© 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 PENGENDALIAN RESISTANSI PEMBUMIAN OTOMATIS DENGAN ELEKTRODA GROUNDING *GRID* PADA PLTS

TUGAS AKHIR

Gilang Maulana Iskandar
2003411009

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2024

© 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 PENGENDALIAN RESISTANSI PEMBUMIAN OTOMATIS DENGAN ELEKTRODA GROUNDING *GRID* PADA PLTS

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan

Gilang Maulana Iskandar
2003411009

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2024

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	**:**	**Gilang Maulana Iskandar**
NIM	**:**	**2003411009**
Tanda Tangan	**:**	
Tanggal	**:**	**23 Agustus 2024**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Skripsi diajukan oleh :

Nama	:Gilang Maulana Iskandar
NIM	:2003411009
Program Studi	:Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Skripsi	:Sistem Kontrol Pengendalian Resistansi Pembumian Otomatis Dengan Elektroda Grounding *Grid* Pada PLTS

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada Selasa, 30 Juli 2024 dan dinyatakan **LULUS.**

Pembimbing I : Dr. Isdawimah, S.T., M.T.,
196305051988112001

Pembimbing II : Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
199107132020122013

Depok, 16 Agustus 2024

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "SISTEM KONTROL PENGENDALIAN RESISTANSI PEMBUMIAN OTOMATIS DENGAN ELEKTRODA GROUNDING *GRID* PADA PLTS" dengan baik dan lancar.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, masukan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Isdawimah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi yang sangat berharga bagi penulis dalam penyusunan Skripsi ini. Segala bimbingan dan arahan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Ibu Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, serta masukan yang sangat berharga bagi penulis selama proses penyusunan Skripsi ini. Semua saran dan masukan yang diberikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
3. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro.
4. Keluarga tercinta, Ayahanda, Ibunda, dan saudara-saudara yang senantiasa memberikan do'a, motivasi, dukungan, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa mendatang.

© 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

ABSTRAK

Sistem pembumian pada PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sangat penting untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional. Namun, performa sistem pembumian sangat bergantung pada kelembaban tanah yang dapat mempengaruhi resistansi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol pengendalian resistansi pembumian otomatis dengan elektroda grounding *grid* pada PLTS. Sistem ini menggunakan mikrokontroler sebagai kontroler dan mengukur besar resistansinya dengan metode *3-pole-fall-of-potential*. Sistem pengendalian besar resistansi berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Namun, hasil pengukuran cenderung fluktuatif. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan juga bahwa penambahan zat aditif dan air dapat menurunkan resistansi tanah. Untuk penambahan zat aditif dapat menurunkan besar resistansi sekitar 75% dari kondisi awal pengujian. Sedangkan penambahan air dapat menurunkan besar resistansi sekitar 3% dan hasilnya tidak terlalu signifikan.

Kata Kunci : Sistem Pembumian, Resistansi Tanah, Kontrol Pengendalian

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

ABSTRACT

The earthing system of a solar power plant (PLTS) is essential to ensure operational safety and efficiency. However, the performance of the earthing system is highly dependent on soil moisture which can affect the ground resistance. This research aims to develop an automatic earthing resistance control system with grid grounding electrodes in solar power plants. The system uses a microcontroller as the controller and measures the resistance using the 3-pole-fall-of-potential method. The resistance control system functions as planned. However, the measurement results tend to fluctuate. The results also show that the addition of additives and water can reduce soil resistance. The addition of additives can reduce the resistance by about 75% from the initial test conditions. While the addition of water can reduce the resistance by about 3% and the results are not too significant.

Keywords: Earthing System, Soil Resistance, Ground Control

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 3
1.4 Luaran 3
BAB II 4
TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Literatur Review 4
2.2 Sistem Pembumian (*Grounding System*) 5
2.3 Jenis – Jenis Elektroda Pentanahan 6
2.4 Sistem Pembumian *Grid* 10
2.5 Tahanan Jenis Tanah 12
2.6 Perbaikan Pentanahan 12
2.7 Perbandingan Jenis Pembumian 13
2.8 Sistem Kontrol Tertutup 17
2.9 Mikrokontroler ESP 32 17
2.10 Software Arduino 19
2.11 Sensor Tegangan (Module ADS 1115) 19
2.12 Sensor Arus (Module INA 219) 20
2.13 OLED DISPLAY 21
2.14 Relay 22
2.15 Power Supply 23

