:00:02. 000629	ViewPoint	B30	Panel: RESET (PASSED),RMS Ib (SRC 1),998.787 A	12	NA
2025/07/07 10:00:02. 000629	ViewPoint	B30	Panel: RESET (PASSED),RMS Ia (SRC 1),998.924 A	12	NA
2025/07/07 10:00:02. 000629	ViewPoint	B30	Panel: RESET (PASSED),RMS Ic (SRC 1),999.546 A	12	NA
2025/07/07 10:00:02. 000629	ViewPoint	B30	Panel: RESET (PASSED),Communication Status,On	12	NA
2025/07/07 10:00:02. 000157	ViewPoint	B30	Panel: ACKNOWLEDGE (low),RMS Ia (SRC 1),998.924 A	11	NA
2025/07/07 10:00:02. 000157	ViewPoint	B30	Panel: ACKNOWLEDGE (low),RMS Ic (SRC 1),999.546 A	11	NA
2025/07/07 10:00:02. 000157	ViewPoint	B30	Panel: ACKNOWLEDGE,Communication Status,On	11	NA
2025/07/07 10:00:02. 000157	ViewPoint	B30	Panel: ACKNOWLEDGE (low),RMS Ib (SRC 1),998.787 A	11	NA
2025/07/07 09:59:19. 000307	ViewPoint	B30	Panel: ALARM CLEARED (low),RMS Ia (SRC 1),199.524 A	12	NA
2025/07/07 09:59:19. 000307	ViewPoint	B30	Panel: ALARM CLEARED (low),RMS Ib (SRC 1),199.539 A	12	NA
2025/07/07 09:59:19. 000307	ViewPoint	B30	Panel: ALARM CLEARED (low),RMS Ic (SRC 1),200.176 A	12	NA
2025/07/07 09:59:18. 000679	ViewPoint	B30	Analog Alarm On,RMS Ia (SRC 1)=199.524 A	7	NA
2025/07/07 09:59:18. 000679	ViewPoint	B30	Analog Alarm On,RMS Ib (SRC 1)=199.539 A	7	NA
2025/07/07 09:59:18. 000679	ViewPoint	B30	Analog Alarm On,RMS Ic (SRC 1)=200.176 A	7	NA
2025/07/07 09:58:17. 000047	ViewPoint	B30	Panel: ALARM (low),RMS Ib (SRC 1),0.000 A	10	NA
2025/07/07 09:58:17. 000047	ViewPoint	B30	Panel: ALARM (low),RMS Ic (SRC 1),0.000 A	10	NA

