



© 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



**SOLUSI BANGUN
INDONESIA**

PNJ – PT SOLUSI BANGUN INDONESIA Tbk

**MODIFIKASI SISTEM PENGONTROLAN *ELECTROSTATIC*
PRECIPITATOR 424-EP1 UNTUK MENGHEMAT *ENERGY* LISTRIK**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:
MUHAMAD JAKARIA
NIM. 2002315048

PROGRAM EVE,

KERJASAMA PNJ – PT SOLUSI BANGUN INDONESIA Tbk

JURUSAN TEKNIK MESIN, PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI

AGUSTUS, 2023



**SOLUSI BANGUN
INDONESIA**

PNJ – PT SOLUSI BANGUN INDONESIA TBK

**MODIFIKASI SISTEM PENGONTROLAN *ELECTROSTATIC*
PRECIPITATOR 424-EP1 UNTUK MENGHEMAT *ENERGY*
LISTRIK**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Konsentrasi Rekayasa Industri, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

MUHAMAD JAKARIA

NIM. 2002315048

**PROGRAM EVE,
KERJASAMA PNJ – PT SOLUSI BANGUN INDONESIA Tbk
JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI
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





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

LAPORAN TUGAS AKHIR

MODIFIKASI SISTEM PENGONTROLAN *ELECTROSTATIC* *PRECIPITATOR* 424-EPI UNTUK MENGHEMAT *ENERGY* LISTRIK

Oleh:

Muhamad Jakaria

NIM. 2002315048

Program Studi D3 Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc.

NIP. 197512222008121003

Pembimbing II

Irwan Haryadi

NIK. 62101954

Pembimbing III

Muhammad Mukhlas Anshori

NIK. 62500678

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

MODIFIKASI SISTEM PENGONTROLAN *ELECTROSTATIC* *PRECIPITATOR* 424-EP1 UNTUK MENGHEMAT *ENERGY* LISTRIK

Oleh:
Muhamad Jakaria
NIM. 2002315048
Program Studi D3 Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 10 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. NIP. 197512222008121003	Ketua		25 Agustus 2023
2.	Irwan Haryadi NIK. 62101954	Anggota		24 Agustus 2023
3.	Muhammad Mukhlas Anshori NIK. 62500678	Anggota		24 Agustus 2023
4.	Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.,IWE NIP. 197707142008121005	Anggota		23 Agustus 2023
5.	R.A Heri Rahmat NIK. 62102367	Anggota		25 Agustus 2023

Narogong, 10 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.,IWE
NIP. 197707142008121005

Koordinator EVE Program



Gammalia Permata Devi
NIK. 62501176

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Jakaria

NIM : 2002315048

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir 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 Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bogor, 10 Agustus 2023



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Muhamad Jakaria

NIM. 2002315048

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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Diploma III Program EVE Kerja sama Politeknik Negeri Jakarta - PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Jakaria
NIM : 2002315048
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : Teknik Mesin
Konsentrasi : Rekayasa Industri Semen
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta - PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul:

“MODIFIKASI SISTEM PENGONTROLAN *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* 424-EP1 UNTUK MENGHEMAT *ENERGY* LISTRIK”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif, EVE. Program Kerja sama Politeknik Negeri Jakarta – PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. menimpa, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir ini sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Bogor

Pada tanggal: 10 Agustus 2023

Yang menyatakan



Muhamad Jakaria

NIM. 2002315048

MODIFIKASI SISTEM PENGONTROLAN *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* 424-EP1 UNTUK MENGHEMAT *ENERGY* LISTRIK

Muhamad Jakaria¹⁾, Sonki Prasetya²⁾, Irwan Haryadi³⁾, Muhammad Mukhlas Ansori⁴⁾

¹⁾ Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta

²⁾ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

³⁾ Elektrik maintenance RMK Nar 2

¹⁾ jakaria.eve16@gmail.com, ²⁾ sonkiprasetya@mesin.pnj.ac.id ³⁾ irwan.haryadi@sig.id

⁴⁾ mukhlas.anshorisbi@sig.id

ABSTRAK

Electrostatic precipitator (ESP) merupakan salah satu jenis penangkap debu yang menggunakan *system electromagnetic* dengan tegangan (kV) dan arus (mA) sebagai parameter pemisah antara material dan gas. Penggunaan kV dan mA pada (ESP) 424-EP1 perlu diperhatikan, karena selama ini penggunaannya belum memiliki standar atau acuan yang dapat menjadi pedoman dalam melakukan *setting* untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Kenaikkan atau penurunan pada debu selalu berubah-ubah setiap detiknya, tergantung dengan jumlah *dust* yang masuk ke dalam (ESP). Karena (ESP) adalah alat filterisasi yang menggunakan *energy* listrik sebagai sumbernya maka, diharapkan penggunaan *energy* listrik yang digunakan oleh (ESP) dapat dikurangi dengan pengontrolan secara otomatis melalui *control room* yang berfokus dengan 2 bank yaitu F1B2 dan F1B3 pada 424-EP1. Alat yang paling penting dalam modifikasi ini adalah modbus TCP yang berfungsi sebagai alat yang menghubungkan perangkat-perangkat yang terletak dilokasi berbeda secara efisien dengan kendali jarak jauh melalui *Central Control Room*(CCR). *System pengontrolan* secara otomatis telah dilakukan dengan penurunan konsumsi daya *energy* listrik sebesar 43% yang berhasil dikurangi pada F1B2 dan F1B3. Namun *system control* ini perlu disesuaikan kembali dengan banyaknya *spark rate* yang terjadi akibat dari proses sebelumnya, dan perlunya *Preventive Maintenance Routine* (PMR) pada panel *control* untuk menyamakan pengukuran dengan (CCR).

Kata kunci : *Electrostatic Precipitator*(ESP), *Pengontrolan*, Otomatis, dan *energy* listrik

MODIFIKASI SISTEM PENGONTROLAN *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* UNTUK 424-EP1 MENGHEMAT *ENERGY LISTRIK*

Muhamad Jakaria¹⁾, Sonki Prasetya²⁾, Irwan Haryadi³⁾, Muhammad Mukhlas Ansori⁴⁾

¹⁾ Mechanical Engineering, Consentroration of Cement Engineering Industry, State Polytechof Jakarta

²⁾ Mechanical Engineering, , State Polytechof Jakarta

³⁾ Maintenance Electrical RMK Nar 2

¹⁾ jakaria.eve16@gmail.com, ²⁾ sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id ³⁾ irwan.haryadi@sig.id

⁴⁾ mukhlas.anshorisbi@sig.id

ABSTRACT

The Electrostatic Precipitator (ESP) is a type of dust collector that employs an electromagnetic system with voltage (kV) and current (mA) as parameters to separate dust from gas. The utilization of kV and mA in ESP 424-EP1 needs attention, as there hasn't been a standard or reference for guidance in setting voltage increases or decreases. Fluctuations in dust levels occur constantly, depending on the dust quantity entering the ESP. Since the ESP is an electrically powered filtration device, efforts are directed towards reducing its electrical consumption using automatic control through the control room, focusing on banks F1B2 and F1B3 within 424-EP1. The key component in this modification is the Modbus TCP, serving as a tool to efficiently connect devices in different locations for remote control via the Control Room (CCR). The automated control system has successfully lowered power consumption by 43% in F1B2 and F1B3. However, this control system requires readjustment to account for spark rates resulting from preceding processes, along with the need for Preventive Maintenance Routine (PMR) on the control panel to align measurements with the CCR.