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

2.16 Buck Converter 23
2.17 Debit Fluida 24
2.18 Solenoid Valve 25
BAB III 26
PERANCANGAN DAN REALISASI 26
3.1 Rancangan Alat 26
3.1.1 Pengukuran Tahanan Pembumian di Sekitar Lokasi 26
3.1.2 Deskripsi Alat 27
3.1.3 Cara Kerja Alat 29
3.1.4 Desain Alat 29
3.1.1 Spesifikasi Alat 33
3.1.2 'Diagram Blok 37
3.2 Realisasi Alat 38
3.2.1 Metode Penelitian 39
3.2.2 Prinsip Kerja Alat 40
3.2.3 Alat dan Bahan Penelitian 41
3.2.4 Pembuatan dan Penanaman Sistem Pembumian *Grid* 41
3.2.5 Menuangkan Bentonite, Air Garam, dan Arang Sekam Padi pada Sistem Pembumian 43
3.2.6 Pemasangan Sistem Instalasi Air dan Pengukuran Volume Air yang Dihasilkan 44
3.2.7 Skema Desain Kontrol 46
3.2.8 Pemrograman 49
BAB IV 52
PEMBAHASAN 52
4.1 Pengujian Sistem Pembumian *Grid* Dengan Penambahan Zat Aditif 52
4.1.1 Deskripsi Pengujian 52
4.1.2 Prosedur Pengujian 52
4.1.3 Data Hasil Pengujian 53
4.1.4 Analisis Data / Evaluasi 56
4.2 Perbandingan Besar Resistansi Antara Pengujian Awal Dengan Penambahan Zat Aditif 58
4.3 Pengujian Kesesuaian Dengan Deskripsi Kerja 59
4.3.1 Deskripsi Pengujian 59

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

4.3.2 Prosedur Pengujian 60
4.3.3 Data Hasil Pengujian 60
4.3.4 Analisis Data/ Evaluasi 62
4.4 Pengujian Pengaruh Penambahan Media Air 63
4.4.1 Deskripsi Pengujian 63
4.4.2 Prosedur Pengujian 63
4.4.3 Data Hasil Pengujian 64
4.4.4 Analisis Data/ Evaluasi 66
4.5 Perbandingan Besar Resistansi Antara Sebelum dan Sesudah Penambahan Air 70
BAB V 72
SIMPULAN DAN SARAN 72
5.1 Simpulan 72
5.2 Saran 72
DAFTAR PUSTAKA 74
LAMPIRAN 77

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Elektroda Batang 7
Gambar 2. 2 Elektroda Plat 8
Gambar 2. 3 Elektroda Pita 9
Gambar 2. 4 Grounding *Grid* 11
Gambar 2. 5 Struktur Montmorillonit 13
Gambar 2. 6 Sistem Kontrol Loop 17
Gambar 2. 7 Pin I/O ESP 32 19
Gambar 2. 8 Simplified Block Diagrams Module ADS 1115 Sumber :(Texas Instruments 2016) 20
Gambar 2. 9 Schematic Sensor INA 219 Sumber : (Products et al. 2011) 21
Gambar 2. 10 OLED DISPLAY 128 x 64 22
Gambar 2. 11 Relay 22
Gambar 2. 12 *Selenoid valve* 25
Gambar 2. 13 Power Supply 23
Gambar 2. 14 Buck converter 24
Gambar 3.1 Konfigurasi Pengukuran 28
Gambar 3.2 Design Pembumian Grid 30
Gambar 3.3 Design Bak Kontrol 30
Gambar 3. 4 Desain Sistem Arsitektural Kontrol 31
Gambar 3. 5 Base Plate Panel 32
Gambar 3. 6 Tampak Depan dan Tampak Samping Panel 32
Gambar 3. 7 Base Plate dan Pintu Panel 37
Gambar 3. 8 Alur Diagram Blok 37
Gambar 3. 9 Diagram Blok Panel Kontrol 38
Gambar 3.10 Flowchart Alat 40
Gambar 3. 11 Pembuatan Sistem Pembumian 42
Gambar 3. 12 Proses Penanaman Grounding Pertama Kali 42
Gambar 3. 13 Penambahan Zat Aditif pada Sistem Pembumian 43
Gambar 3. 14 Pemasangan Sistem Instalasi Air 44
Gambar 3. 15 Pengukuran Kecepatan Aliran Menggunakan Flow Meter 45
Gambar 3. 16 Top dan Down Layer PCB 47
Gambar 3. 17 Wiring Panel Kontrol 48
Gambar 3. 18 Wiring Kontrol Beban 49
Gambar 3. 19 Program Sistem Pengendalian Besar Resistansi 51
Gambar 4. 1 Sudut Yang Digunakan Selama Pengujian 53
Gambar 4. 2 Pengaruh Penambahan Zat Aditif 56
Gambar 4. 3 Perbandingan Pengujian Awal Dengan Setelah Penambahan Zat Aditif 58
Gambar 4. 4 Sudut Yang Digunakan Selama Percobaan 64
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Penambahan Air Pada Pengujian Ke-1 65
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh Penambahan Air Pada Pengujian Ke-2 65
Gambar 4. 7 Grafik Pengaruh Penambahan Air Pada Pengujian Ke-3 66
Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh Penambahan Air Pada Pengujian Ke-4 66

