



© 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



SISTEM KONTROL PENYEIMBANG BEBAN 3 PHASA
BERBASIS *OUTSEAL* PLC NANO V.5.2

TESIS

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA
RADEN WIEDI ANUGRAH
2009511009

PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN
REKAYASA TENAGA LISTRIK
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
AGUSTUS 2023



© 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



SISTEM KONTROL PENYEIMBANG BEBAN 3 PHASA
BERBASIS *OUTSEAL* PLC NANO V.5.2

TESIS

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Magister Terapan dalam Bidang Rekayasa Tenaga Listrik

RADEN WIEDI ANUGRAH
2009511009

PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN
REKAYASA TENAGA LISTRIK
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
AGUSTUS 2023



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini yang diajukan oleh :

Nama : Raden Wiedi Anugrah
NIM : 2009511009
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Judul : *SISTEM KONTROL PENYEIMBANG BEBAN 3 PHASA BERBASIS OUTSEAL PLC NANO V.5.2.*

Telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari **Jum'at** tanggal **18 Agustus** tahun **Dua ribu dua puluh tiga** dan telah dinyatakan **LULUS** untuk memperoleh derajat Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : Dr. Isdawimah, S.T., M.T. ()

Pembimbing II : Drs. Asrizal Tatang, S.T., M.T. ()

Penguji I : Dr. Drs. A. Tossin Alamsyah, M.T. ()

Penguji II : Ir. Ikhsan Kamil, S.T., M.Kom. ()

Penguji III : Murie Dwiyanti, S.T., M.T. ()

Depok, 18 Agustus 2023

Disahkan oleh
Ketua Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Isdawimah, S.T., M.T.
NIP. 196305051988112001



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Raden Wiedi Anugrah
NIM : 2009511009
Tanda Tangan : 
Tanggal : 12 Agustus 2023

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah S.W.T yang telah memberikan ilham dan rezeki-Nya dalam menyelesaikan tesis ini, Sholawat serta salam juga terpanjat kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW.

Penghormatan setinggi-tinggi kepada kedua Orang tua, Mamah R. Mieke Mubariqah, Bc An. dan Bapak Ir. R. Dedi Suhendi yang jasa nya mustahil terbalas. Istri tercinta dan ketiga anak yang telah menjadi “korban” pilihan jalan ini karena memang hidup ini adalah 3P (Pilihan, Perjuangan dan Pengorbanan).

Ucapan terimakasih penulis tujukan untuk Bpk Puji Muhardi sebagai Ketua Umum Pengurus Pusat APEI merangkap Ketua Umum Dewan Pengurus Pusat AKLI Indonesia, Bapak Dr. Drs. A Tossin Alamsyah, M.T., Ibu Dr. Isdawimah, S.T, M.T., Bapak Drs. Asrizal Tatang, S.T., M.T., Ir. Ikhsan Kamil, S.T., M.Kom, Murie Dwiyantri, S.T., M.T.

Ucapan terimakasih bagi rekan-rekan kuliah MTTE Angkatan IV yang luar biasa kompak dan mutualisme.

Mohon maaf atas kekurangan yang mutlak dimiliki oleh penulis baik dari pribadi maupun tulisan dan karya Penelitian ini.

Semoga karya ini dapat di implemetasikan nyata di lapangan sehingga mencapai karya dan ilmu yang bermanfaat sebagai sebaik-baiknya bekal di akhirat kelak.

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 :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR BAGAN	xvii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Perumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian	2
3. Tujuan Penelitian	3
4. Batasan Penelitian	3
5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Perkembangan Konsumsi Listrik di Indonesia	5
2.2. Konsep Dasar Daya Listrik	5
2.3. Konsep Dasar Beban Listrik	6
2.3.1. Beban Resistif (R)	7
2.3.2. Beban Induktif (L)	8
2.3.3. Beban Kapasitif (C)	9



- 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

2.4.	Sistem 3 Fasa Seimbang	10
2.5.	Keseimbangan Beban	11
2.6.	Ketidakseimbangan Beban	11
2.7.	Arus Netral Karena Beban Tidak Seimbang	12
2.8.	Kerugian Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral	14
2.9.	Rancang Bangun Penyeimbang Arus Beban Pada Sistem 3 Fasa Menggunakan Mikrokontroler Atmega 2560	15
2.9.1.	Mikrokontroler Arduino	16
2.9.2.	Perancangan Perangkat Keras	17
2.9.3.	Perancangan Perangkat Lunak	18
2.9.4.	Rancang Bangun penyeimbangan arus beban pada sistem 3 fasa menggunakan mikrokontroler ATmega 2560 Sebagai Referensi Penelitian	18
2.10.	Outseal PLC Nano V.5.2	19
2.11.	Outseal Studio V.3.6 Beta	23
2.12.	Analog Interface	24
2.13.	Relay Board	27
2.14.	Modbus RS485	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1.	Ruang Lingkup Penelitian	29
3.1.1	Teknik Penyeimbangan	31
3.1.2	<i>Grouping</i>	31
3.1.3	Objek	31
3.1.4	Penempatan	31
3.2.	Perancangan <i>Hardware</i>	31
3.3.	Perancangan Ladder Diagram pada Software	33
3.4.	Pengujian Software	34
3.5.	Koneksi Software ke Hardware	34



- 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

3.6.	Integrasi Sistem Pada Pembebanan Nyata	35
3.7.	Waktu dan Tempat	36
3.8.	Rencana Anggaran Biaya dan Peralatan	37
3.9.	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	39
3.10.	Keaslian Penelitian	40
3.11.	Hipotesis awal	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		41
4.1.	Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	41
4.1.1.	Komponen <i>Input</i>	41
4.1.2.	Komponen Kontrol	43
4.1.3.	Komponen <i>Output</i>	45
4.1.4.	Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	47
4.1.5.	Koneksi	49
4.1.6.	Wujud Rancang Bangun Alat	49
4.2.	Hasil Perancangan <i>Ladder Diagram</i> pada <i>Software</i>	54
4.2.1	Parameter Awal	54
4.2.2	Algoritma	54
4.2.3.	<i>Flowchart Diagram</i>	58
4.2.4.	<i>Ladder Diagram</i>	59
4.2.5.	Pengujian Program	72
4.2.6.	<i>Wiring</i> pada <i>Output Relay</i> ke Sirkuit Beban	73
4.3.	Integrasi Sistem Pada Pembebanan Nyata	75
4.3.1	Metode Pembebanan	75
4.3.2	Perolehan Data	76
4.3.3	Analisis Data	80
4.4	Pembahasan	82
4.4.1	Segi Akurasi Switching	82
4.4.2	Segi Keamanan Switching	82
4.4.3	Segi Efektivitas	82



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

4.4.4 Segi Akurasi Hasil Akhir Switching	82
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Simpulan	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
HALAMAN PERNYATAAN	85
LAMPIRAN	86





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arus dan Tegangan Sefasa.....	7
Gambar 2. 2 Arus Tertinggal 90° dari Tegangan.....	8
Gambar 2. 3 Arus Mendahului 90° dari Tegangan	9
Gambar 2. 4 Gelombang 3 Fasa.....	10
Gambar 2. 5 Diagram vektor arus kondisi seimbang.....	11
Gambar 2. 6 Diagram vektor arus kondisi tidak seimbang.....	12
Gambar 2. 7 Wiring <i>Outseal PLC</i>	21
Gambar 2. 8 Tampilan Awal Software <i>Outseal Studio V.3.1 Rev.1</i>	23
Gambar 2. 9 <i>Analog Input Interface</i>	24
Gambar 2. 10 Rangkaian Pembacaan Arus	26
Gambar 2. 11 <i>Relay Board</i> 16 Modul.....	27
Gambar 3. 1 Posisi Penyisipan Perangkat	30
Gambar 3. 2 Ilustrasi posisi beban antar Fasa R-S-T tidak seimbang	33
Gambar 3. 3 Ilustrasi posisi beban antar Fasa R-S-T relatif seimbang.....	34
Gambar 3. 4 <i>Wiring</i> Konsep Penyeimbangan dan Integrasi pada Beban	35
Gambar 4. 1 Display Multimeter	41
Gambar 4. 2 Analog Interface dengan Pemasangan Resistor.....	42
Gambar 4. 3 <i>Relay Board</i> dengan Komunikasi RS485	45
Gambar 4. 4 <i>Solid State Relay 25 A</i>	46
Gambar 4. 5 Prinsip Kerja <i>SSR</i>	47
Gambar 4. 6 <i>Power Supply DC 10 A</i>	47
Gambar 4. 7 Wujud Rancang Bangun Alat Penyeimbang Beban	50
Gambar 4. 8 Anatomi Blok 1.....	51
Gambar 4. 9 Anatomi Blok 2.....	52
Gambar 4. 10 Flowchart Sistem Penyeimbang.....	58
Gambar 4. 11 <i>Ladder Diagram</i> Sistem Penyeimbangan Beban.....	70
Gambar 4. 12 Notifikasi Tidak Terdapat Kesalahan Pemograman	72
Gambar 4. 13 Simulasi dijalankan dan sedang dalam kondisi <i>default</i> (n = 0).	73