Keywords : *Electrostatic Precipitator (ESP), Control, Automatic, and Electrical Energy.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (TA). Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai Diploma III Program Kerja sama Politeknik Negeri Jakarta–PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sejak masa perkuliahan sampai penyusunan TA, sangat sulit untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada

- 1) Ibu Siti Maryam, Bapak Komar, serta kaka - kakak saya, yang selalu membantu dalam mendoakan dan mendukung dalam pengerjaan Tugas Akhir ini,
- 2) Bapak Irwan Haryadi, bapak Muklas, dan bapak Titok Pangesti Adji sebagai pembimbing lapangan saya, yang telah membantu dan membimbing saya dalam hal materi, tenaga, waktu, dan dukungan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini,
- 3) Bapak Sonki Prasetya sebagai pembimbing dosen yang telah membimbing saya dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini
- 4) Seluruh karyawan dan kontraktor Elektrik RMK NAR 2 & CIVA yang telah membantu saya belajar dalam kegiatan spesialisasi selama setahun ini, serta telah memberikan bantuan tenaga dalam fabrikasi dan instalasi Tugas Akhir ini,
- 5) Teman-teman EVE 16 yang telah memberikan bantuan moral, dan dukungan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini
- 6) EVE team yang telah membimbing dan mengajari selama menempuh pendidikan di EVE,

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

Saya berharap Allah SWT, membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak yang telah membantu. Saya menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diperlukan dalam perbaikan laporan ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Bogor, 30 Juli 2023

Penulis,



Muhamad Jakaria

NIM. 2002315048



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

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.3.1 Tujuan umum.....	3
1.3.1 Tujuan Khusus	3
1.4 Lokasi.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Ilmiah.....	5
2.2 Kajian Teori.....	6
2.2.1 Teori David Eugene Smith	6

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

2.2.2	Konversi Sensor Dengan Transmisi Arus 4-20 mA	7
2.2.3	Konversi kV dan mA menjadi kWh	7
2.3	Kajian Komponen	9
2.3.1	<i>Dust Collector</i>	9
2.3.1.1	Pengertian <i>Dust Collector</i>	9
2.3.1.2	Sistem Kerja <i>Dust Collector</i>	10
2.3.2	Jenis-Jenis <i>Dust Collector</i>	10
2.3.2.1	<i>Bag Filter</i>	10
2.3.2.2	<i>Cyclone Separator</i>	11
2.3.2.3	<i>Electrostatic Precipitator</i>	11
2.3.3	Bagian-Bagian <i>Electrostatic Precipitator</i>	13
2.3.3.1	<i>Discharge Electrode</i>	13
2.3.3.2	<i>Casing Atau Mainhole EP</i>	14
2.3.3.3	<i>Collecting Plate</i>	14
2.3.3.4	<i>Hammering Device</i>	15
2.3.3.5	<i>Gas Distribution Screen</i>	16
2.3.3.6	<i>Hopper</i>	17
2.3.3.7	<i>Rectifier</i>	18
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1	Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	20
3.2	Metode Penyelesaian Masalah	21
3.2.1	Identifikasi Masalah	21
3.2.2	<i>Root Cause Analysis</i>	25
3.2.2.1	<i>Human</i>	26
3.2.2.2	<i>Machine atau Tool</i>	29

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

3.2.2.3	Metode	31
3.2.2.4	Material.....	32
3.2.3	Studi Lapangan.....	32
3.2.4	Studi Literatur	35
3.2.5	Metode Diskusi	35
3.2.6	Perancangan <i>System</i> dan Penentuan Alat	36
3.2.7	Pelaksanaan Modifikasi <i>System Control</i>	40
3.2.8	Pengamatan dan Pengolahan Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Analisis Masalah	41
4.2	Konsep <i>System Control</i> dan Solusi dari Masalah	41
4.2.1	Pengubahan <i>Control Local</i> menuju CCR.....	42
4.2.1.1	Koneksi Modbus TCP.....	42
4.2.1.2	Pembuatan alamat komunikasi I/O	43
4.3	Penambahan Indikasi <i>Power Input</i> kW (ESP)	43
4.3.1	Jenis Sinyal	44
4.3.2	Kualitas Sinyal.....	44
4.3.3	Kompatibilitas.....	44
4.4	Pengujian	47
4.4.1	Pengujian batas aman dari setting tegangan	47
4.4.2	Pengujian pemasangan untuk indikasi <i>power input</i> kW	50
4.4.3	Pengujian <i>trial and error</i> pada <i>system control</i> otomatis.....	51
4.4.3.1	<i>Original Setting Value</i>	52
4.4.3.2	<i>Normal Setting</i>	53
4.4.3.3	Program 1	53

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

4.4.3.4 Program 2.....	54
4.4.3.5 Program 3.....	54
4.4.3.6 Program 4.....	55
4.4.3.7 Pengujian Efektivitas Program	55
4.5 Perhitungan dari Pengurangan Konsumsi <i>Energy</i> Listrik	56
4.5.1 Perhitungan secara teoritis	57
4.5.2 Perhitungan secara <i>Actual</i>	60
BAB V PENUTUPAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	67
Lampiran 1 Standar Alamat Modbus TCP	67
Lampiran 2 <i>Port Analog Input</i>	68
Lampiran 3 <i>PM82222 I/O Installation</i>	69
Lampiran 4 <i>Dust</i> Melebihi Ambang Batas.....	70
Lampiran 5 kV tertinggi	71
Lampiran 6 <i>Prograam Logic System Control</i> Otomatis.....	72
Lampiran 7 Kondisi Setelah Program Dijalankan.....	73
Lampiran 8 Biaya listrik sebelum modifikasi F1B2	74
Lampiran 9 Biaya listrik sebelum modifikasi F1B3	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Observasi Alat pada 424 EP1	32
Tabel 4.1 Analisis Masalah	41
Tabel 4.2 Karakteristik I/O PM82222	45
Tabel 4.3 Pengujian manual <i>setting</i> kV	50
Tabel 4.4 Total Biaya Energi listrik secara teoritis	58
Tabel 4.5 Biaya listrik sebelum modifikasi F1B2	59
Tabel 4.6 Biaya listrik sebelum modifikasi F1B3	59
Tabel 4.7 Biaya listrik rata-rata dalam 5 hari sebelum modifikasi	60
Tabel 4.8 Biaya listrik <i>actual</i> sesudah modifikasi F1B2 dan F1B3	60
Tabel 4.9 Penurunan biaya listrik	61