Gambar 4. 9 Diagram Balok Sebelum Dengan Setelah Penambahan Air Dengan Earth tester 70
Gambar 4. 10 Diagram Balok Sebelum Dengan Setelah Penambahan Air Dengan Sistem 71

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Tahanan Jenis Tanah 12
Tabel 2. 2 Spesifikasi ESP 32 18
Tabel 3.1 Pengukuran Pembumian Pada Area Taman 26
Tabel 3. 2 Pengukuran Pembumian Pada Samping Bengkel Elektronika Industri 27
Tabel 3. 3 Keterangan Alat Pada Panel 33
Tabel 3. 4 Spesifikasi Alat 33
Tabel 3. 5 Koneksi Node MCU ESP 32 dan module INA 219 46
Tabel 3. 6 Koneksi Node MCU ESP 32 dan module ADS1115 46
Tabel 3. 7 Koneksi Node MCU ESP 32 dan module OLED display 46
Tabel 3. 8 Koneksi Node MCU ESP 32 dan module relay 46
Tabel 4. 1 Pengujian Ke-1 : Grounding Grid Dimasukkan Ke Dalam Galian Begitu Saja 53
Tabel 4. 2 Pengujian Ke-2 :Dimasukkan Semen Bentonite 25 Kg Dengan 3 Kg Larutan Garam 54
Tabel 4. 3 Pengujian Ke-3 : Dimasukkan Semen Bentonite 25 Kg Dengan 10 Kg Larutan Garam 54
Tabel 4. 4 Pengujian Ke-4 : Ditambahkan Semen Bentonite 25 Kg Dengan 5 Kg Larutan Garam 54
Tabel 4. 5 Pengujian Ke-5 : Ditambahkan Semen Bentonite 25 Kg, Dengan 5 Kg Larutan Garam 55
Tabel 4. 6 Pengujian Ke-6 : Galian Ditutup Setengahnya Dan Ditambahkan 10 Kg Larutan Garam 55
Tabel 4. 7 Pengujian Ke-7 : Ditambahkan Dengan Arang Sekam Padi Sebanyak 50 Kg 55
Tabel 4. 8 Pengujian Ke-8 : Galian Ditutup Sepenuhnya 55
Tabel 4. 9 Data Pengujian Pengendalian Relay Manual Berdasarkan Push Button 60
Tabel 4. 10 Data Pengujian Pengendalian Relay Otomatis Berdasarkan Nilai Set Point 61

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selain bermanfaat, listrik juga dapat membahayakan. Maka, untuk lebih menjamin keselamatan umum, keselamatan kerja, keamanan instalasi, dan kelestarian fungsi lingkungan dalam penyediaan tenaga listrik dan pemanfaatan tenaga listrik, instalasi tenaga listrik harus menggunakan peralatan dan perlengkapan listrik yang memenuhi standar peralatan di bidang ketenagalistrikan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2009 Tentang Ketenagalistrikan, 2009). Salah satu upaya dalam menjamin keselamatan listrik adalah dengan pemasangan pembumian proteksi dengan besar resistansi tidak boleh lebih dari 5 Ω (Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011). Sistem pembumian proteksi atau biasa disebut *grounding* adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan antara sistem, peralatan dan instalasi dengan bumi (*ground*). Sehingga dengan dipasangnya *grounding* dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan instalasi peralatan dari bahaya tegangan atau arus yang abnormal. Oleh karena itu sistem pembumian proteksi menjadi bagian penting dari sistem tenaga listrik (Ardian Burhandono and Sinaga 2022).