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



Gambar 4. 14 Simulasi berjalan akibat keadaan beban tidak seimbang.....	73
Gambar 4. 15 Modifikasi <i>wiring</i> pada <i>Output Relay</i> sebelum masuk Sirkuit Cabang Beban.....	74
Gambar 4. 16 Beban Simulasi <i>Switchable</i>	76
Gambar 4. 17 Cuplikan Data Arus Tiap Fasa.....	76
Gambar 4. 18 Grafik Perolehan Data <i>Capture</i> 1-10.....	78
Gambar 4. 19 Grafik Perolehan Data <i>Capture</i> 11-20.....	79



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

DAFTAR TABEL

Table 2. 1	Perkembangan konsumsi Listrik di Indonesia	5
Tabel 3. 1	RAB Material Bahan	37
Tabel 3. 2	Peralatan Kerja.....	38
Tabel 3. 3	Jadwal Penelitian	39
Table 4. 1	Simbol dan Instruksi	43
Table 4. 2	Spesifikasi <i>Power Supply</i>	48
Table 4. 3	Daftar Kebutuhan Daya Perangkat Kontrol.....	48
Table 4. 4	Koneksitas dan Spesifikasi kabel.....	49
Table 4. 5	Koneksitas kabel data	49
Table 4. 6	Keterangan Anatomi Blok 1	51
Table 4. 7	Keterangan Anatomi Blok 2	53
Table 4. 8	Nomenklatur Arus	54
Table 4. 9	Nomenklatur Lanjutan Integer, Biner dan Timer	71
Table 4. 10	Data Lanjutan Nomenklatur <i>Relay</i>	72
Table 4. 11	Sumber 3 Phasa dan Beban masing-masing Phasa.....	75
Table 4. 12	Hasil Perolehan Data	77
Table 4. 13	Rekapitulasi Hasil Kejadian	80
Table 4. 14	Data Hasil Analisis	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 BAGAN

Bagan 2. 1 Blok Diagram Rangkaian	18
Bagan 3. 1 Alur Metodologi Penelitian	29
Bagan 3. 2 Blok Diagram Perancangan Perangkat Kontrol.....	32
Bagan 4. 1 Metode Simulasi Pembebanan Nyata.....	75





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 SIMBOL DAN SINGKATAN

AC	: <i>Air Conditioning</i>
AC*	: <i>Alternating Current</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
RTU	: <i>Remote Terminal Unit</i>
PLC	: <i>Programmable Logic Controller</i>
MCCB	: <i>Moulded Case Circuit Breaker</i>
MCB	: <i>Mini Circuit Breaker</i>
SSR	: <i>Solid State Relay</i>
DP	: <i>Distribution Panel</i>
MDP	: <i>Main Distribution Panel</i>



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



ABSTRAK

Raden Wiedi Anugrah, Magister Terapan Teknik Elektro, SISTEM KONTROL PENYEIMBANG BEBAN 3 PHASA BERBASIS *OUTSEAL* PLC NANO V.5.2. Meningkatnya produktivitas suatu bangunan Gedung identik dengan pengajuan permohonan tambah daya kepada PLN, namun keputusan pengajuan tambah daya ini seringkali didasarkan pada kondisi sering terjadinya trip pada MCCB di DP maupun di MDP tanpa terlebih dahulu menelaah data keseimbangan beban antar fasa dan optimalisasi daya existing. Kondisi seimbang beban antar fasa pada sistem instalasi 3-fasa sangat penting dievaluasi sebagai solusi rugi-rugi daya listrik yang tentunya berkaitan erat dengan efisiensi *budget* dan operasional sebagai bentuk Manajemen Energi. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya optimalisasi daya existing dengan membuat suatu simulasi sistem kontrol yang secara otomatis akan meminimalisir terjadinya ketidakseimbangan beban antar fasa. Sistem kontrol dapat dibuat semi-otomatis dan full-otomatis untuk menyesuaikan beban antar fasa, dengan cara memindahkan beban yang terdeteksi besar di salah satu fasa ke fasa yang terdeteksi bebannya kecil, sampai terdeteksi bahwa beban pada fasa R, S dan T relatif seimbang. Salah satu data primer diambil di Gedung Penelitian LIPI Kebun Raya Cibodas sebagai penunjang utama pembuatan sistem, selanjutnya dibuat perancangan rangkaian beberapa perangkat keras yang dapat membaca fluktuasi arus secara *analog* yaitu *Outseal PLC* Modul *Analog Input* 12 bit, serta *Outseal PLC* Nano V.5.2 sebagai kendali, kemudian perangkat komunikasi *MODBUS RTURS485* dan *Wifi 3 Phase Energy Meter*, sedangkan perangkat lunak disimulasikan melalui program bawaan *Outseal PLC*. Uji coba kontrol berdasarkan algoritma sistem yang dibuat lewat simulasi program dan perangkat keras. Hasil simulasi sistem kontrol yang dilakukan, saat terjadi ketidakseimbangan beban, maka sistem secara otomatis melakukan *phase shifting* pada salah satu jalur kelistrikan berbeban lebih ke salah satu dari dua jalur Fasa lainnya, sehingga kelebihan beban yang ada pada suatu jalur fasa dapat ditanggulangi oleh jalur Fasa lainnya yang berbeda jenis.

Kata kunci : Optimalisasi Daya, Fluktuasi Arus, *Outseal PLC* Nano V.5.2, *phase shifting*.

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

Abstract - Increasing the productivity of a building is identical to submitting an application for additional power to PLN, but the decision to apply for additional power is often based on the frequent occurrence of trips to the MCCB at DP and at MDP without first examining the load balance data between phases and optimizing existing power. The condition of balanced load between phases in a 3-phase installation system is very important to be evaluated as a solution for electrical power losses which of course is closely related to budget and operational efficiency as a form of Energy Management. This research was conducted as an effort to optimize the existing power by making a control system simulation that will automatically minimize the load imbalance between phases. The control system can be made semi-automatic and full-automatic to adjust the load between phases, by moving a load that is detected to be large in one phase to a phase where the load is detected to be small, until it is detected that the loads in the R, S and T phases are relatively balanced. One of the primary data was taken at the LIPI Research Building, Cibodas Botanical Gardens as the main support for making the system, then a series of hardware devices that could read current fluctuations were made analogously, namely Outseal PLC Analog Input Module 12 bit, and Outseal PLC Nano V.5.2 as control , then the communication device MODBUS RTURS485 and Wifi 3 Phase Energy Meter, while the software is simulated through the built-in program Outseal PLC. Control trials based on system algorithms created through program and hardware simulations. The results of the control system simulation carried out, when there is a load imbalance, the system automatically performs phase shifting on one of the overloaded electrical lines to one of the other two phase lines, so that the excess load on one phase line can be handled by another phase line. different types.

Keywords : Power Optimization, Current Fluctuation, Outseal PLC Nano V.5.2, phase shifting.



© 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 :

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. Latar Belakang

Perkembangan populasi manusia yang cukup pesat di Indonesia pada kurun 5 tahun terakhir berbanding lurus dengan besarnya penggunaan listrik [1] khususnya daerah perkotaan mendorong pada kegiatan pembangunan, pelayanan, pendidikan, penelitian, dan lainnya yang bergerak lebih aktif. Meningkatnya penggunaan listrik disebabkan bertambahnya kapasitas produksi dan hal ini identik dengan proses permohonan tambah daya kepada Badan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (BUPTL).

Kenyataannya pengajuan tambah daya kepada Badan Usaha Penyedia Tenaga Listrik dalam hal ini PLN, seringkali tanpa kajian dan upaya pembenahan mendalam dari segi teknis untuk terlebih dahulu mengoptimalkan daya listrik *existing*, karena keputusan pengajuan tambah daya ini seringkali didasarkan pada kondisi sering terjadinya trip pada MCCB di DP maupun di MDP tanpa terlebih dahulu menelaah data keseimbangan beban antar fasa dan optimalisasi daya *existing*. Kebiasaan ini umumnya dilakukan oleh Instansi dan Lembaga Pemerintah, serta dapat pula dilakukan oleh Lembaga lain atau Badan Swasta yang tidak memiliki staff khusus ketenagalistrikan. Secara Regional maupun Nasional, sikap ini menjadi akumulasi *demand* tenaga listrik “semu” bagi penyedia tenaga listrik yang kemudian berimplikasi pada investasi pembangkit semu pula.

Kondisi seimbang beban antar fasa pada sistem instalasi 3-fasa sangat penting dievaluasi sebagai solusi rugi-rugi daya listrik yang tentunya berkaitan erat dengan efisiensi budget dan operasional. Untuk mencegah pengelembungan *demand* tenaga listrik yang semu tersebut adalah menerapkan pengelolaan tenaga listrik di sisi pengguna sistem tegangan rendah 3 Fasa dari mulai daya terendah 6600 VA, dalam melakukan optimalisasi daya listrik terpasang ada beberapa cara diantaranya upaya penyeimbangan beban antar fasa sehingga mencapai nilai maksimal dari Arus Nominal alat pembatas secara bersama-sama dengan metode *SISTEM KONTROL PENYEIMBANG BEBAN 3 PHASA BERBASIS OUTSEAL*



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

PLC NANO V.5.2.