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

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi <i>Electrostatic Precipitator</i> 424 EP1	4
Gambar 2.1 <i>Discharge Electrode</i> [14].....	13
Gambar 2.2 <i>Casing Manhole</i> [14].....	14
Gambar 2.3 <i>Collecting Plate</i> [15]	15
Gambar 2.4 <i>Hammer Device/Rapper</i>	16
Gambar 2.5 <i>Gas Distribution Screen</i>	16
Gambar 2.6 <i>Hopper</i> [13]	18
Gambar 2.7 <i>Rectifier Trafo</i>	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir.....	20
Gambar 3.2 Kondisi Saat <i>Dust</i> Tinggi	23
Gambar 3.3 Kondisi <i>Dust</i> Rendah	23
Gambar 3.4 Diagram RCA <i>Fishbone</i>	25
Gambar 3.5 Hari Ke 1 Kondisi Tegangan Dan <i>Dust</i>	26
Gambar 3.5 Hari Ke 1 Kondisi Tegangan Dan <i>Dust</i>	27
Gambar 3.7 Hari Ke 3 Kondisi Tegangan Dan <i>Dust</i>	27
Gambar 3.8 Hari Ke 4 Kondisi Tegangan Dan <i>Dust</i>	28
Gambar 3.9 Hari Ke 5 Kondisi Tegangan Dan <i>Dust</i>	28
Gambar 3.10 <i>Power Meter Digital</i>	30
Gambar 3.11 <i>Rapper/Hammering Device</i>	31
Gambar 3.12 Perancangan Sistem.....	36
Gambar 4.1 Modbus Tcp.....	42
Gambar 4.2 Standar Alamat Modbus Tcp.....	43
Gambar 4.3 <i>Port Analog Input</i>	45
Gambar 4.4 PM82222 I/O <i>Installation</i>	46
Gambar 4.5 <i>Analog Output Setup</i>	46
Gambar 4.6 <i>Dust</i> Melebihi Ambang Batas	48
Gambar 4.7 Spesifikasi Trafo	49
Gambar 4.8 kV Tertinggi	50



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

Gambar 4.9 kW Yang Terbaca pada <i>Display</i>	51
Gambar 4.10 <i>Program Logic System Control</i> Otomatis	51
Gambar 4.11 <i>Original Setting Value</i>	52
Gambar 4.12 <i>Normal Setting</i>	53
Gambar 4.13 Program 1	53
Gambar 4.14 Program 2	54
Gambar 4.15 Program 3	54
Gambar 4.16 Program 4	55
Gambar 4.17 Kondisi Setelah Program Dijalankan	55



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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Standar Alamat Modbus TCP.....	67
Lampiran 2 <i>Port Analog Input</i>	68
Lampiran 3 <i>PM82222 I/O Installation</i>	69
Lampiran 4 <i>Dust</i> Melebihi Ambang Batas	70
Lampiran 5 kV Tertinggi	71
Lampiran 6 <i>Program Logic System Control</i> Otomatis	72
Lampiran 7 Kondisi Setelah Program Dijalankan	73
Lampiran 8 Biaya Listrik Sebelum Modifikasi F1B2.....	73
Lampiran 9 Biaya Listrik Sebelum Modifikasi F1B3.....	74



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

BAB I PENDAHULUAN

PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan. PT Solusi Bangun Indonesia Tbk adalah salah satu pabrik semen yang masih tetap bertahan hingga saat ini, meskipun kepemilikannya kerap berganti-ganti. Saat ini PT Solusi Bangun Indonesia dipegang oleh BUMN yang tergabung ke dalam SIG (Semen Indonesia Group)[1].

1.1 Latar Belakang

PT. Solusi Bangun Indonesia merupakan satu diantara perusahaan semen terbesar yang ada di Indonesia yang berkomitmen dalam perkembangan industri semen, untuk bahan bangunan di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan pembangunan PT. Solusi Bangun Indonesia terus menambah produksi hingga mencapai produksi 15 juta ton semen per tahun[1].

Dalam upaya menunjang kebutuhan pembangunan di Indonesia PT. Solusi Bangun Indonesia beroperasi di keempat pabrik yang tersebar di Lhoknga (Aceh), Narogong (Jawa Barat), Cilacap (Jawa Tengah) dan Tuban (Jawa Timur). Secara tahapan produksinya terdapat tujuh area di PT.Solusi Bangun Indonesia Pabrik Narogong yaitu: *Quarry, Crusher, Reclaimer, Raw Mill, Kiln, Finish Mill dan Pack House*.

Raw mill merupakan equipment yang digunakan sebagai penggilingan awal untuk material *limestone*, tanah liat, *silica*, pasir besi. Pada area *Raw Mill* memiliki beberapa *equipment* pendukung jalannya produksi. Di antaranya adalah ; *Weight Feeder, Belt Conveyor, Raw mill, CT (Conditioning Tower)*, dan *ESP (Electrostatic Precipitator)*. Semua *equipment* yang digunakan berperan penting dalam jalannya produksi , terutama pada *Electrostatic Precipitator* yang digunakan sebagai alat untuk proses pengumpulan material dengan menggunakan *system* filterisasi.

Alat *Electrostatic Precipitator* ini sudah terpasang sejak awal berdirinya PT. Solusi Bangun Indonesia. *Electrostatic Precipitator (ESP)*

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

adalah salah satu jenis *dust collector* atau penangkap debu dengan efisiensi tangkapan debu yang cukup tinggi (diatas 90%) *partikel* yang terperangkap[2]. Prinsip kerja dari (ESP) adalah menangkap atau mengikat debu yang berasal dari proses hasil pembakaran *kiln*, dengan memberikan arus listrik tegangan tinggi dari trafo pada kawat elektroda yang bermuatan *negatif*[3]. *Electrostatic Precipitator* menggunakan *system electromagnetic*, dimana saat (ESP) bekerja dapat diketahui tegangan (kV) dan arus (mA) yang digunakan. Penggunaan kV dan mA pada (ESP) 424-EP1 perlu diperhatikan, karena selama ini penggunaanya belum memiliki standar atau acuan yang dapat menjadi pedoman dalam melakukan *setting* untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Kenaikkan atau penurunan pada *dust* selalu berubah-ubah setiap detiknya, tergantung dengan jumlah *dust* yang masuk ke dalam (ESP). Oleh sebab itu settingan tersebut sering kali disetting pada angka maksimal 100% atau 60 kV untuk menjaga jarak aman, ketika *dust* melonjak tinggi. Dengan kondisi tersebut, penggunaan konsumsi *energy* listrik yang digunakan terlalu tinggi dan tidak efisien, apabila kondisi *dust* di dalam (ESP) rendah berkisar antara 10 hingga 30 mg/Nm³, sedangkan jumlah tegangan yang digunakan di angka 100%. Maka ada banyak konsumsi *energy* listrik yang digunakan tidak sesuai dengan kondisi *dust* yang rendah.