Event / Alarm Viewer - Sequence Of Events: 200 events

File Edit View Settings Window Help

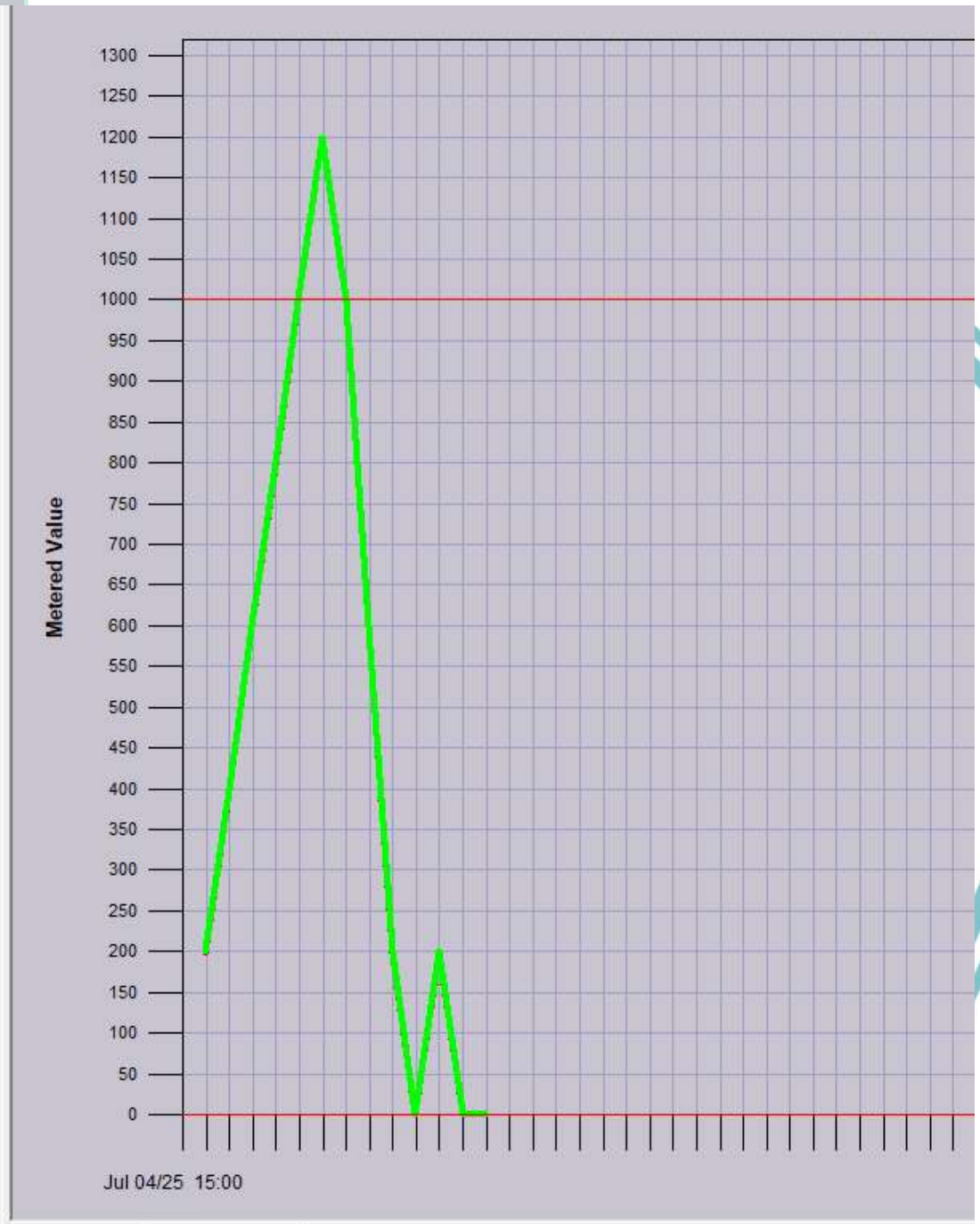
EVENT/ALARM VIEWE

Sequence Of Events: 200 events

Created Time	Event Type	Source Name	Event	EventCode	Acknowledge
2025/07/04 15:11:30. 000386	ViewPoint	B30	Panel: ALARM (low),RMS Ic (SRC 1),0.000 A	10	NA
2025/07/04 15:11:30. 000386	ViewPoint	B30	Panel: ALARM (low),RMS Ia (SRC 1),0.000 A	10	NA
2025/07/04 15:11:30. 000386	ViewPoint	B30	Panel: ALARM (low),RMS Ib (SRC 1),0.000 A	10	NA
2025/07/04 15:11:29. 000265	ViewPoint	B30	Analog Alarm Off,RMS Ib (SRC 1)=0.000 A	7	NA
2025/07/04 15:11:29. 000265	ViewPoint	B30	Analog LED Alarm Off,RMS Ia (SRC 1)=0.000 A	7	NA
2025/07/04 15:11:29. 000265	ViewPoint	B30	Analog LED Alarm Off,RMS Ic (SRC 1)=0.000 A	7	NA
2025/07/04 15:11:29. 000265	ViewPoint	B30	Analog LED Alarm Off,RMS Ib (SRC 1)=0.000 A	7	NA
2025/07/04 15:11:29. 000265	ViewPoint	B30	Analog Alarm Off,RMS Ic (SRC 1)=0.000 A	7	NA
2025/07/04 15:11:29. 000265	ViewPoint	B30	Analog Alarm Off,RMS Ia (SRC 1)=0.000 A	7	NA
2025/07/04 15:11:20. 000667	ViewPoint	B30	Panel: RESET (PASSED),RMS Ib (SRC 1),199.516 A	12	NA