Pada instalasi PLTS memerlukan *grounding* untuk keamanan operator dan komponen yang lain. Untuk memberikan keamanan yang memadai dan untuk menghindari kegagalan pada sistem PV sel surya, dipasang proteksi *ground fault* (Pillai et al., 2018). Pada Lapangan Bengkel Jurusan Teknik Elektro terdapat PLTS yang memerlukan sistem pembumian dengan tujuan untuk mengamankan komponen- komponen peralatan. Tipe pembumian yang digunakan yaitu tipe *grid* karena efektif dalam menurunkan besarnya resistansi dibandingkan tipe pembumian lainnya dan cocok pada jenis tanah berbatu (Diamanis, Tumaliang, and Lisi 2018). Hasilnya diharapkan mampu mengendalikan resistansi pembumiannya sesuai yang dipersyaratkan dalam Persyaratan Umum PUIL.

Sistem pembumian (seperti *rod*, *mesh*, dan *grid*) sangat berpengaruh dalam menurunkan besarnya resistansi. Akan tetapi, performa sistem pembumian jenis

© 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

apapun sangat bergantung pada kelembaban. Hal itu disebabkan karena kelembaban mempengaruhi tahanan jenis tanah ,dimana perubahan dari sedikitnya jumlah air didalam tanah akan mempengaruhi besarnya tahanan jenis tanah (Kusuma 2016). Secara tidak langsung, performa sistem pembumian juga dipengaruhi oleh musim. Ketika musim penghujan resistansinya akan terpenuhi, akan tetapi ketika musim kemarau umumnya resistansinya akan naik. Maka dari itu, perlu adanya sistem pengendalian agar besar resistansi tetap sesuai dengan pedoman PUIL 2011. (Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011)

Penelitian sebelumnya yang dilakukan pada Kevin Sambeka dan kawan – kawan mengenai tahanan pembumian menggunakan *Earth tester* Arduino belum memiliki kontrol tahanan tanah. (Sambeka, Mangindaan, and Silimang 2022) Sementara, penelitian oleh Wahyu Suganda dan kawan – kawan memperbaiki dengan pengendalian tahanan menggunakan sensor ultrasonik dan SMS notifikasi. (Wahyu Suganda, haerul Pathoni, and Samratul Fuady 2022) Achmad Subardjo dan kawan- kawan menggunakan LabVIEW dan injeksi air sumur untuk mengendalikan tahanan. Rekomendasinya adalah penggunaan mikrokontroller untuk kontrol dan akuisisi data sebagai alternatif kontroller. (Soebardjo 2022)

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mengambil judul Sistem Kontrol Pengendalian Resistansi Pembumian Otomatis dengan Elektroda Grounding *Grid* pada PLTS.

Sistem pembumian yang dikembangkan akan diukur besar resistansinya dengan metode *3-pole-fall-of-potential* menggunakan mikrokontroler sebagai kontroler dan dikendalikan dengan cara menyuntikkan air secara otomatis ke dalam sistem yang terpasang ketika besaran resistansinya naik di atas ambang batas yang diizinkan. Sistem pengendalian pembumian ini menggunakan variabel kelembaban tanah sebagai variabel yang dikendalikan karena kelembaban tanah akan berpengaruh dalam *soil resistivity* yang menentukan besaran tahanan pembumian. Selain itu, sistem pengendalian pembumian ini menggunakan menggunakan media air untuk variabel yang dikendalikan.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan pada skripsi ini adalah:

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

1) Bagaimana pengaruh penambahan zat aditif terhadap besaran resistansi dengan grounding *grid* pada PLTS?
2) Bagimana efektivitas kontrol pengendalian resistansi pembumian otomatis dengan elektroda grounding *grid* Pada PLTS?
3) Bagaimana *algortihm* kontrol sistem pengendalian resistansi pembumian otomatis dengan elektroda grounding *grid* pada PLTS?
4) Bagaimana pengaruh penambahan variabel air terhadap besaran resistansi dengan grounding *grid* pada PLTS?