Modifikasi *system pengontrolan* digunakan sebagai standar acuan setting pada pengontrolan (ESP) dan mengurangi konsumsi *energy* listrik[4]. Guna meningkatkan efisiensi pemakaian *Electrostatic Precipitator* tersebut, PT. Solusi Bangun Indonesia berencana menggunakan metode menghubungkan *control local* (ESP) dengan CCR (*Central Control Room*) agar dapat dengan mudah dilakukan pemantauan dan pengontrolan sebagai *saving energy*. Dengan cara menghubungkan komunikasi menggunakan *Modbus TCP (Transmission Control Protocol)* melalui kabel LAN (*Local Area Network*) dari *control local*, menuju ke CCR (*Central Control Room*) dengan menggunakan pengontrolan melalui *program logic yokogawa*.

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

Dari permasalahan di atas, perlu dilakukannya modifikasi *system* prngontrolan pada (ESP) yang sesuai untuk mengurangi konsumsi *energy* listrik sebagai *saving energy*. Oleh karena itu, tugas akhir ini dibuat dengan judul “Modifikasi *System* Pengontrolan *Electrostatic Precipitator* 424-EP1 Untuk Menghemat Energy Listrik”

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masaalah yang harus diselesaikan adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana cara mengoptimalkan pengontrolan *setting* tegangan dan arus dengan memodifikasi *system* pengontrolan manual menjadi otomatis?
- b. Bagaimana perbandingan penurunan biaya konsumsi energy listrik dari dibutuhkan antara *system control setting* manual dengan metode *system control* otomatis melalui (CCR)?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan umum

Tugas Akhir dibuat untuk modifikasi *system pengontrolan electrostatic precipitator* 424-EP1 untuk menghemat energy listrik dengan menggunakan *system* pengontrolan secara otomatis melalui (CCR) di PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk.

1.3.1 Tujuan Khusus

- a) Mengurangi penggunaan *energy* listrik yang digunakan oleh *Electrostatic Precipitator* untuk menghemat *energy* listrik.
- b) Memudahkan Pengontrolan yang dapat dikendalikan jarak jauh melalui *control room* secara otomatis pada *electrostatic precipitator* 424-EP1.

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

1.4 Lokasi

Lokasi *Electrostatic Precipitator* 424-EP1 terletak di Raw Mill & Kiln Nar 2 sebagai alat filtrasi antara gas dan material yang berasal dari proses pembakaran, serta pengontrolan pada CCR (Central Control Room), seperti pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Lokasi *Electrostatic Precipitator* 424 EP1 dan CCR

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar pembahasan dalam pembuatan, dan penyusunan Tugas Akhir ini tidak melebar, maka dari itu berikut adalah batasan masalah yang terdapat dalam laporan Tugas Akhir.

- 1) Tidak menganalisis tentang proses lanjutan dari *electrostatic precipitator*
- 2) Tidak membahas dari segi mekanik *electrostatic precipitator*
- 3) Tidak membahas *System control* lainnya
- 4) Berfokus pada *system* pengontrolan *dust* secara otomatis melalui *Central Control Room* (CCR)

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

BAB V

PENUTUPAN

Pada bab ini merupakan kesimpulan dan saran dari hasil modifikasi *system control* otomatis *electrostatic Precipitator* yang telah dibuat.

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan modifikasi *system control electrostatic precipitator* untuk menghemat *energy* listrik, dapat ditarik kesimpulan dari penulis sebagai berikut

- 1.) Penurunan konsumsi daya *energy* listrik yang berfokus pada F1B2 dan F1B3 adalah sebanyak 43% dalam 5 hari pengujian atau sebanyak 10-20 kW penurunan kW yang digunakan dalam perharinya
- 2.) Modifikasi pada *system control electrostatic precipitator* untuk menghemat *energy* listrik sudah berhasil dibuat dan sistem bekerja untuk melakukan pengontrolan secara otomatis, ketika *dust* rendah maka tegangan yang digunakan akan menyesuaikan dengan kondisi *actual dust* berkisar antara 60%-65% atau 30-39 kV pada program 4 dan program 3. Sedangkan apabila kondisi *dust* yang tinggi program akan otomatis berpindah untuk menaikkan tegangan secara otomatis pada program 1 atau program 2 yang berkisar antara 68%-75%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan mengenai modifikasi *system control electrostatic precipitator* untuk menghemat *energy* listrik adalah sebagai berikut

- 1.) Perlu dilakukan penambahan *control* yang dapat menurunkan *spark rate* yang terjadi pada *electrostatic precipitator* untuk menyesuaikan *dust* saat tinggi dan tegangan. Karena dari hasil penelitian yang dilakukan *spark rate* masih memiliki konfigurasi yang cukup berkaitan. Karena bila *spark rate* tinggi sedangkan *dust* terbaca rendah berkisar antara 15-30 N/mg³, dapat menyebabkan *system* otomatis ini kurang optimal.



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

- 2.) Perlu dianalisis mengenai kemungkinan penggantian dari *electrostatic precipitator* ke jenis *dust collector* lain yaitu *bag filter*.
- 3.) Alat-alat yang dipakai untuk sistem *control otomatis* perlu disesuaikan kembali dengan masalah lainnya yang mungkin terjadi dalam proses filterisasi pada (ESP) seperti *false air* atau kebocoran udara luar yang masuk kedalam disebabkan oleh dinding (ESP) yang bolong.
- 4.) Perlu dilakukan pembersihan dan pengecekan rutin atau penyamaan pengukuran dari lapangan dan *control room* untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat.





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 PUSTAKA

- [1] PT. Solusi Bangun Indonesia, “No Title.” <https://solusibangunindonesia.com/profil-perusahaan/>.
- [2] Sepfitrah and Y. Rizal, “Analisis Electrostatic Precipitator (Esp) Untuk Penurunan Emisi Gas Buang Pada Recovery Boiler,” *J. APTEK*, vol. 7, no. 1, pp. 53–64, 2015, [Online]. Available: www.flowvision-energy.com.
- [3] L. M. Muttaqim, A. Trimulyono, and E. S. Hadi, “Analisa Electrostatic Precipitator (Esp) Pada Exhaust Dalam Upaya Pengendalian Partikulat Debu Gas Buang Main Engine Kapal Latih Bimasakti,” *Tek. Perkapalan*, vol. 3, no. 1, pp. 102–109, 2015.
- [4] SHANDI REKSA FEBRIAN, “RANCANG BANGUN SISTEM SAFETY DEVICE DRAG CHAIN TRIPPER 214-TR1 UNTUK KONTROL STOP PADA TRIPPER KETIKA DRAG CHAIN GANGGUAN.” <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/8727/>.
- [5] W. I. Suardi, *Metode Penelitian Ekonomi Syariah*, no. September. 2019.
- [6] “Smith_History-Of-Mathematics-Vol2_1925.pdf.”
- [7] Allan R. Hambley, *Electrical Engineering Principles and Applications*.
- [8] V. Meier, *ELECTRIC POWER SYSTEMS*.
- [9] F. Kreith and J. F. Kreider, *AIR POLLUTION CONTROL TECHNOLOGY*.
- [10] R. A. Triwijaya, A. Rijanto, and L. P. I. Arum, “Analisis Mesin Dust Collector Untuk Meminimalisir Terjadinya Break Down Agar Tidak Mengganggu Proses Produksi,” *Majamecha*, vol. 2, no. 1, pp. 9–18, 2020, doi: 10.36815/majamecha.v2i1.731.
- [11] A. I. Anugrah, P. Studi, N. Diploma, and P. I. Pelayaran, “ANALISIS BAG FILTER TERHADAP PROSES BONGKAR MUAT SEMEN DI MV . CERDAS,” 2023.
- [12] Sriyono, “Analisis Dan Pemodelan Cyclone Separator Sebagai Prefilter Debu Karbon Pada Sistem Pemurnian Helium Reaktor Rgtt200K,” *Pros. Semin. Nas. ke-18 Teknol. dan Keselam. PLTN Serta Fasilitas Nukl.*, no.