2025/07/04 15:11:20. 000667	ViewPoint	B30	Panel: RESET (PASSED),RMS Ia (SRC 1),199.505 A	12	NA
2025/07/04 15:11:20. 000667	ViewPoint	B30	Panel: RESET (PASSED),RMS Ic (SRC 1),200.008 A	12	NA
2025/07/04 15:11:18. 000264	ViewPoint	B30	Analog LED Alarm On,RMS Ic (SRC 1)=200.008 A	7	NA
2025/07/04 15:11:18. 000264	ViewPoint	B30	Analog Alarm On,RMS Ic (SRC 1)=200.008 A	7	NA
2025/07/04 15:11:18. 000264	ViewPoint	B30	Analog LED Alarm On,RMS Ib (SRC 1)=199.520 A	7	NA
2025/07/04 15:11:18. 000264	ViewPoint	B30	Analog Alarm On,RMS Ia (SRC 1)=199.440 A	7	NA
2025/07/04 15:11:18. 000264	ViewPoint	B30	Analog LED Alarm On,RMS Ia (SRC 1)=199.440 A	7	NA
2025/07/04 15:11:18. 000264	ViewPoint	B30	Analog Alarm On,RMS Ib (SRC 1)=199.520 A	7	NA
2025/07/04 15:10:40. 000250	ViewPoint	B30	Panel: ALARM CLEARED (low),RMS Ib (SRC 1),199.501 A	12	NA
2025/07/04 15:10:40. 000250	ViewPoint	B30	Panel: ALARM CLEARED (low),RMS Ic (SRC 1),199.997 A	12	NA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta
1. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta
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