1.3 Tujuan

Tujuan pada skripsi ini adalah:

1) Dapat menganalisis pengaruh penambahan zat aditif terhadap besaran resistansi dengan grounding *grid* pada PLTS.
2) Dapat menganalisa efektivitas kontrol pengendalian resistansi pembumian otomatis dengan elektroda grounding *grid* Pada PLTS
3) Dapat membuat *algortihm* kontrol sistem pengendalian resistansi pembumian otomatis dengan elektroda grounding *grid* pada PLTS.
4) Dapat menganalisis pengaruh penambahan variabel air terhadap besaran resistansi dengan grounding *grid* pada PLTS.

1.4 Luaran

Luaran dari skripsi ini adalah:

1) Alat pengendalian resistansi pembumian otomatis dengan elektroda grounding *grid* pada PLTS.
2) Sebagai bahan referensi para mahasiswa teknik elektro dalam penelitian ataupun kajian lain yang masih berhubungan.
3) Laporan akhir berupa skripsi.
4) Artikel ilmiah mengenai pengendalian resistansi pembumian otomatis dengan elektroda grounding *grid* pada PLTS.
5) Hak Cipta pemrograman komputer sistem pengendalian resistansi pembumian otomatis dengan elektroda pembumian tipe *grid* pada PLTS.

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

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Didasarkan pada data hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, maka didapat simpulan sebagai berikut:

a. Jika dibandingkan dengan pengujian awal dan setelah penambahan zat aditif pada sistem pembumian *grid* menunjukkan bahwa zat aditif sangat efektif dalam menurunkan besar resistansi, dengan penurunan sekitar 75% dari kondisi awal yaitu menjadi sebesar 5.47 Ω pada sudut 30° dan 5.52 Ω pada sudut 90°.
b. Secara keseluruhan, penambahan air dapat menurunkan resistansi tanah, meskipun hasilnya tidak terlalu signifikan dan dapat bervariasi tergantung pada kondisi awal resistansi dan kelembaban tanah dengan rata- rata penurunan 2,81% menggunakan *earth tester* dan 8,61% menggunakan sistem.
c. Alat sistem pengendalian besar resistansi berfungsi sesuai dengan yang direncanakan, yaitu dapat mengukur hasil resistansi dan dapat menghidupkan solenoid valve secara manual dan automatis berdasarkan *set point*. Walaupun hasil pengukuran sistem cukup baik, akan tetapi hasil pengukuran cenderung fluktuatif dikarenakan hasil penurunan besar resistansi tidak terlalu signifikan ketika dikendalikan. Sehingga, pada kondisi tertentu tidak terlihat jelas apakah besar resistansi naik atau turun.
d. Hasil pengujian sistem pembumian ketika ditambah dengan injeksi air tanah memiliki kualitas baik , dengan nilai resistansi < 5 Ω. Akan tetapi pada 22 Juli 2024 nilai resistansinya naik kembali menjadi > 5 Ω.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis menyarankan untuk :

a. Untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan standar, disarankan melakukan variasi jumlah dan jenis bahan aditif yang digunakan ketika penambahan zat aditif dan optimalkan perancangan tipe pembumian.

b. Untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan standar, disarankan menggunakan variabel pengendalian selain air sumur, seperti larutan garam untuk mengendalikan besaran resistansi.
c. Untuk meningkatkan performa hasil pengukuran alat, disarankan menggunakan sensor arus dan tegangan yang memiliki tingkat akurasi yang sangat baik agar mendapatkan hasil yang optimal.
d. Untuk mengetahui tingkat kelembaban pada tanah, disarankan untuk menggunakan sensor kelembaban tanah dikarenakan pada alat yang terpasang belum ada sensor kelembaban tanah.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR PUSTAKA

Andini, Devy, Yul Martin, and Herri Gusmedi. 2016. "Perbaikan Tahanan Pentanahan Dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi." *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro* 10(1): 44–53.

Ardian Burhandono, and Nazaruddin Sinaga. 2022. "Menjaga Keandalan Sistem PLTS Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)." *Jurnal Teknik Industri* 12(1): 30–39. doi:10.25105/jti.v12i1.13958.

Ardiliansyah, A R, and M D Puspitasari. 2021. "Rancang Bangun Prototipe Pompa Otomatis Dengan Fitur Monitoring Berbasis IoT Menggunakan Sensor Flow Meter Dan Ultrasonik." *Explore IT!: Jurnal ...* 5(36): 59–67.

Arum Kusuma Wardhany, Anicentus Damar Aji , Muhammad Reyhan Maydioputra, Adi Irawan, Yudi Utomo Putra. 2023. "Optimasi Sistem Pembumian Dengan Penerapan Politeknik Negeri Jakarta." 23(2): 123–36.