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

- September, pp. 215–226, 2012.
- [13] Suparyanto dan Rosad (2015, “Analisa Kinerja Electrostatic Precipitator (ESP) Berdasarkan Besarnya Tegangan DC,” *Suparyanto dan Rosad (2015*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.
- [14] “No Title.” <http://www.abrenvirosystems.com/air-polution-controlling-equipment.html>.
- [15] “Thakkar Group.” http://www.thakkargroup.com/collecting_electrodes.html.
- [16] P. Industries, “Electrostatic Precipitation (ESP) - Dry ESP.” <https://ppcair.com/products-services/electrostatic-precipitation/dry-esp>.
- [17] V. Schmatloch, “Design and characterisation of an electrostatic precipitator for small heating appliances.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304388604001500?via%3Dihub> (accessed Jul. 13, 2023).
- [18] B. RI, “Presiden Republik Indonesia Peraturan Presiden Republik Indonesia,” *Demogr. Res.*, pp. 4–7, 2020.
- [19] M. Nastitit Siswi Indrasti, “PENGHILANGAN GAS SO₂ (SULFUR DIOKSIDA) DENGAN TEKNIK BIOFILTER MENGGUNAKAN *Thiobacillus sp.* PADA MEDIA SERBUK GERGAJI, KOMPOS DAN TANAH,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 14, no. 3, pp. 107–111, 2005.
- [20] B. A. Dewapandhu and A. Pribadi, “Analisis Penyebaran Gas Nitrogen Dioksida (NO₂) di Jalan Raya Dramaga – Ciampea Kabupaten Bogor dengan Menggunakan Model Caline-4,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 8, no. 1, pp. 67–76, 2023, doi: 10.29244/jsil.8.1.67-76.
- [21] D. Kurniadi and F. Fitriyani, “Sistem Kendali Jarak Jauh Perangkat Elektronik Rumah Berbasis Cloud Computing,” *J. Algoritm.*, vol. 14, no. 2, pp. 333–342, 2015, doi: 10.33364/algoritma/v.14-2.333.
- [22] T. Sultan, “Kriteria Bahasa Pemrograman.” <https://sultanluckq.wordpress.com/2013/06/25/kriteria-bahasa-pemrograman-1-2/>.
- [23] T. Jumriah, M. S. Lamada, and J. M. Parenreng, “Pengembangan Modul



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

Pembelajaran Menggunakan Augmented Reality,” vol. 19, no. 2, pp. 2721–9100, 2022.

- [24] MATTHEW LYNCH, “WHAT IS MODBUS TCP/IP?,” MAY 24, 2023. <https://www.thetechadvocate.org/what-is-modbus-tcp-ip/> (accessed Aug. 21, 2023).
- [25] S. I. Lestariningsi, “Pengantar Telekomunikasi,” p. 6, 2010, [Online]. Available: <https://repository.unikom.ac.id/45544/1/4.> Gangguan Transmisi.pdf.
- [26] I. Manual, “Power Meter Input / Output Module Módulo de entrada / salida Module d ’ entrées / sorties.”