Sistem Kontrol Otomatis Penyeimbang Beban telah mulai dikembangkan namun belum ada dengan berbasis *Outseal PLC Nano V.5.2*. Penelitian ini penting diteliti sebagai upaya optimalisasi daya *existing* dengan membuat suatu simulasi sistem kontrol yang secara otomatis akan meminimalisir terjadinya ketidakseimbangan beban antar fasa. Selain itu perangkat ini diharapkan menjadi produk rakitan lokal yang bernilai jual dengan kemampuannya mengoptimalkan daya listrik terpasang sehingga terhindar dari pemborosan biaya akibat Tambah Daya yang tidak perlu. Lebih jauh lagi secara makro investasi terhadap pembangkit listrik dapat lebih relevan terhadap *demand* energi listrik nasional yang sebenarnya.

2. Perumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian

Sebagaimana pemaparan pada latar belakang, permasalahan utama yang ditemukan oleh peneliti pada proyek-proyek yang telah ditangani maupun yang sedang dihadapi adalah **permohonan Tambah Daya ke PT. PLN (Persero) tanpa kajian atau upaya optimalisasi daya listrik *existing***, oleh karena itu hal tersebut menjadi rumusan masalah yang perlu dicari solusinya. Adapun pertanyaan dan bahasan dalam usulan penelitian ini adalah :

- a. Parameter apa sajakah yang dapat mendorong daya *existing* menjadi terpakai secara optimal?
- b. Bagaimana merancang perangkat otomatis penyeimbang beban antar fasa ini dengan menggunakan *Outseal PLC Nano V.5.2*.
- c. Bagaimana cara pengambilan data arus dan tegangan dengan menggunakan *Outseal PLC Nano V.5.2*. dan kemudian mengolahnya sebagai data utama.
- d. Bagaimana mengolah data *input* analog tersebut kedalam *ladder logic* diagram dan kemudian menghasilkan instruksi *switching* fasa pada group beban yang diinginkan.
- e. Bagaimana pemakaian beban dapat dimonitor secara real-time pada perangkat elektronik *mobile*.
- f. Seberapa efektif rangkaian alat ini terhadap upaya optimalisasi daya



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

terpasang.

- g. Bagaimana mendesain perangkat otomatis penyeimbang beban ini dengan harga yang ekonomis agar menjadi pilihan realistis dan praktis ketimbang harus tambah daya ke PLN, sehingga memenuhi kaidah Manajemen Energi yang efektif dan efisien.

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini mengupayakan optimalisasi daya existing dengan cara meminimalisir arus yang mengalir pada titik netral karena hal ini membuat adanya daya listrik yang terbuang sia-sia atau terjadi rugi-rugi daya. Dengan demikian terhindar dari terjadinya ketidakseimbangan beban antar fasa sehingga arus beban dapat mencapai nilai maksimal dari Arus Nominal alat pembatas secara bersama-sama.

Tujuan penelitian dicapai dengan membuat suatu perangkat sistem kontrol yang mengolah data besaran arus di setiap sirkit cabang akhir untuk diolah Modul PLC hingga menghasilkan instruksi *switching* dari suatu kelompok beban berlebih dari fasa tertentu ke fasa lainnya yang bebannya rendah sehingga terjadi keseimbangan beban antar fasa.

Pengendalian dapat dilakukan secara otomatis penuh atau parsial dan merancang sistem pengendalian pemakaian beban dapat dimonitor secara *real-time* pada perangkat elektronik *mobile* atau *hand phone*.

4. Batasan Penelitian

Permasalahan yang dibatasi pada penelitian ini adalah :

1. Peningkatan kualitas atau optimalisasi daya listrik berfokus pada teknik penyeimbangan beban berdasarkan nilai nominal Arus pada MCCB *Distribution Panel* (DP).
2. *Grouping* beban sudah didesain sebelumnya dengan kelompok : Penerangan, Kotak Kontak (Tenaga), *Air Condition* (Pendingin Udara).
3. Menyeimbangkan beban dengan hanya men-*switching* Group beban penerangan dan sebagian Group AC.
4. Panel *Switching* ini disisipkan antara Panel DP dengan sirkit beban akhir.



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

5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Meminimalisir segala dampak yang ditimbulkan oleh pengaruh akibat ketidakseimbangan beban diantaranya tidak perlu melakukan routing ulang beban.
2. Konsumen Tegangan rendah 3 phasa mendapatkan daya optimal dari daya terpasang.
3. Mengurangi losses pada sekunder trafo distribusi akibat arus beban tidak seimbang yang artinya ini akan menguntungkan pula penyedia tenaga listrik, yang kedua mengoptimalkan pemakaian daya terpasang pada pelanggan 3 phasa.
4. Melahirkan generasi kontrol baru yang bernilai sangat ekonomis dan terjangkau.
5. Menjadi pilihan realistis dan praktis ketimbang harus tambah daya ke PLN, sehingga memenuhi kaidah Manajemen Energi yang efisien.



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 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari uraian Bab Hasil dan Pembahasan, tersimpulkan beberapa poin yaitu :

1. Perangkat ini berhasil dibuat dengan baik dengan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak, rangkaian kontrol, rangkaian switching, pengukuran sampai dengan rangkaian sirkit cabang.
2. Sistem berhasil membaca arus berlebih dan memindahkan pasokan phasanya ke beban yang terbaca terkecil saat itu dan didapat Prosentase error yaitu 5 %. Namun error itu tidak murni kegagalan akan tetapi upaya pencegahan terjadinya iterasi data yang berdampak pada life time peralatan listrik khususnya AC dan Lampu.
3. Kesenjangan nilai-nilai pada Tabel 4.12, 4.13 dan 4.14 berhasil direduksi terlebih jika alat ini dioperasikan penuh.
4. Perangkat ini berhasil mengoptimisasi daya listrik *existing* serta dapat dimonitor dengan menggunakan *Smart Phone* sehingga hasil dari penggunaan alat ini dapat mengkaji ulang keinginan menambah daya yang disebabkan keluhan seringkali MCB trip.

5.2 Saran

Perbaikan dari hasil penelitian ini tentu sangat penting demi menjadikan alat ini semakin *reliable* dan *valuable*.

1. Untuk meningkatkan akurasi switching beban maka *Ladder Diagram* dapat di tambah lagi langkah pemilihan perpindahan beban dengan lebih berlapis operasinya.
2. Sirkit cabang dapat diperbanyak untuk beban dengan group yang lebih banyak dengan cara menambah *rung* kontrol pada *Ladder Diagram* dan menambah *interlocking system*.
3. Perlu untuk dilakukan uji lagi ke beban yang lebih banyak dan kapasitas besar.



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

- [1] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712," *Pengukuran Daya List. Real Time Dengan Menggunakan Sens.*, vol. 12, no. 1, 2016.
- [2] R. N. C. A. Selan., "DASAR DAN PENGUKURAN LISTRIK 2," *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11)*, 951–952., 2013.
- [3] D. R. Hermando and Z. Pane, "Pengurangan Arus Netral Pada Sistem Distribusi Tiga Fasa Empat Kawat Menggunakan Transformator Wye-Delta," *Singuda ENSIKOM*, vol. 9, no. 1, pp. 19–24, 2014.
- [4] H. L. Latupeirissa, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Daya Pada Trafo Distribusi," *J. SIMETRIK*, vol. 7, no. 2, 2017, doi: 10.31959/js.v7i2.43.
- [5] E. Suherman and S. P. Kampay, "Kerugian Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban," *J. Sains dan Teknol.*, vol. VII, no. 1, 2017.
- [6] agus mardiana putra, gede indra partha, and i nyoman budiastra, "Rancang Bangun Penyeimbangan Arus Beban Pada Sistem 3 Fasa Menggunakan Mikrokontroler Atmega 2560," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 1, pp. 21–30, 2017, doi: 10.24843/mite.1601.04.
- [7] Y. Kuang, "Communication between PLC and arduino based on Modbus protocol," 2014, doi: 10.1109/IMCCC.2014.83.
- [8] A. Suharsimi, "Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik," *Jakarta: Rineka Cipta*, 2006.



© 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 :

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

**Tesis ini adalah tema yang berasal dari
Mahasiswa**

**Dr. Isdawimah, S.T, M.T
(Pembimbing 1)**

Dan

**Drs. Asrizal Tatang, S.T., M.T.
(Pembimbing 2)**

**Tesis ini adalah karya sendiri. Semua sumber rujukan telah
dikutip sesuai etika penulisan karya ilmiah.**

Tanggal : 12 – 08 - 2023

Raden Wiedi Anugrah

2009511009



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

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Jika di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diajukan oleh Politeknik Negeri Jakarta kepada saya.