Diamanis, Rizaldy, Hans Tumaliang, and Fielman Lisi. 2018. "Analisa Jarak Paralel Antara Konduktor Sistem Grounding Grid PLTP Lahendong Unit 5 Dan 6." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 7(3): 239–50.

Elmawati Falabiba, Ninla. 2019. "Instalasi Dan Evaluasi Sistem Pembumian." *Instalasi Pembumian*.

Fathony, Achmad Fiqih. 2023. "Rancang Bangun Prototype ESP Untuk Pengendapan Debu Limbah Industri Dengan Menggunakan Transformator Flyback." *Sains Data Jurnal Studi Matematika dan Teknologi* 1(1): 21–38. doi:10.52620/sainsdata.v1i1.6.

Hakim, Teten Dian, Ahmad Rizqi, Nur Ashshidiq, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, and Sensor Ultrasonik. 2024. "RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI KETINGGIAN LEVEL AIR PADA GROUNDTANK BERBASIS ESP32." 12(1): 69–79.

Indonesia, Republik. 2009. 45 *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 30 TAHUN 2009 TENTANG KETENAGALISTRIKAN*.

© 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

Kusuma, Dytchia Septi. 2016. "Analisa Perbedaan Tahanan Tanah Di Musim Hujan Dan Kemarau Pada Pentanahan Jaringan Tegangan Rendah Di Daerah Bukittinggi." *MENARA Ilmu* X(73): 179–80.

Oleh, Disusun, and Kevin Sambeka. 2021. "PERANCANGAN PENGUKUR TAHANAN PEMBUMIAN." (15021103058).

Persyaratan Umum Instalasi Listrik. 2011. "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)." *DirJen Ketenagalistrikan* 2011(PUIL): 1–133.

Prasetya, Ardi DwI, Haryanto Haryanto, and Kunto Aji Wibisono. 2020. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pendeteksi Lokasi Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Berbasis IoT." *Elektrika* 12(1): 39. doi:10.26623/elektrika.v12i1.2338.

Products, Related, Telecom Equipment, Notebook Computers, Power Management, Battery Chargers, Welding Equipment, Power Supplies, and Test Equipment. 2011. "CURRENT / POWER MONITOR with I 2 C ™ Interface." (September). http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf.

Putranto, Juni, Naili Saidatin, Hasan Syafik Maulana, and Desmas Arifianto Patriawan. 2023. "Analisis Ekperimental Sistem Kontrol Otomatis Pada Pengisian Air Berbasis Rangkaian Close Loop Dan Open Loop." *Senastitan Iii* 2(2)(Senastitan Iii): 1–6.

Rafli, Muhammad Aulia. 2022. "Rancang Bangun Sistem Pembumian Tipe Mesh Tugas Akhir."

Sambeka, Kevin, Glanny Mangindaan, and Sartje Silimang. 2022. "Pengukur Tahanan Pembumian Dengan Media Penyimpanan Database." *Universitas Sam Ratulangi Manado*.

Soebardjo, Achmad. 2022. "SISTEM MONITOR DAN PENGENDALIAN RESISTANSI PEMBUMIAN TIPE MESH GARDU PORTAL TEGANGAN MENENGAH."

Texas Instruments. 2016. "Ads 1115."

Vishay. 2017. “Vishay 128 x 64 Graphic OLED ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS STANDARD VALUE STANDARD VALUE UNIT OPTIONS OLED-128O064D-BPP3N00000 INTERFACE PIN FUNCTION.” : 1–25.

Wahyu Suganda, haerul Pathoni, and Samratul Fuady. 2022. “Sistem Pemantuaan Dan Pengendalian Nilai Tahanan Tanah Berbasis Mikrokontroller Arduino.” *teknik Elektro* 4(1): 1–7.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

Gilang Maulana Iskandar lahir di Jakarta, 22 Juli 2001. Lulus dari SD Negeri 11 Srengsengsawah pada tahun 2014, SMP Negeri 211 Jakarta pada tahun 2017, SMA Negeri 38 Jakarta pada tahun 2020. Sampai saat skripsi ini dibuat, penulis merupakan mahasiswa aktif di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Politeknik Negeri Jakarta.