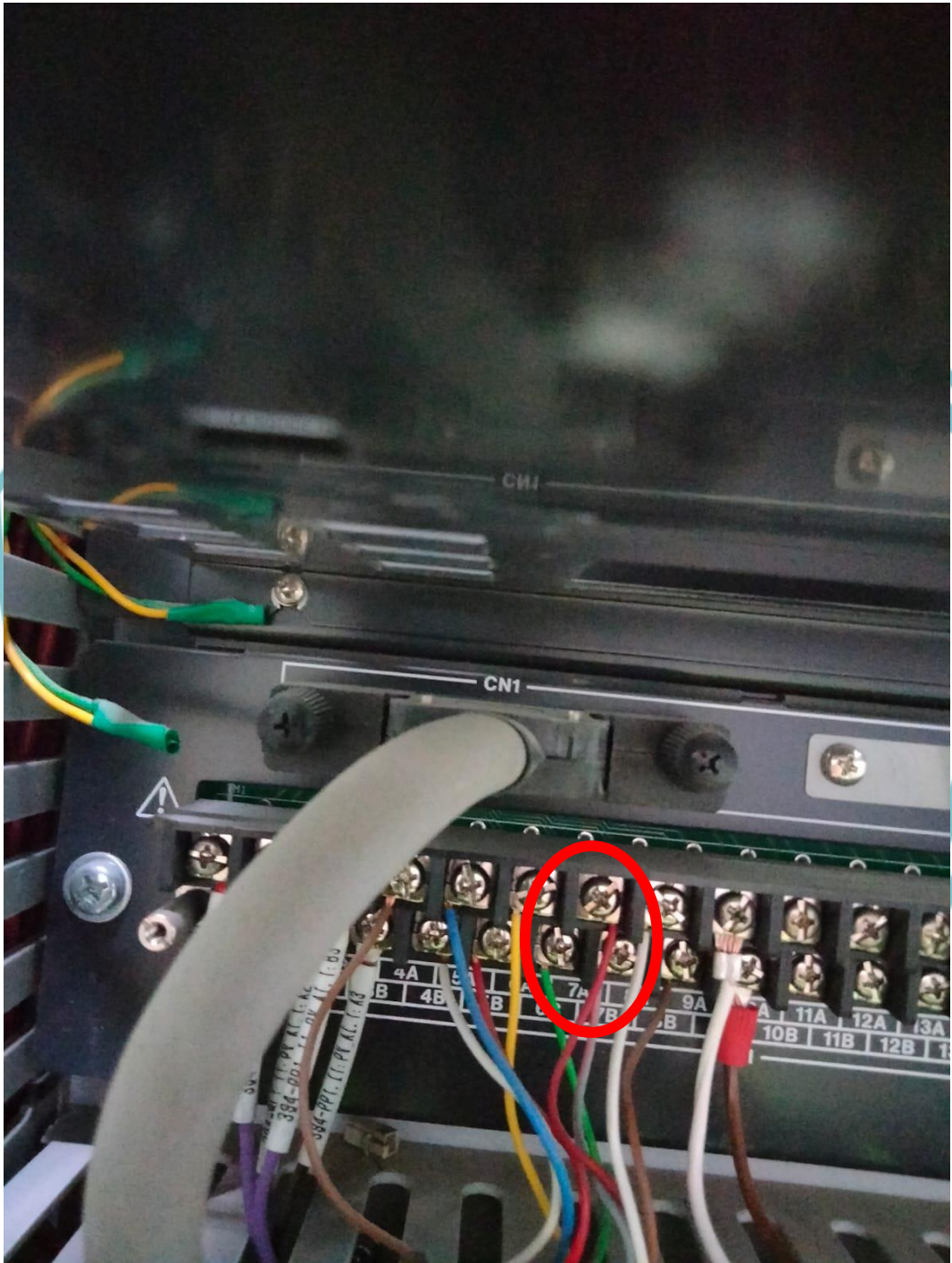


LAMPIRAN

Lampiran 1 Standar Alamat Modbus TCP

Optimizer SCR-DSP Modbus Data Exchange Map								
Firmware version: 6.02, 11/28/2018								
Modbus Connection Information								
Modbus TCP only available on Anybus port, RTU available via NWL Net Port or Anybus Module.								
Modbus TCP Default IP address is 192.168.1.10. Set IP address and IP configuration parameters by using NWL HMI setup screen. See User guide for further details.								
Modbus RTU settings are configurable via NWL HMI. See User guide for further details.								
Modbus writes to Holding registers are governed by control permissive settings. See User guide for further details.								
Modbus Register #	Parameter	Bit Assignments	Data Type	Units	Max Value	Min Value	Default Value	Notes
Modbus Input registers (3xxxx)								
Support for Modbus function 04 (Read Input Registers)								
30001	Device Status		UINT16		65535	1	READ ONLY	
		Bit 0 - Heartbeat					READ ONLY	Toggles every second
		Bit 1 - Spare					READ ONLY	
		Bit 2 - Device = SCR DSP					READ ONLY	
		Bit 3 - Device = PowerPlus					READ ONLY	
		Bit 4 - Spare					READ ONLY	
		Bit 5 - Hammer ACG mode: network					READ ONLY	1 = Network ACG coordination enabled
		Bit 6 - Hammer ACG coordinator					READ ONLY	1 = This unit has Network ACG Coordinator role
		Bit 7 - Hammer ACG client					READ ONLY	1 = Another unit has Network ACG Coordinator role
		Bit 8 - Fieldbus Sontrol Status					READ ONLY	1 = Fieldbus Write enabled, 0 = Fieldbus Write disabled
		Bit 9 - Net Port Control Status					READ ONLY	1 = Net Port Write enabled, 0 = Net Port Write disabled
		Bit 10 - Spare					READ ONLY	
		Bit 11 - Spare					READ ONLY	
		Bit 12, 15 - Active User Program					READ ONLY	0 = Not associated with User Program; 1-9 = Active User Program Number
30002	Conduction Angle		UINT16	Degrees	9	0	READ ONLY	
30003	Primary Voltage		UINT16	VAC	720	0	READ ONLY	
30004	Primary Current		UINT16	AAC x 10	7500	0	READ ONLY	
30005	KVDC1		UINT16	KVDC	200	0	READ ONLY	
30006	Output Current		UINT16	mADC	5000	0	READ ONLY	
30007	KVDC2 / KVDC1 Peak		UINT16	KVDC	283	0	READ ONLY	
30008	Output Voltage Product		UINT16		65535	0	READ ONLY	
30009	Output Power		UINT16	KW x10	9999	0	READ ONLY	
30010	Spark Rate		UINT16	SPM	999	0	READ ONLY	
30011	Arc Rate		UINT16	APM	99	0	READ ONLY	
30012	Operating Status		UINT16		65535	0	READ ONLY	
		Bit 0 - I.E. Mode					READ ONLY	
		Bit 1 - Manual Mode					READ ONLY	
		Bit 2 - Fast Recovery					READ ONLY	
		Bit 3 - Reserved					READ ONLY	
		Bit 4 - Local / Remote					READ ONLY	0 = Local, 1 = Remote
		Bit 5 - Contactor Status					READ ONLY	0 = Off, 1 = On
		Bit 6 - Back Corona Mode					READ ONLY	
		Bit 7 - Reserved					READ ONLY	
		Bit 8 - Setback Offset Auto/Man					READ ONLY	0 = Manual, 1 = Auto
		Bit 9 - KV1 Feedback					READ ONLY	
		Bit 10 - KV2 Feedback					READ ONLY	
		Bit 11 - Reserved					READ ONLY	
		Bit 12 - Max Conduction Select					READ ONLY	0 = Voltage, 1 = Current
		Bit 13 - Power Control Active					READ ONLY	
		Bit 14 - Loss of Line Sync					READ ONLY	
		Bit 15 - Reserved					READ ONLY	
30013	Discrete Logic		UINT16		65535	0	READ ONLY	
		Bit 0 - Hammer 1 Output					READ ONLY	0 = Off, 1 = On
		Bit 1 - Hammer 2 Output					READ ONLY	
		Bit 2 - Hammer 3 Output					READ ONLY	
		Bit 3 - Reserved					READ ONLY	

Lampiran 2 *Port Analog Input*



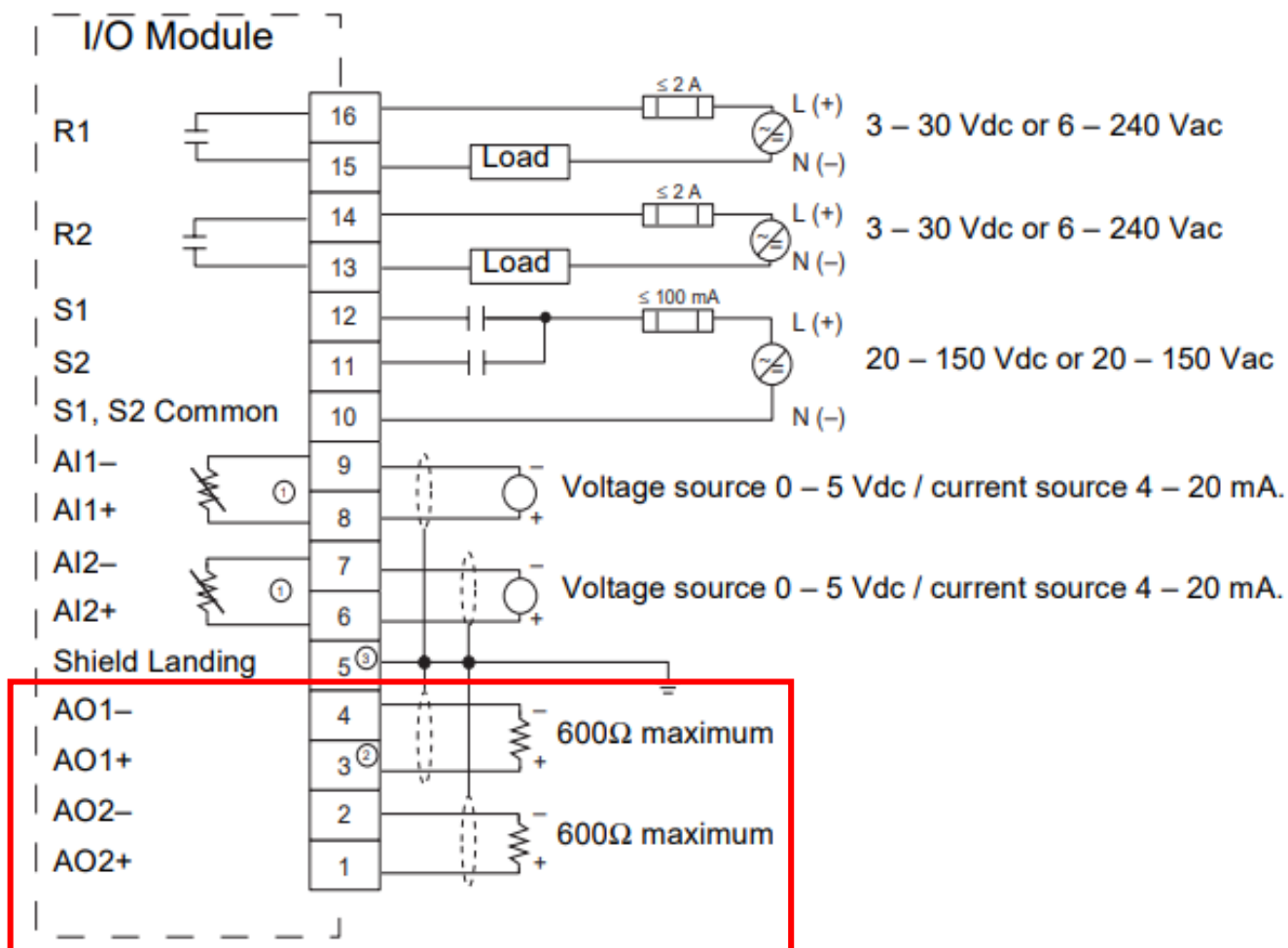
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Lampiran 3 PM82222 I/O Installation