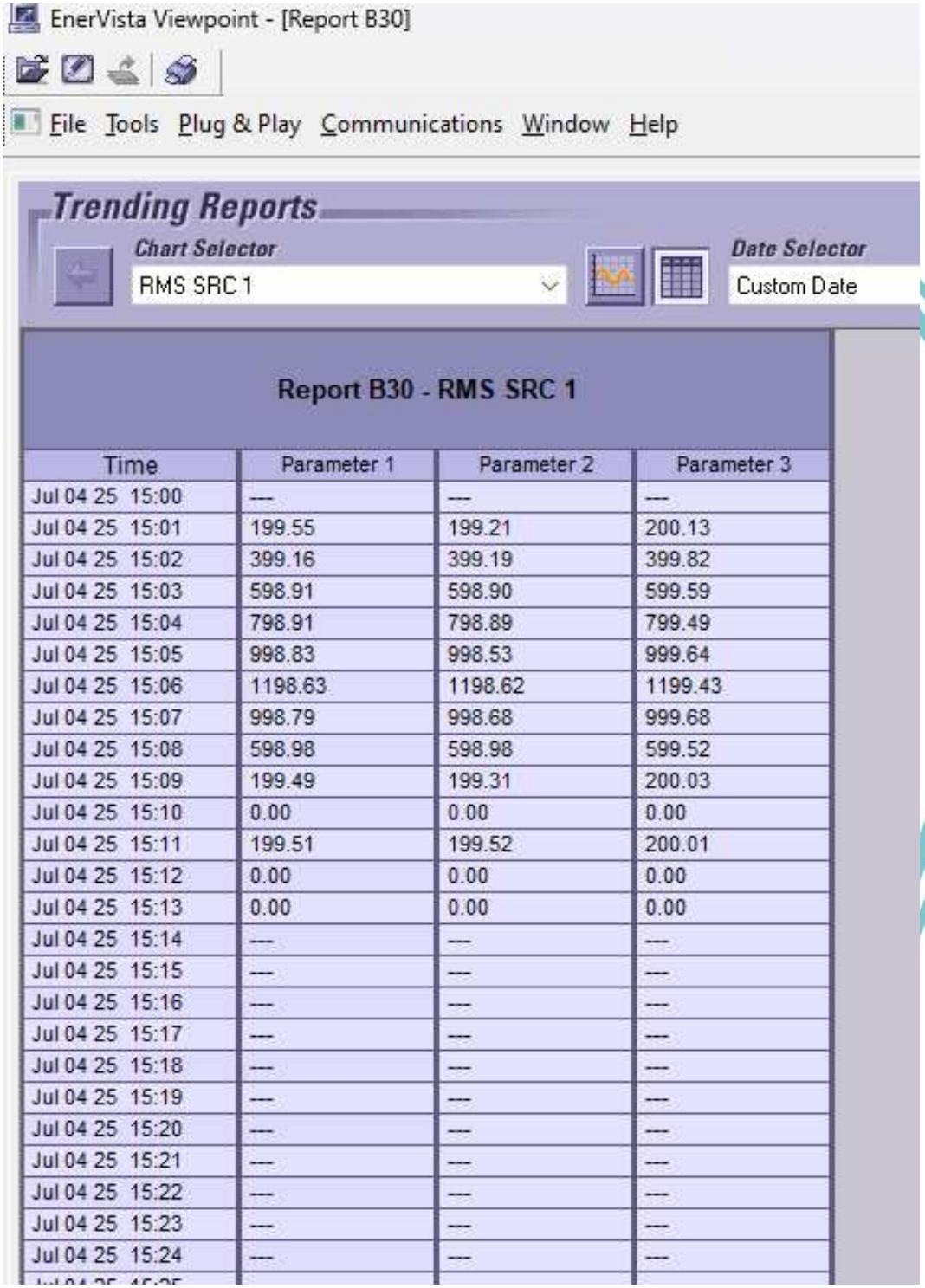
Lampiran 5 Trend Reports



© Hak Cipta ... 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

(Lanjutan)



Report B30 - RMS SRC 1

Time	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3
Jul 04 25 15:00	---	---	---
Jul 04 25 15:01	199.55	199.21	200.13
Jul 04 25 15:02	399.16	399.19	399.82
Jul 04 25 15:03	598.91	598.90	599.59
Jul 04 25 15:04	798.91	798.89	799.49
Jul 04 25 15:05	998.83	998.53	999.64
Jul 04 25 15:06	1198.63	1198.62	1199.43
Jul 04 25 15:07	998.79	998.68	999.68
Jul 04 25 15:08	598.98	598.98	599.52
Jul 04 25 15:09	199.49	199.31	200.03
Jul 04 25 15:10	0.00	0.00	0.00
Jul 04 25 15:11	199.51	199.52	200.01
Jul 04 25 15:12	0.00	0.00	0.00
Jul 04 25 15:13	0.00	0.00	0.00
Jul 04 25 15:14	---	---	---
Jul 04 25 15:15	---	---	---
Jul 04 25 15:16	---	---	---
Jul 04 25 15:17	---	---	---
Jul 04 25 15:18	---	---	---
Jul 04 25 15:19	---	---	---
Jul 04 25 15:20	---	---	---
Jul 04 25 15:21	---	---	---
Jul 04 25 15:22	---	---	---
Jul 04 25 15:23	---	---	---
Jul 04 25 15:24	---	---	---

© 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

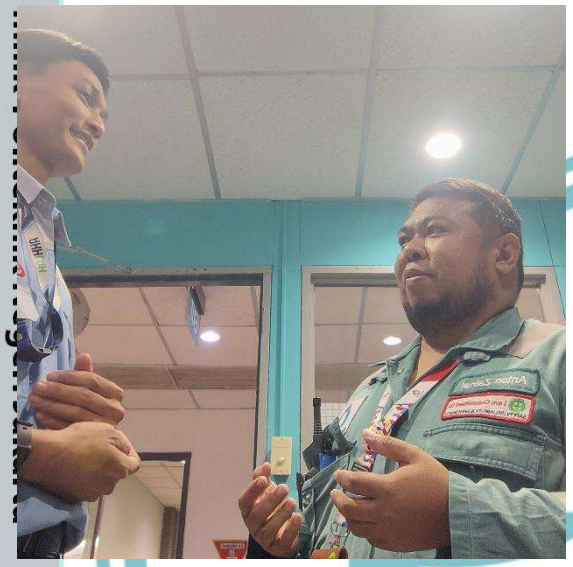
Lampiran 6 Ethernet Switch Hirschmann Testing