Depok, 12 Agustus 2023

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Raden Wiedi Anugrah

2009511009



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raden Wiedi Anugrah
NIM : 2009511009
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

SISTEM KONTROL PENYEIMBANG BEBAN 3 PHASA BERBASIS
OUTSEAL PLC NANO V.5.2.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan)*. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalah data (*database*), merawat, dan memublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 20 AGUSTUS 2023
Yang menyatakan

Raden Wiedi Anugrah
2009511009

- 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

LAMPIRAN 1	: <i>Outseal Modul Analog 10 Input Modbus RTU V.2</i>	1
LAMPIRAN 2	: Pengaturan Input pada Modul Analog Interface.....	2
LAMPIRAN 3	: Pemasangan Shunt Resistor	4
LAMPIRAN 4	: Wiring Sensor Input.....	5
LAMPIRAN 5	: Power Supply Wiring.....	6
LAMPIRAN 6	: RS485 Wiring Scheme.....	7
LAMPIRAN 7	: Ladder Diagram dalam keadaan Normal	8
LAMPIRAN 8	: Cuplikan pada Display Multimeter.....	10
LAMPIRAN 9	: Capture Grafik Pemakaian Konsumsi Energi secara Periodik	10
LAMPIRAN 10	: Capture Fluktuasi Beban.....	11
LAMPIRAN 11	: Perangkat Keseluruhan SKPB 3 Phasa berbasis Outseal PLC Nano V.5.2 beserta Peneliti	16

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

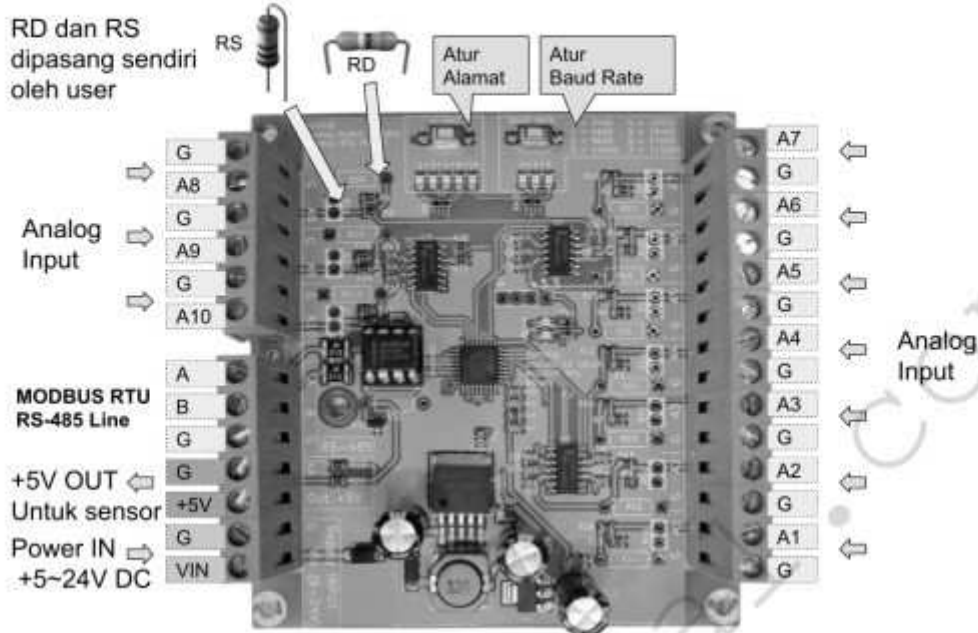
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta

1. Dilarang menyalin 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

LAMPIRAN 1 : *Outseal Modul Analog 10 Jalur Modbus RTU V.2*

OUTSEAL MODUL ANALOG IN 10 JALUR MODBUS RTU V.2



RD1 hingga RD 10 = Resistor pembagi tegangan
 RS1 hingga RS 10 = Resistor Shunt (pengubah arus menjadi tegangan)
 Pengaturan baudrate atau alamat slave dapat dilakukan dengan tekan dan tahan tombol hingga led indikator berubah.

Alamat slave dan baudrate diatur sekali saja oleh user dengan dengan menekan tombol pengaturan. Pada contoh ini nilai alamat slave diset = 1 dan baud rate = 19200. Kemudian PLC yang terhubung dengan modul ini diprogram menggunakan outseal studio untuk membaca nilai analog menggunakan instruksi MF3. Pada contoh (A), user ingin membaca 10 data sekaligus dan hasil pembacaan dipetakan ke register I.21 hingga I.30. Pembacaan dimulai dari alamat 0 sehingga jika user ingin membaca 2 data saja dari A5 dan A6 misalnya, maka pembacaan dimulai dari alamat awal baca 4 sehingga instruksi bisa diubah seperti gambar (B) dengan hasil pembacaan dipetakan ke register I.21 hingga I.22.

MF3

Read Holding Registers

Sumber :	1
Awal Baca :	0
Jumlah :	10
Tujuan :	I.21
Baudrate :	19200
Timeout :	20 ms

MF3

Read Holding Registers

Sumber :	1
Awal Baca :	4
Jumlah :	2
Tujuan :	I.21
Baudrate :	19200
Timeout :	20 ms



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

LAMPIRAN 2 : Pengaturan Input pada Modul Analog Interface

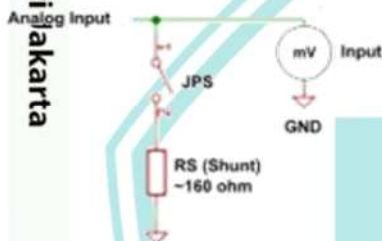
OUTSEAL MODUL ANALOG IN 10 JALUR MODBUS RTU V.2

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

Pengaturan resistor pengubah arus menjadi tegangan

Analog input dari mikrokontroler hanya membaca tegangan 0-3,3V, sehingga jika ingin membaca arus listrik, maka arus listrik tersebut harus diubah menjadi tegangan listrik terlebih dahulu.



Gambar 1

JPS (Jumper Shunt) digunakan untuk mengaktifkan "Shunt" resistor. Shunt resistor digunakan untuk mengubah arus listrik menjadi tegangan listrik melalui rumus berikut:

$$V = I \cdot R$$

V = Tegangan listrik (mV)

I = Arus listrik (mA)

R = Hambatan listrik (Ω)

Sehingga perhitungan nilai resistor untuk mengubah arus menjadi tegangan listrik dapat dilakukan sesuai persamaan berikut

$$R = \frac{V}{I}$$

Contoh, untuk mengubah arus listrik 0-20mA menjadi 0-3,3V maka diperlukan nilai Shunt resistor sebagai berikut:

$$R = \frac{3300mA}{20mA} = 165\Omega$$

Dengan pertimbangan adanya penurunan tegangan akibat tegangan listrik yang keluar dari port USB harus melewati dioda terlebih dahulu, battery laptop dalam kondisi "Low" atau akibat lain maka disarankan menggunakan 3,2V atau dibawahnya (bukan 3,3V) sebagai tegangan referensi, sehingga dihitung seperti berikut

$$R = \frac{3200mA}{20mA} = 160\Omega$$

Slot shunt resistor pada modul ini berjumlah 10. Apabila pengguna ingin mengukur arus listrik maka pengguna dapat memasang sendiri shunt resistor ini sesuai dengan nilai yang diinginkan disarankan menggunakan resistor dengan toleransi 1% atau kurang.

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

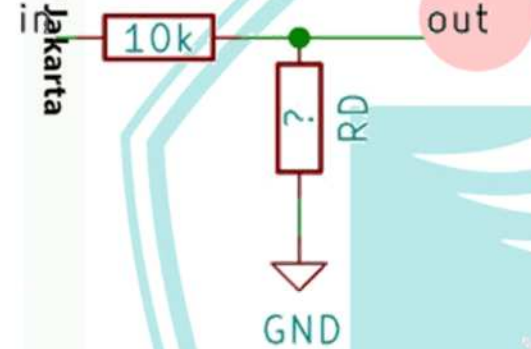


OUTSEAL MODUL ANALOG IN 10 JALUR MODBUS RTU V.2

Hak Cipta: © Politeknik Negeri Jakarta

Pengaturan resistor pembagi tegangan

Rentang tegangan listrik yang diperbolehkan oleh modul analog ini adalah 0 hingga 3.3V, apabila tegangan input yang diberikan lebih dari 3.3V maka modul ini tetap akan membaca 3.3V. Apabila diinginkan rentang input 0-5V atau 0-10V maka dapat dilakukan menggunakan resistor pembagi tegangan (lihat gambar 2). Modul ini terdapat lubang kosong untuk diisi resistor divider/pembagi RD (lihat gambar 3)



Gambar 2

Persamaan yang digunakan dalam pembagian tegangan listrik adalah

$$V_{out} = V_{in} \frac{RD}{(10k+RD)}$$

Sehingga nilai RD dapat dicari melalui persamaan berikut

$$RD = 10k \frac{V_{out}}{V_{in} - V_{out}}$$

Untuk rentang input 0-10V, nilai RD didapatkan sekitar 5K ohm

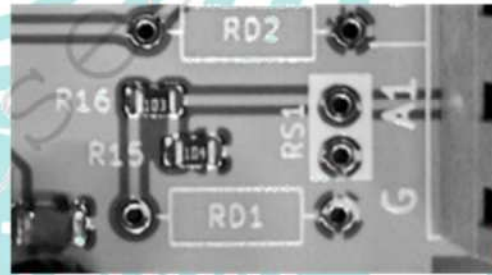
$$RD = 10k \frac{3,3}{10-3,3} = 4,92k$$

Untuk rentang input 0-5V, nilai RD didapatkan sekitar 20K ohm

$$RD = 10k \frac{3,3}{5-3,3} = 19,41k$$

Perhitungan RD ini juga tersedia online melalui

<https://ohmslawcalculator.com/voltage-divider-calculator>



Gambar 3

Gambar 3 menunjukkan posisi RS (shunt) dan RD (divider/pembagi) pada channel 1. Setiap channel mempunyai satu slot RD dan RS oleh sebab itu terdapat 10 RD dan 10 RS.