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 4 *Dust* Melebihi Ambang Batas





Lampiran 5 kV Tertinggi

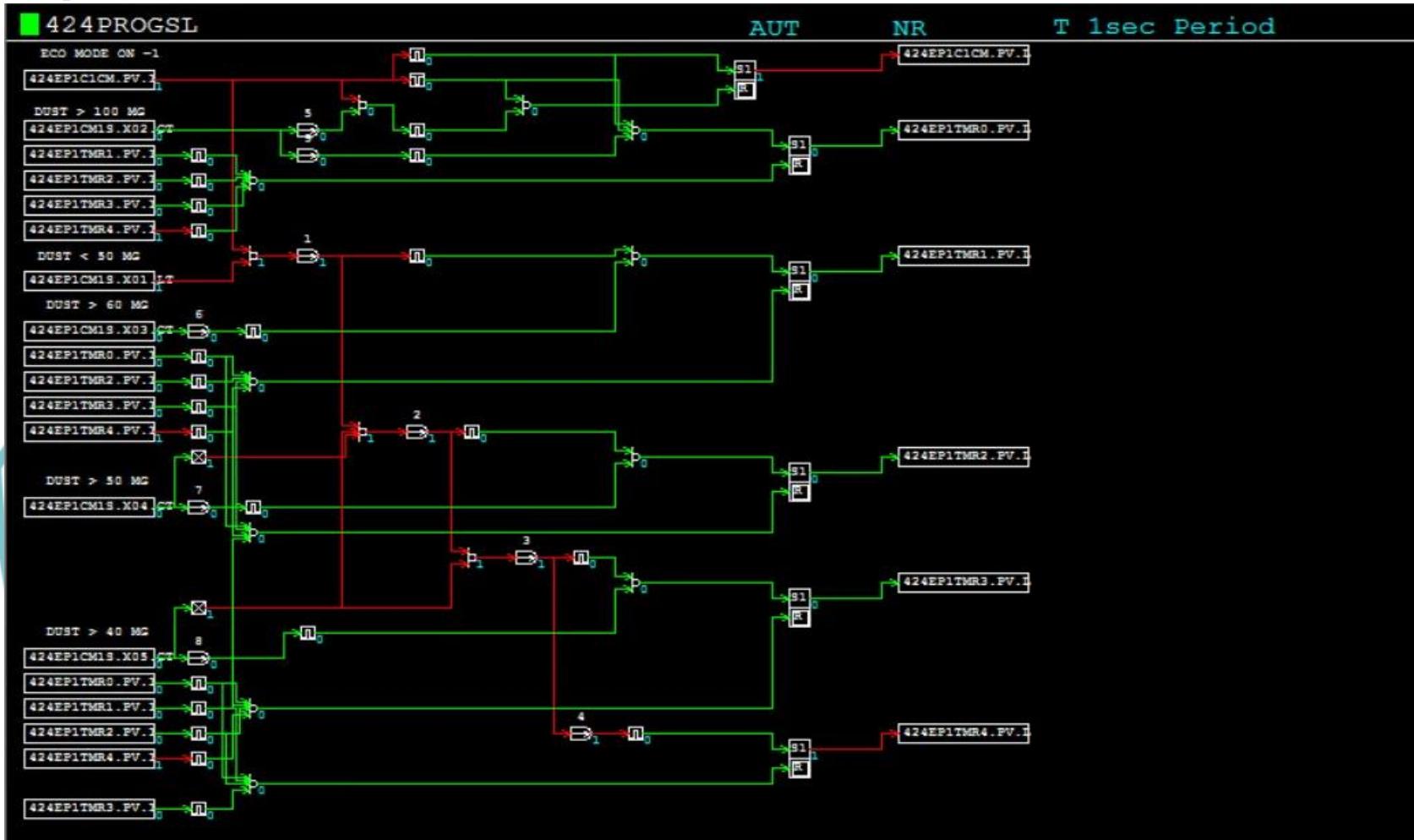
	Kiln EP F1B1 voltage		Kiln EP F1B2 voltage		Kiln EP F1B3 voltage		Kiln EP F1B4 voltage		Kiln EP F2B1 voltage		Kiln EP F2B2 voltage		Kiln EP F3B1 voltage		Kiln EP F3B2 voltage	
	kV	~	kV	~	kV	~	kV	~	kV	~	kV	~	kV	~	kV	~
01/01/2023 00.00	24,90		39,53		33,03		20,18		32,86		33,07		19,76		22,87	
01/01/2023 01.00	27,66		40,40		39,91		22,14		37,38		36,38		25,75		25,97	
01/01/2023 02.00	34,50		45,80		47,32		25,80		47,09		42,91		36,83		33,81	
01/01/2023 03.00	38,19		49,22		50,13		26,25		51,29		45,86		41,30		38,04	
01/01/2023 04.00	31,63		45,53		48,40		25,38		41,39		40,32		30,35		29,84	
01/01/2023 05.00	28,10		41,98		44,97		22,89		36,13		36,30		24,43		27,98	
01/01/2023 06.00	29,94		43,10		46,42		24,52		39,20		37,42		28,33		29,68	
01/01/2023 07.00	31,27		44,33		47,85		24,50		41,06		37,95		30,48		29,84	
01/01/2023 08.00	34,58		46,25		49,50		27,18		44,62		40,57		35,98		34,24	
01/01/2023 09.00	32,05		45,45		48,73		25,89		41,32		39,94		30,80		32,04	
01/01/2023 10.00	30,48		42,58		45,67		24,21		39,44		37,65		30,85		29,71	
01/01/2023 11.00	35,68		46,46		49,82		28,37		45,90		42,41		38,75		36,21	
01/01/2023 12.00	37,55		48,34		51,94		30,02		47,95		44,68		39,72		37,95	
01/01/2023 15.00	26,37		40,73		40,02		21,97		33,91		33,67		23,66		25,26	
01/01/2023 16.00	30,07		42,50		44,31		23,92		40,32		38,18		31,13		29,55	
01/01/2023 17.00	34,11		45,76		47,72		27,03		44,38		41,19		36,56		33,58	
01/01/2023 18.00	34,97		47,63		50,15		27,85		45,79		42,49		36,97		34,49	
01/01/2023 19.00	34,43		47,24		50,06		27,25		44,86		41,06		36,16		34,14	
01/01/2023 20.00	31,94		44,99		47,83		25,07		41,02		38,33		31,24		30,14	
01/01/2023 21.00	32,19		45,29		48,22		25,67		40,96		38,71		29,25		30,63	
01/01/2023 22.00	30,28		42,36		45,08		24,17		38,23		36,24		26,20		28,95	
01/01/2023 23.00	31,86		43,68		46,30		25,14		40,67		37,91		30,30		30,08	