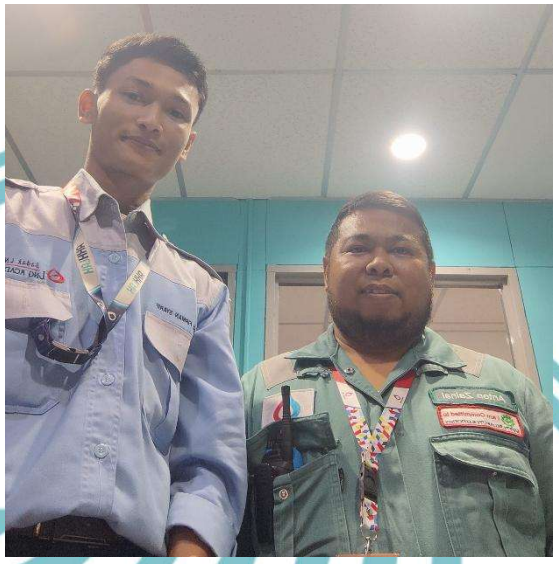
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 7 Dokumentasi Wawancara





© Hak Cipta .....

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 8 Harga Komponen

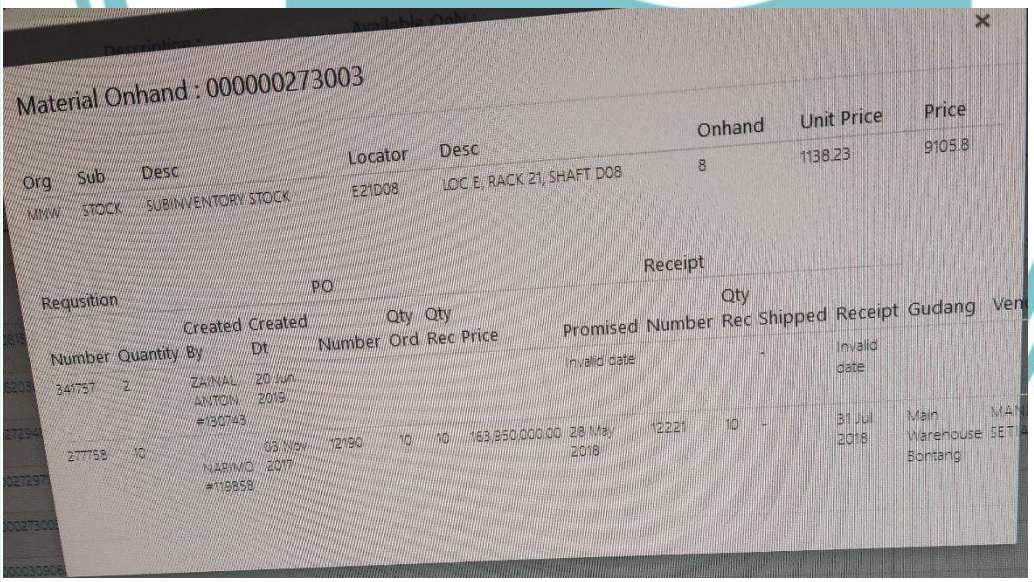
LINE ITEM	ITEM MASTER / DESCRIPTION	QUANTITY	UOM	UNIT PRICE	AMOUNT
1	E00030032174 ETHERNET NETWORK SWITCH, SET; CONSIST OF THE FOLLOWING: > INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH; DATARATE: 100MBPS & 1GBPS , ENHANCED HARDWARE REDUNDANCY; 8 EMPTY RJ45 PORT, 20X100MBPS ETHERNET PORT, 6 PORT OF 100MBPS MULTIMODE, 2 PORT 1GBPS SINGLEMODE FO; CONFORMAL COATED FOR HARSH ENV/TEMP; DUAL POWER SUPPLY (RATING 48VDC/120VAC); IEC-61850/IEEE613 APPROVAL; HSR CONFIGURATION; ETHERNET/IP SOFTWARE CONFIG; ADVANCED HIOS LAYER-2; LATEST SOFTWARE MAINT VERSION; MFG: HIRSCHMANN > RACK PANEL FOR ETHERNET SWITCH AND ACCESSORIES > OPTICAL TERMINAL BOARD, 24 PORT LC SINGLE MODE, LOADED SPICE ACCESSORIES, RACK-MOUNTED MNEMONIC : PART#: OFFER: ETHERNET NETWORK SWITCH, SET; CONSIST OF THE FOLLOWING: > INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH; DATARATE: 100MBPS & 1GBPS , ENHANCED HARDWARE REDUNDANCY; 8 EMPTY RJ45 PORT, 20X100MBPS ETHERNET PORT, 6 PORT OF 100MBPS MULTIMODE, 2 PORT 1GBPS SINGLEMODE FO; CONFORMAL COATED FOR HARSH ENV/TEMP; DUAL POWER SUPPLY (RATING 48VDC/120VAC); IEC-61850/IEEE613 APPROVAL; HSR CONFIGURATION; ETHERNET/IP SOFTWARE CONFIG; ADVANCED HIOS LAYER-2; LATEST SOFTWARE MAINT VERSION; MFG: HIRSCHMANN > RACK PANEL FOR ETHERNET SWITCH AND ACCESSORIES > OPTICAL TERMINAL BOARD, 24 PORT LC SINGLE MODE, LOADED SPICE ACCESSORIES, RACK-MOUNTED	2	SET	136,310,000.00	272,620,000.00