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

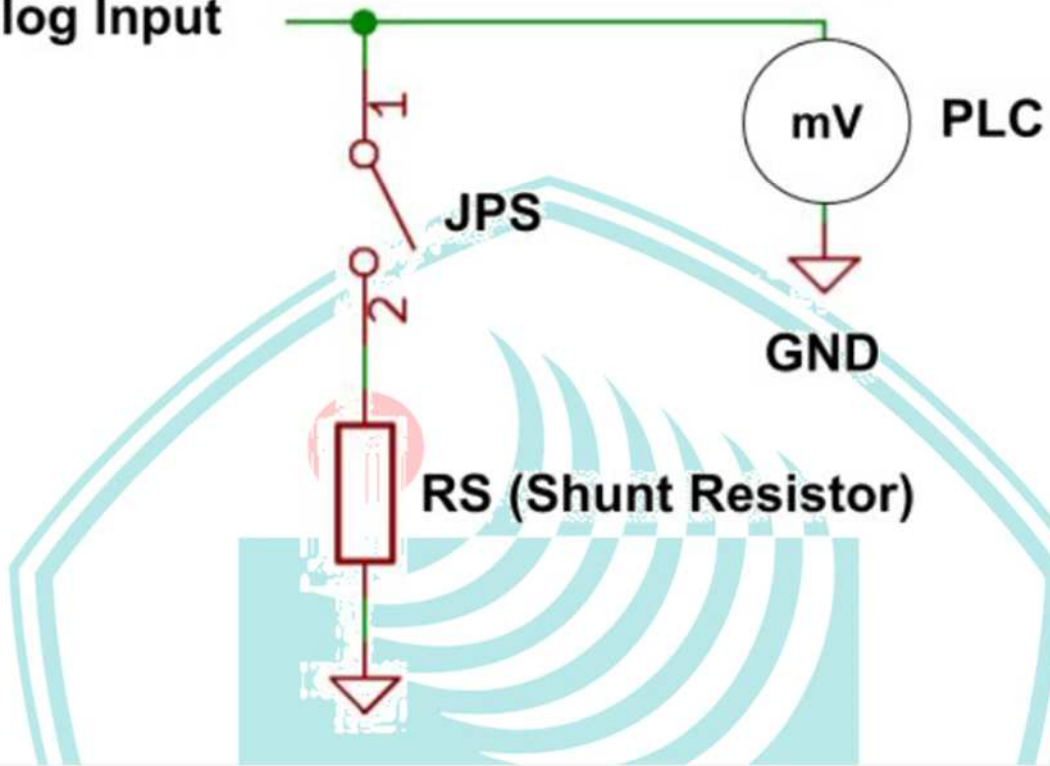
LAMPIRAN 3 : Pemasangan *Shunt Resistor*

2. Membaca Arus Listrik

Analog Input

Hak Cipta :

Politeknik Negeri Jakarta



Analog input dari mikrokontroler hanya membaca tegangan 0-5V, sehingga jika ingin membaca arus listrik, maka arus listrik tersebut harus diubah menjadi tegangan listrik terlebih dahulu. Pada beberapa board outseal PLC terdapat sebuah jumper JPS (Jumper Shunt) digunakan untuk mengaktifkan "Shunt" resistor dan berada di bagian bawah PCB. Apabila anda menggunakan board PLC yang tidak terdapat Jumper Shunt nya maka anda harus memasangnya sendiri eksternal. Shunt resistor adalah sebuah resistor yang digunakan untuk mengubah arus listrik menjadi tegangan listrik melalui rumus berikut:

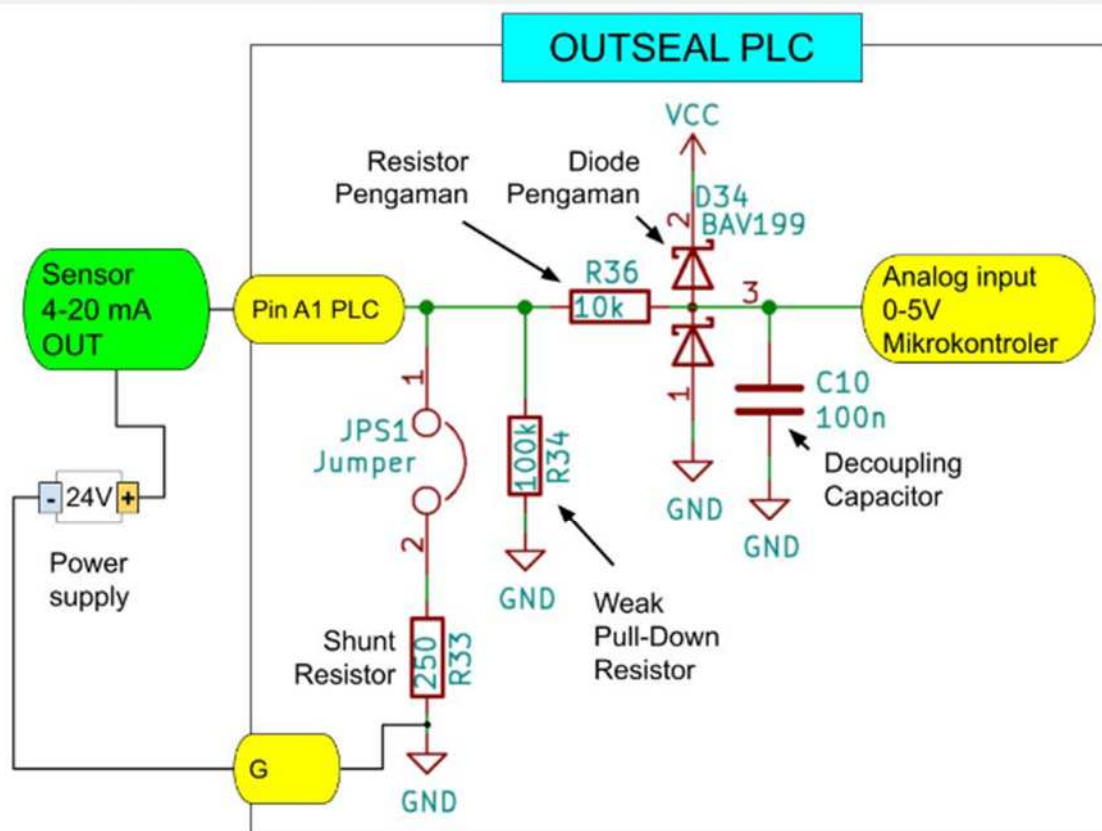
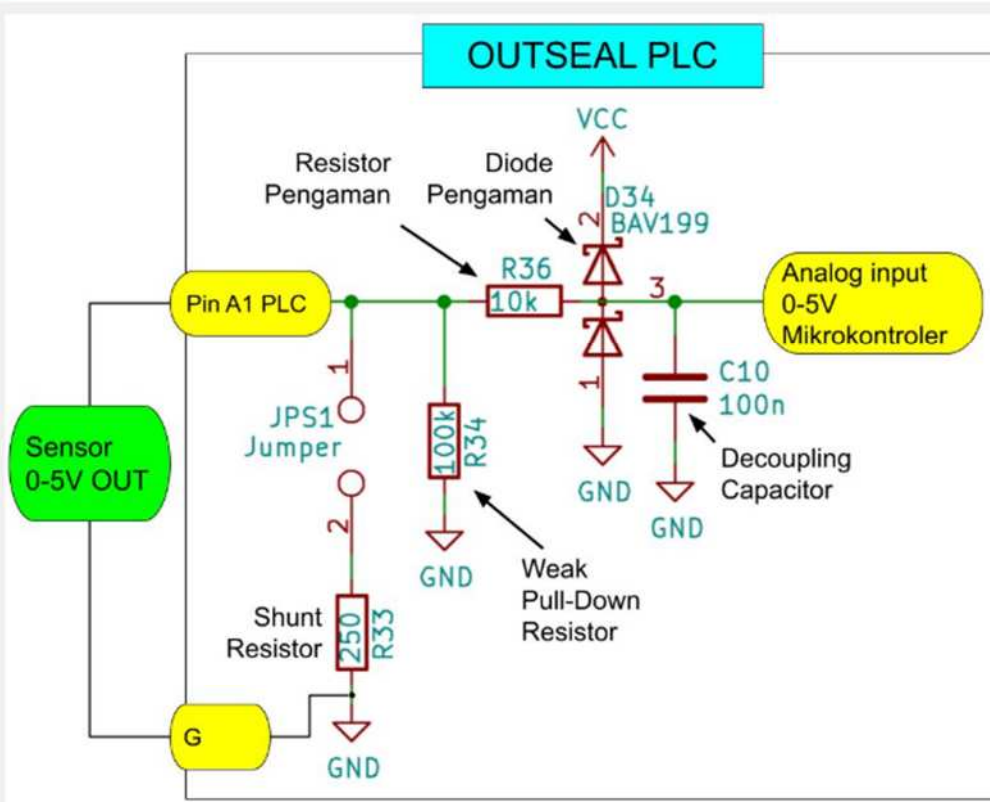
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 4 : Wiring Sensor Input