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

Lampiran 6 Program Logic System Control Otomatis

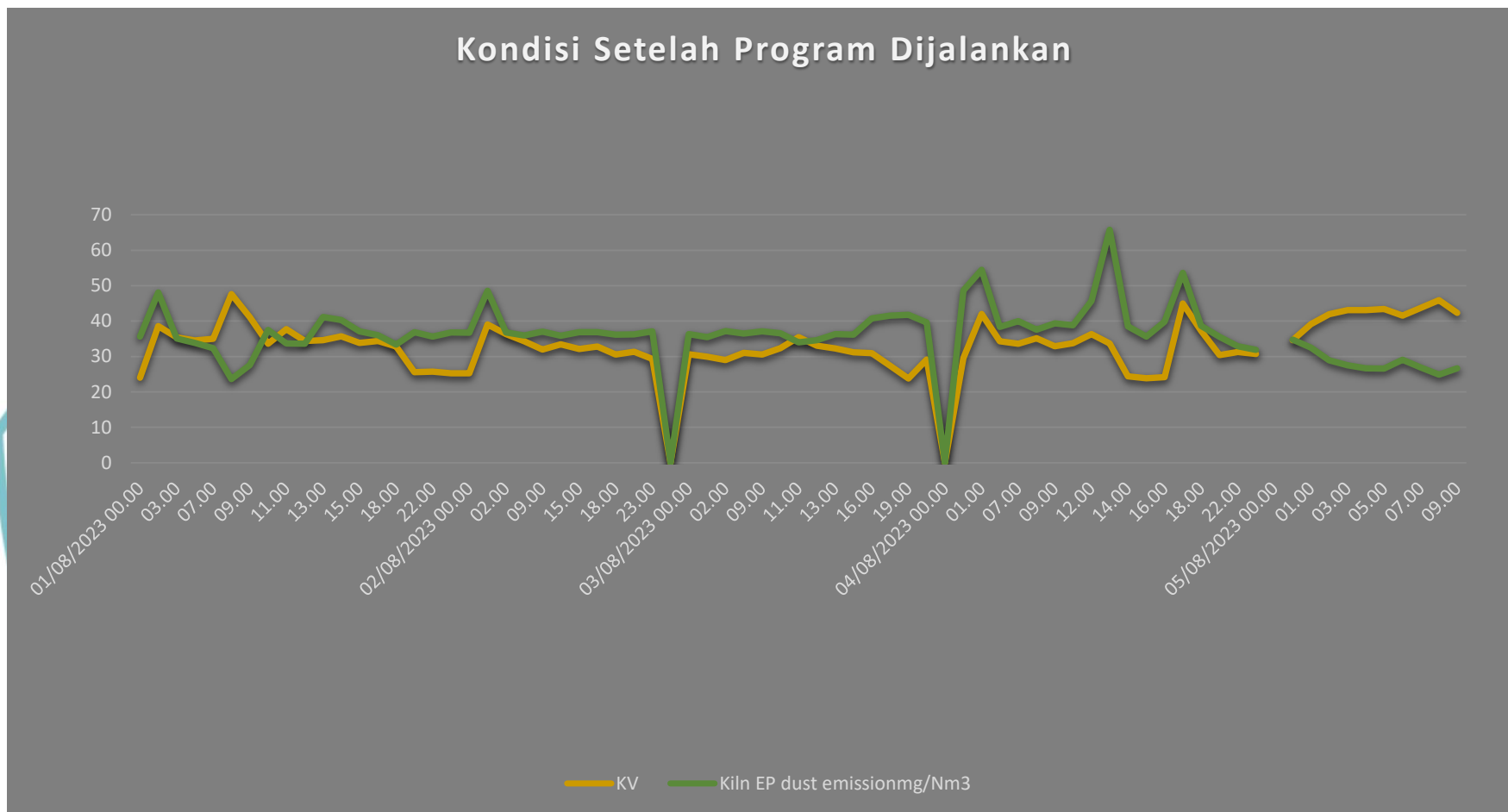




Hak Cipta :

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

Lampiran 7 Kondisi Setelah Program Dijalankan





Lampiran 8 Biaya Listrik Sebelum Modifikasi F1B2

Total Biaya listrik yang digunakan								
%	kV	mA	kW	1 Jam	24 jam	7 days	1 month	1 Year
100	60	837	50,22	Rp64.934	Rp1.558.427	Rp10.908.989	Rp46.752.811	Rp568.825.870
90	54	837	45,2	Rp58.444	Rp1.402.646	Rp9.818.525	Rp42.079.392	Rp511.965.936
80	48	837	40,18	Rp51.953	Rp1.246.866	Rp8.728.060	Rp37.405.973	Rp455.106.002
70	42	837	35,15	Rp45.449	Rp1.090.775	Rp7.635.424	Rp32.723.244	Rp398.132.802
60	36	837	30,13	Rp38.958	Rp934.994	Rp6.544.959	Rp28.049.825	Rp341.272.868



Lampiran 9 Biaya Listrik Sebelum Modifikasi F1B3

Total <u>biaya listrik</u> F1B3								
%	kV	mA	kW	1 Jam	24 jam	7 days	1 month	1 Year
100	60	765	45,9	Rp59.211	Rp1.421.064	Rp9.947.448	Rp42.631.920	Rp518.688.360
90	54	765	41,31	Rp53.290	Rp1.278.958	Rp8.952.703	Rp38.368.728	Rp466.819.524
80	48	765	36,72	Rp47.369	Rp1.136.851	Rp7.957.958	Rp34.105.536	Rp414.950.688
70	42	765	32,13	Rp41.448	Rp994.745	Rp6.963.214	Rp29.842.344	Rp363.081.852