2	E00030032175 ETHERNET NETWORK SWITCH, SET; CONSIST OF THE FOLLOWING: > INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH; DATERATE: 100MBPS/1GBPS, PRP/HSR HARDWARE; 8X100MBPS ETHERNET (RJ45) PORT, 2 PORT 1GBPS SINGLEMODE FO; CONFORMAL COATED FOR HARSH ENV/TEMP; DUAL POWER SUPPLY (RATING 48VDC/120VAC); IEC-61850/IEEE613 APPROVAL; HSR CONFIGURATION; ETHERNET/IP SOFTWARE CONFIG; ADVANCED HIOS LAYER-2; LATEST SOFTWARE MAINT VERSION; MFG: HIRSCHMANN > RACK PANEL FOR ETHERNET SWITCH AND ACCESSORIES > OPTICAL TERMINAL BOARD, 24 PORT LC SINGLE MODE, LOADED SPICE ACCESSORIES, RACK-MOUNTED MNEMONIC : PART#: OFFER: ETHERNET NETWORK SWITCH, SET; CONSIST OF THE FOLLOWING: > INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH; DATERATE: 100MBPS/1GBPS, PRP/HSR HARDWARE; 8X100MBPS ETHERNET (RJ45) PORT, 2 PORT 1GBPS SINGLEMODE FO; CONFORMAL COATED FOR HARSH ENV/TEMP; DUAL POWER SUPPLY (RATING 48VDC/120VAC); IEC-61850/IEEE613 APPROVAL; HSR CONFIGURATION; ETHERNET/IP SOFTWARE CONFIG; ADVANCED HIOS LAYER-2; LATEST SOFTWARE MAINT VERSION; MFG: HIRSCHMANN > RACK PANEL FOR ETHERNET SWITCH AND ACCESSORIES > OPTICAL TERMINAL BOARD, 24 PORT LC SINGLE MODE, LOADED SPICE ACCESSORIES, RACK-MOUNTED	1	SET	76,310,000.00	76,310,000.00
3	E00030032176	2	EA	20,920,000.00	41,840,000.00

© 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

(Lanjutan)