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



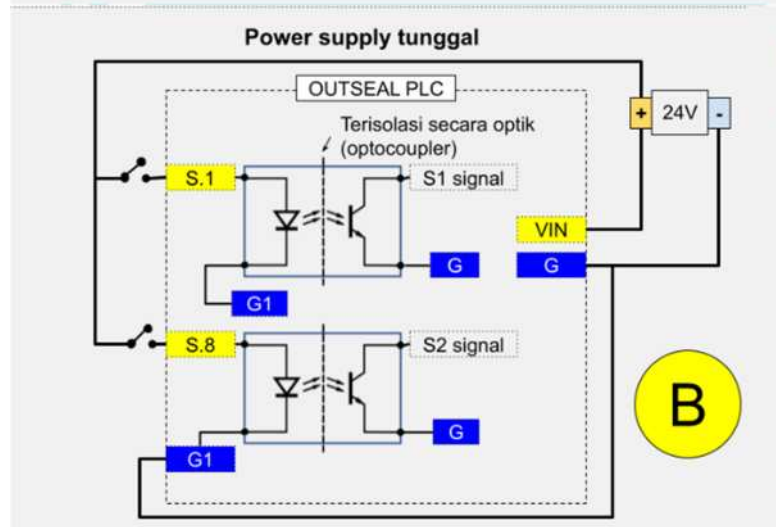
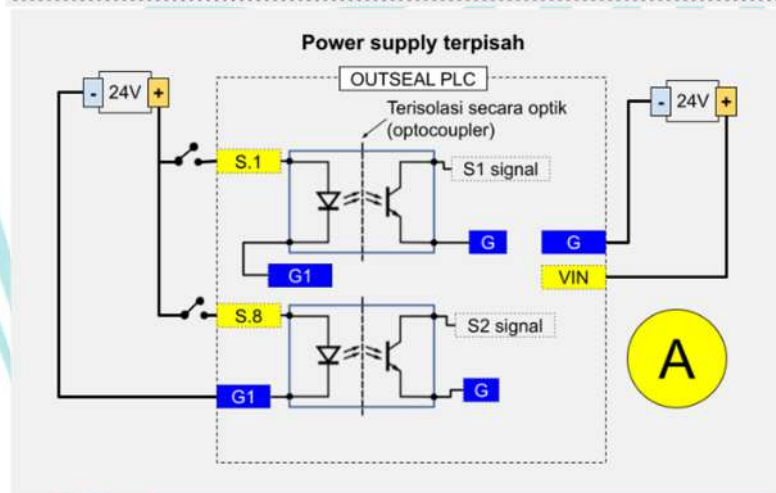
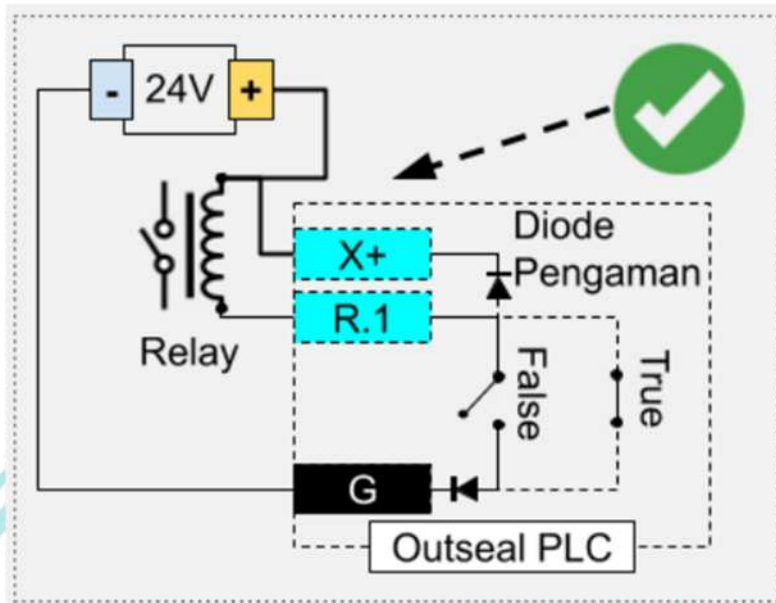
LAMPIRAN 5 : Power Supply Wiring



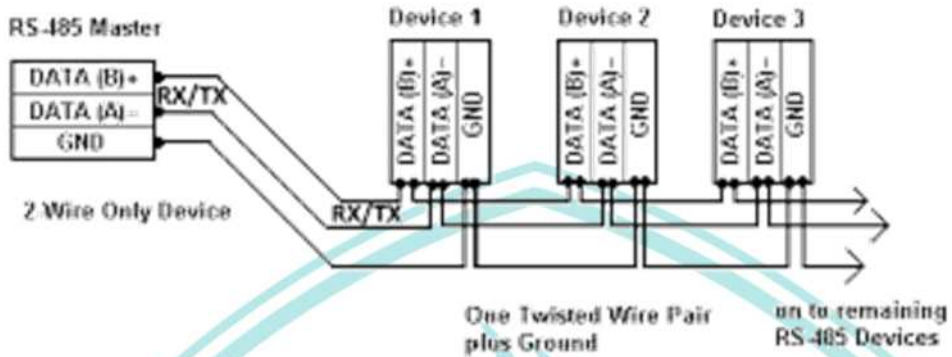
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



LAMPIRAN 6 : RS485 Wiring Scheme



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

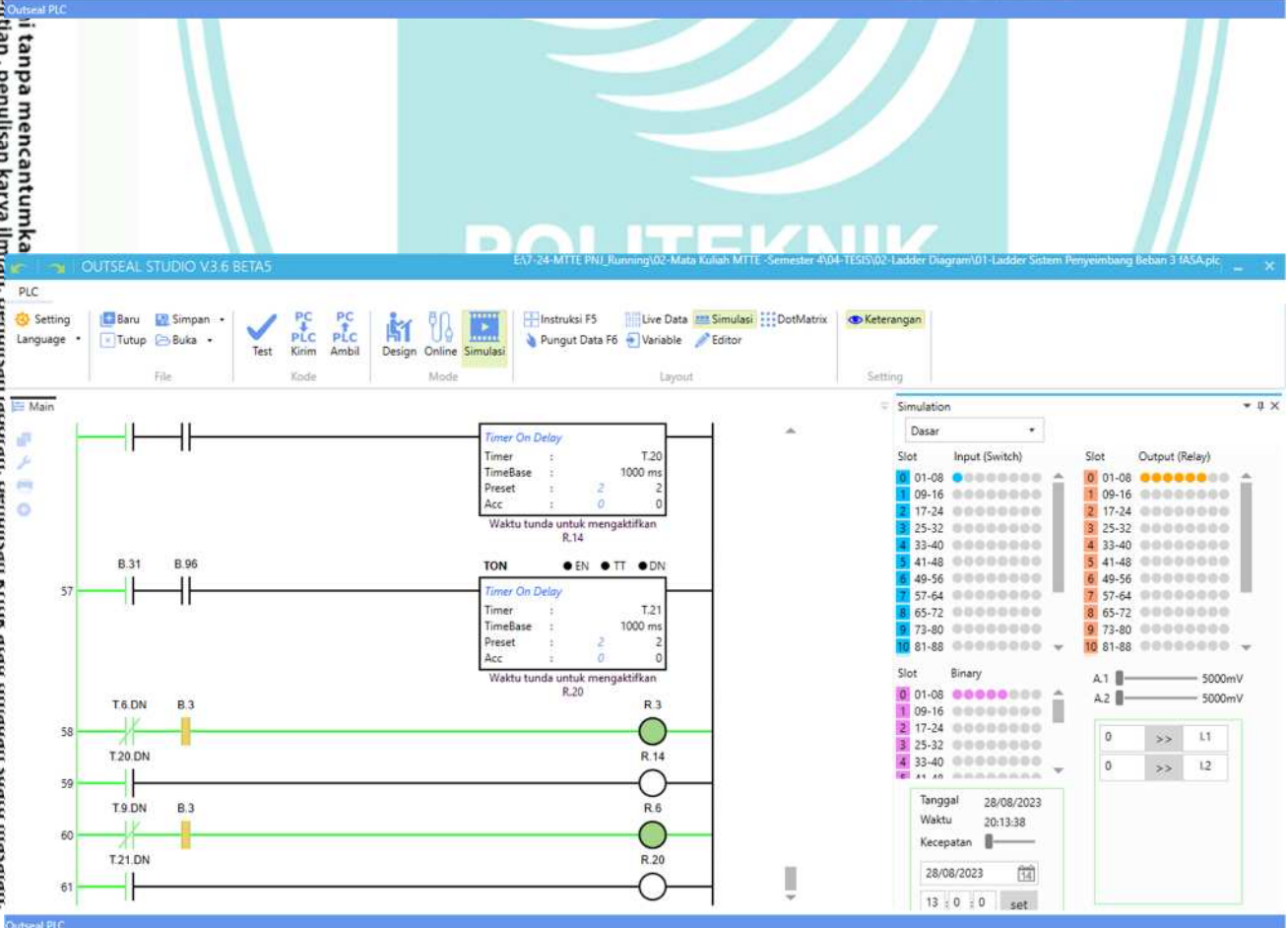
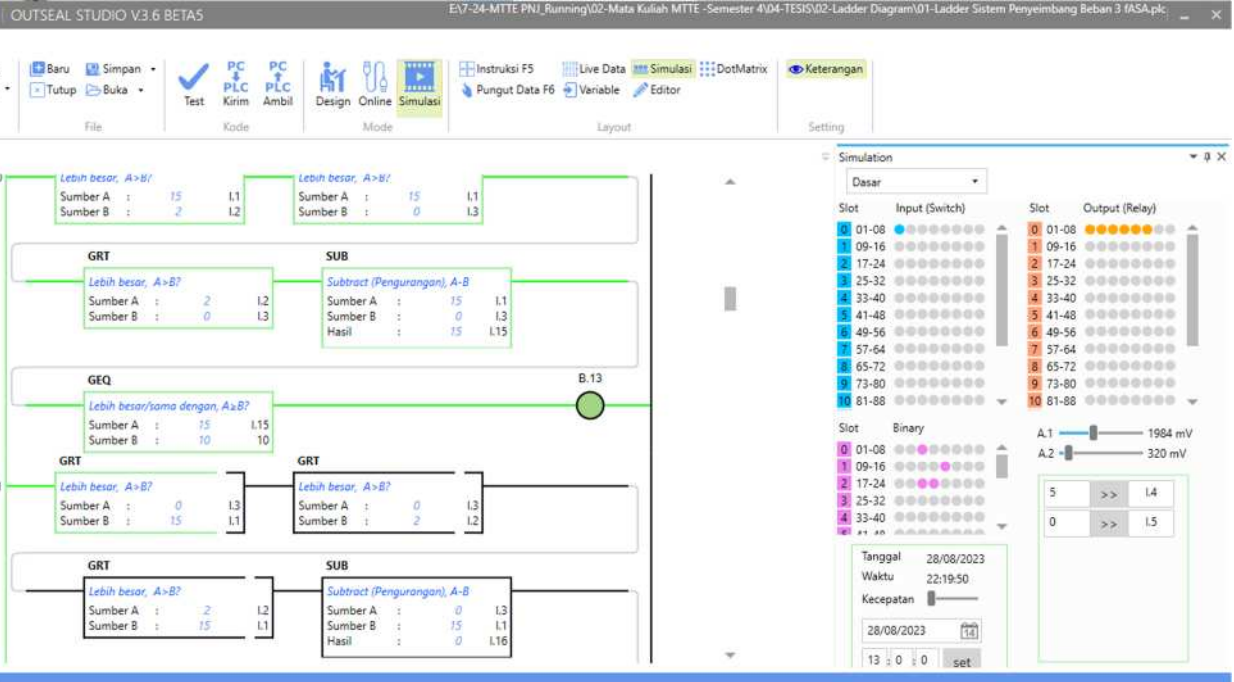
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

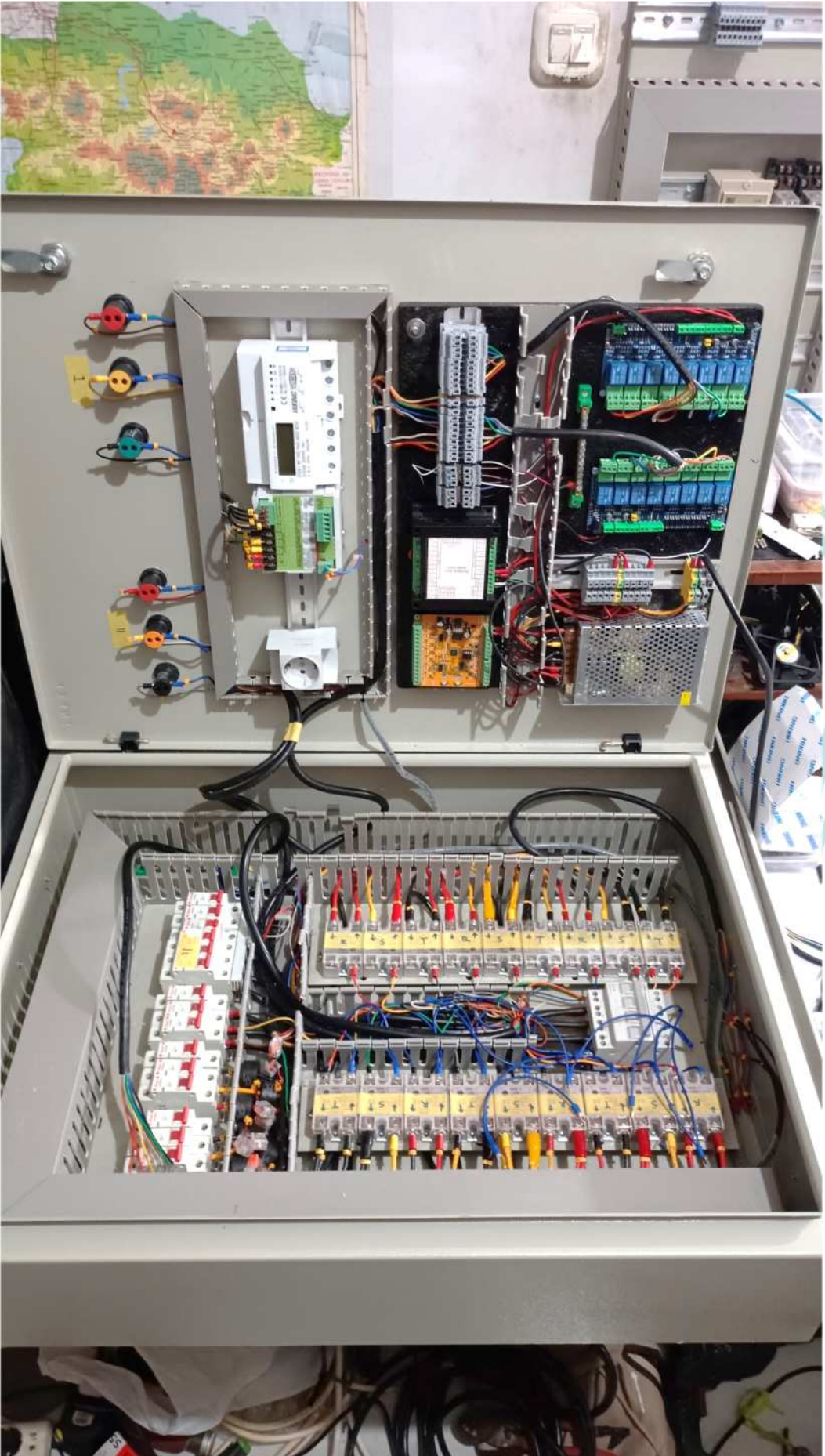
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