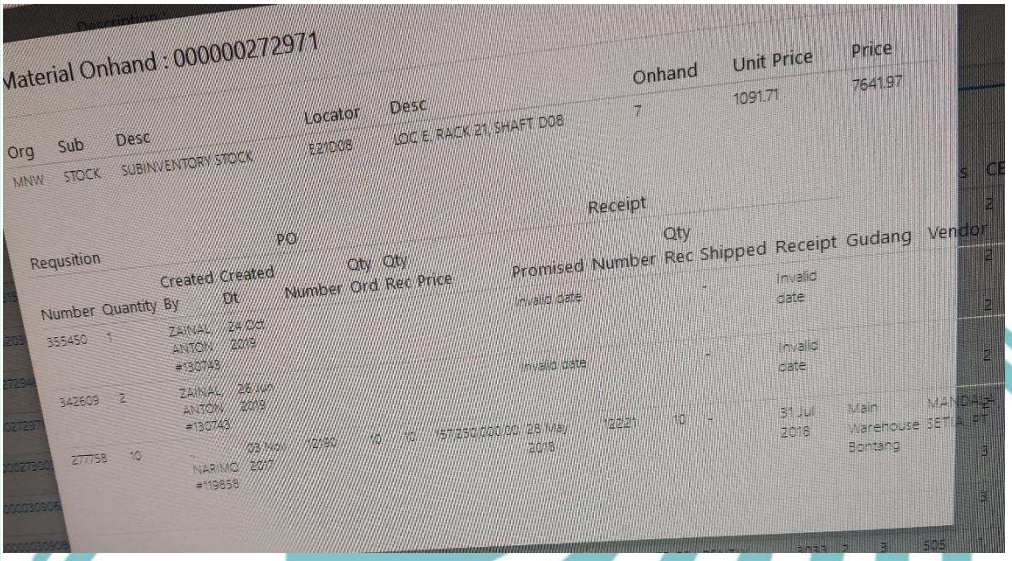
	SERIAL TO ETHERNET CONVERTER SWITCH FOR PROTECTION RELAY COMMUNICATION; MODBUS SERIAL TO ETHERNET (TCP/IP) NETWORK; UP TO 24 RS485 SERIAL DEVICES; INTERFACE CONNECTION: 10BASE-T RJ45, RS485: 2-WIRE HALF DUPLEX ISOLATED; POWER SUPPLY 48VDC/120VAC; MFG: MULTILIN MULTINET, MOXA, EKI; MNEMONIC : PART#: OFFER: SERIAL TO ETHERNET CONVERTER SWITCH FOR PROTECTION RELAY COMMUNICATION; MODBUS SERIAL TO ETHERNET (TCP/IP) NETWORK; UP TO 24 RS485 SERIAL DEVICES; INTERFACE CONNECTION: 10BASE-T RJ45, RS485: 2-WIRE HALF DUPLEX ISOLATED; POWER SUPPLY 48VDC/120VAC; MFG: MULTILIN MULTINET, MOXA, EKI;				
4	E00030032177 ENERVISTA MONITORING, GE MULTILIN; HMI FOR GE PROTECTION RELAYS, ENERVISTA VIEWPOINT MONITORING; OS WINDOWS, DATABASE SQL SERVER, COMPATIBLE FOR THE FOLLOWING RELAYS: SR 489/889, SR 745/845, SR 350, L90, F60, M60, SR 369, B30 MNEMONIC : PART#: OFFER: ENERVISTA MONITORING, GE MULTILIN; HMI FOR GE PROTECTION RELAYS, ENERVISTA VIEWPOINT MONITORING; OS WINDOWS, DATABASE SQL SERVER, COMPATIBLE FOR THE FOLLOWING RELAYS: SR 489/889, SR 745/845, SR 350, L90, F60, M60, SR 369, B30	1	EA	65,730,000.00	65,730,000.00
	TOTAL				456,500,000.00



© 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

(Lanjutan)



Material Onhand : 000000272971

Org	Sub	Desc	Locator	Desc	Onhand	Unit Price	Price
MNW	STOCK	SUBINVENTORY STOCK	E21D08	LOC E, RACK 21, SHAFT D08	7	1091.71	7641.97

Requsition				PO					Receipt					
Number	Quantity	Created By	Created Dt	Number	Qty Ord	Qty Rec	Price	Promised	Number	Qty Rec	Shipped	Receipt	Gudang	Vendor
355450	1	ZAINAL ANTON #130745	24 Oct 2019					Invalid date			-	Invalid date		
342609	2	ZAINAL ANTON #130743	26 Apr 2019					Invalid date			-	Invalid date		
277758	10	NARIMO #119858	08 Nov 2017	12180	10	10	157350.000,00	28 May 2018	19221	10	1	31 Jul 2018	Main Warehouse Bontang	MANDIRI SETIA, PT

© 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