LAMPIRAN 7 : Ladder Diagram dalam keadaan Normal



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

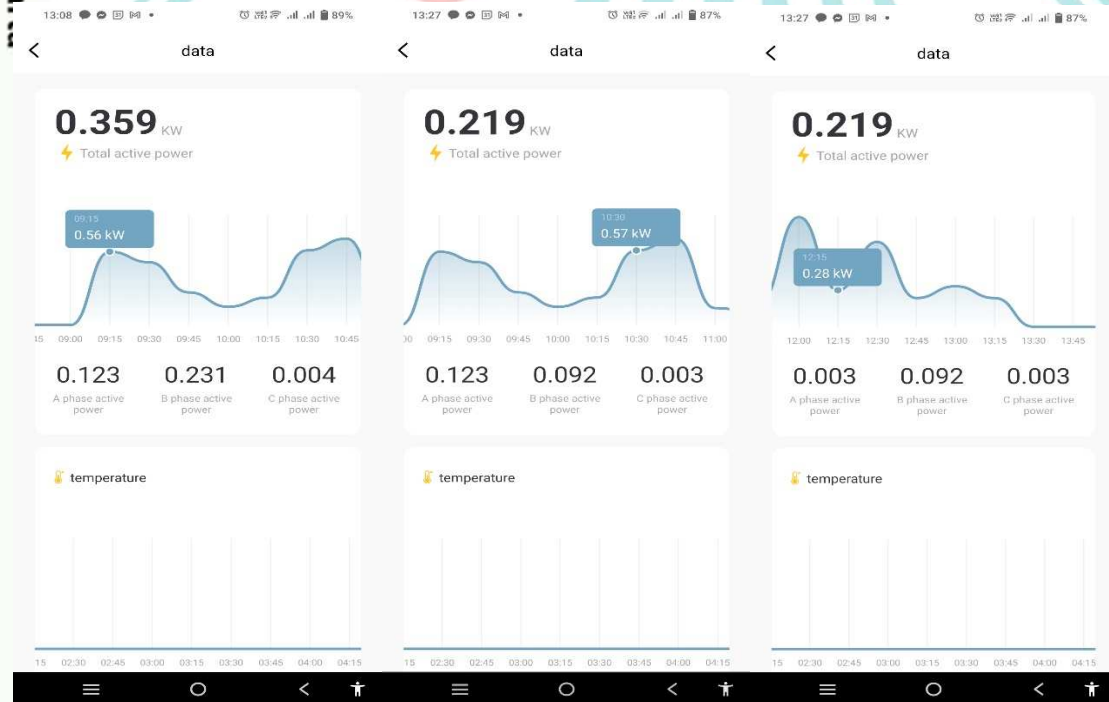




LAMPIRAN 8 : Cuplikan pada Display Multimeter



LAMPIRAN 9 : Capture Grafik Pemakaian Konsumsi Energi secara Periodik



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 10 : *Capture* Fluktuasi Beban



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Parameter	13:37	13:48	13:50	13:51	13:51	13:52
Times(ratio)	1	1	1	1	1	1
A phase voltage	232.4 V	231.6 V	231.5 V	230.9 V	230.1 V	230.1 V
B phase voltage	232.7 V	231.9 V	231.8 V	230.9 V	230.3 V	230.3 V
C phase voltage	233.0 V	231.9 V	231.8 V	230.6 V	230.3 V	230.3 V
A phase current	0.656 A	0.613 A	0.607 A	0.607 A	2.743 A	2.743 A
B phase current	0.990 A	0.477 A	0.262 A	1.819 A	2.491 A	2.491 A
C phase current	0.031 A	0.031 A	0.031 A	0.032 A	0.031 A	0.031 A
Total active power	0.320 KW	0.220 KW	0.160 KW	1.050 KW	1.050 KW	1.180 KW
A phase active power	0.125 KW	0.118 KW	0.117 KW	0.117 KW	0.627 KW	0.627 KW
B phase active power	0.193 KW	0.097 KW	0.041 KW	0.418 KW	0.549 KW	0.549 KW
C phase active power	0.004 KW	0.004 KW	0.004 KW	0.004 KW	0.004 KW	0.004 KW



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

The image displays three screenshots of a mobile application interface, each showing a 'Details' screen with electrical measurement data. The data is organized into a table with two columns: the parameter name and its numerical value.

Parameter	Value
Times(ratio)	1
A phase voltage	231.2 V
B phase voltage	231.5 V
C phase voltage	231.7 V
A phase current	2.749 A
B phase current	1.033 A
C phase current	0.031 A
Total active power	0.820 KW
A phase active power	0.632 KW
B phase active power	0.167 KW
C phase active power	0.004 KW

Parameter	Value
Times(ratio)	1
A phase voltage	228.4 V
B phase voltage	228.6 V
C phase voltage	229.7 V
A phase current	0.663 A
B phase current	3.469 A
C phase current	0.973 A
Total active power	0.740 KW
A phase active power	0.126 KW
B phase active power	0.793 KW
C phase active power	0.166 KW

Parameter	Value
Times(ratio)	1
A phase voltage	228.4 V
B phase voltage	228.6 V
C phase voltage	228.7 V
A phase current	0.663 A
B phase current	3.469 A
C phase current	1.031 A
Total active power	0.750 KW
A phase active power	0.126 KW
B phase active power	0.793 KW
C phase active power	0.173 KW



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

The image displays three screenshots of a mobile application interface, each showing a 'Details' screen with power measurement data. The data is organized into a table with two columns: the parameter name and its corresponding value.

Time	Parameter	Value
18:02	Times(ratio)	1
	A phase voltage	231.9 V
	B phase voltage	232.2 V
	C phase voltage	232.2 V
	A phase current	0.550 A
	B phase current	0.286 A
	C phase current	0.306 A
	Total active power	0.180 KW
	A phase active power	0.094 KW
	B phase active power	0.045 KW
	C phase active power	0.045 KW
	18:09	Times(ratio)
A phase voltage		229.5 V
B phase voltage		230.8 V
C phase voltage		229.4 V
A phase current		0.587 A
B phase current		1.052 A
C phase current		0.309 A
Total active power		0.320 KW
A phase active power		0.101 KW
B phase active power		0.183 KW
C phase active power		0.045 KW
18:39		Times(ratio)
	A phase voltage	229.8 V
	B phase voltage	230.0 V
	C phase voltage	230.1 V
	A phase current	1.840 A
	B phase current	0.916 A
	C phase current	0.310 A
	Total active power	0.280 KW
	A phase active power	0.414 KW
	B phase active power	0.179 KW
	C phase active power	0.045 KW

The bottom screenshot shows a similar 'Details' screen at 20:51 with the following data:

Parameter	Value
Times(ratio)	1
A phase voltage	228.4 V
B phase voltage	228.4 V
C phase voltage	228.2 V
A phase current	0.562 A
B phase current	0.545 A
C phase current	4.272 A
Total active power	1.190 KW
A phase active power	0.110 KW
B phase active power	0.102 KW
C phase active power	0.933 KW



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

The screenshots show the following data:

Parameter	Screenshot 1 (21:17)	Screenshot 2 (21:37)	Screenshot 3 (06:28)	Screenshot 4 (06:32)	Screenshot 5 (06:37)
Times(ratio)	1	1	1	1	1
A phase voltage	228.9 V	232.3 V	231.9 V	231.1 V	230.4 V
B phase voltage	229.3 V	232.5 V	232.1 V	231.0 V	230.7 V
C phase voltage	229.7 V	232.3 V	232.1 V	231.1 V	230.6 V
A phase current	2.583 A	0.491 A	1.102 A	1.097 A	1.091 A
B phase current	0.548 A	0.611 A	0.507 A	0.512 A	1.839 A
C phase current	0.158 A	0.160 A	0.435 A	0.708 A	3.522 A
Total active power	0.700 KW	0.230 KW	0.360 KW	0.420 KW	1.310 KW
A phase active power	0.590 KW	0.105 KW	0.188 KW	0.187 KW	0.187 KW
B phase active power	0.101 KW	0.116 KW	0.100 KW	0.100 KW	0.323 KW
C phase active power	0.008 KW	0.008 KW	0.068 KW	0.129 KW	0.797 KW



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

Time	Phase	Value
06:52	Times(ratio)	1
	A phase voltage	229.3 V
	B phase voltage	229.5 V
	C phase voltage	229.5 V
	A phase current	1.087 A
	B phase current	0.961 A
	C phase current	3.864 A
	Total active power	0.900 KW
	A phase active power	0.186 KW
B phase active power	0.191 KW	
C phase active power	0.871 KW	
07:06	Times(ratio)	1
	A phase voltage	232.6 V
	B phase voltage	232.4 V
	C phase voltage	232.5 V
	A phase current	1.090 A
	B phase current	0.932 A
	C phase current	4.089 A
	Total active power	1.290 KW
	A phase active power	0.188 KW
B phase active power	0.186 KW	
C phase active power	0.931 KW	
07:16	Times(ratio)	1
	A phase voltage	229.3 V
	B phase voltage	229.8 V
	C phase voltage	229.8 V
	A phase current	1.459 A
	B phase current	3.172 A
	C phase current	5.394 A
	Total active power	2.170 KW
	A phase active power	0.270 KW
B phase active power	0.711 KW	
C phase active power	1.195 KW	
07:44	Times(ratio)	1
	A phase voltage	233.5 V
	B phase voltage	233.9 V
	C phase voltage	233.8 V
	A phase current	0.960 A
	B phase current	0.970 A
	C phase current	1.551 A
	Total active power	0.630 KW
	A phase active power	0.161 KW
B phase active power	0.160 KW	
C phase active power	0.311 KW	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan penunjang, penelitian, penerbitan, penunjang karya ilmiah, penunjang laporan, penunjang 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

LAMPIRAN 11 : Perangkat Keseluruhan SKPB 3 Fasa berbasis Outseal PLC Nano V.5.2 beserta Peneliti





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