Lampiran 2. Foto Alat

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 3. Program Keseluruhan

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_ADS1X15.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <NTPClient.h>


#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 32 // OLED display height, in pixels
#define OLED_RESET -1    // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino
reset pin)
#define SCREEN_ADDRESS 0x3C ///< See datasheet for Address; 0x3D
for 128x64, 0x3C for 128x32

const char* ssid = "Enertel123";
const char* password = "P@ssw0rd";
const char* serverName =
"https://script.google.com/macros/s/AKfycby2ZOKH2ZecyQZiA9z8O3YWJP
078GIyEI6moVzP6mo5_Mk4xCFL8kSvl8cZHFi4Bh829w/exec"; // Ganti
dengan URL Google Script Anda

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);
Adafruit_INA219 ina219;
Adafruit_ADS1115 ads;

#define POSITION_1 25
#define POSITION_2 26
#define RELAY_1 14
#define RELAY_2 13
#define buttonPin 33

int switch_position_1;
int switch_position_2;
int relay1State = LOW;      // State of relay 1 in manual mode
int lastButtonState;        // Previous state of the button
int currentButtonState;     // Current state of the button

WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org", 7 * 3600, 60000); //
Adjust the time offset and update interval as needed
int ntpHours = 0;
int ntpMinutes = 0;

// Deklarasi variabel
// Variabel INA219
float shuntvoltage = 0;
float busvoltage = 0;
float loadvoltage = 0;
float power_mW = 0;
float energy = 0;

// Variabel Resistance
float resistance = 0.0;
```

© 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

```
float tegangan = 0.0 ;
float current_mA = 0.0;

int relay_state;

void setup(void) {
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial) {
    // will pause Zero, Leonardo, etc until serial console opens
    delay(1);
  }

  WiFi.begin(ssid, password);
  unsigned long startAttemptTime = millis();
  const unsigned long timeout = 10000; // 10 seconds timeout for
WiFi connection

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && millis() -
startAttemptTime < timeout) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    Serial.println("WiFi connected");
    timeClient.begin(); // Initialize the NTP client
  } else {
    Serial.println("Failed to connect to WiFi. Running offline.");
  }

  Serial.println("Hello!");
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
  display.clearDisplay();

  // Initialize the INA219
  if (!ina219.begin()) {
    Serial.println("Failed to find INA219 chip");
    while (1) {
      delay(10);
    }
  }
  Serial.println("Measuring voltage and current with INA219 ...");

  // Initialize the ADS1115
  if (!ads.begin()) {
    Serial.println("Failed to find ADS1115 chip");
    while (1);
  }

  pinMode(POSITION_1, INPUT_PULLUP); // Menggunakan internal pull-
up resistor
  pinMode(POSITION_2, INPUT_PULLUP); // Menggunakan internal pull-
up resistor
  pinMode(RELAY_1, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_2, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);

  // Inisialisasi state awal
  currentButtonState = digitalRead(buttonPin);
```

© 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

```
  digitalWrite(RELAY_1, LOW);
  digitalWrite(RELAY_2, LOW);

  // Membuat task-task untuk berjalan secara paralel
  xTaskCreatePinnedToCore(readResistanceTask,
"ReadResistanceTask", 4096, NULL, 1, NULL, 0);
  xTaskCreatePinnedToCore(displayDataTask, "DisplayDataTask",
4096, NULL, 1, NULL, 0);
  xTaskCreatePinnedToCore(sendDataToGoogleSheetsTask,
"SendDataToGoogleSheetsTask", 4096, NULL, 1, NULL, 1);
  xTaskCreatePinnedToCore(ntpUpdateTask, "NTPUpdateTask", 4096,
NULL, 1, NULL, 0);
}

void loop() {
  // Tidak ada yang perlu dilakukan di loop() karena semua
berjalan dalam task
  readswitch();
}

void readResistanceTask(void * parameter) {
  while (true) {
    BacaResistansiPembumian();
    unsigned long currentMillis = millis();
    controlRelays(currentMillis);
    printSerialData();
    vTaskDelay(4000 / portTICK_PERIOD_MS); // Delay 4 detik
  }
}

void displayDataTask(void * parameter) {
  while (true) {
    displaydata();
    vTaskDelay(4000 / portTICK_PERIOD_MS); // Update display
setiap 4 detik
  }
}


void sendDataToGoogleSheetsTask(void * parameter) {
  while (true) {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
      int relay2State = digitalRead(RELAY_2);
      sendDataToGoogleSheets(tegangan, current_mA, resistance,
relay1State, relay2State);
    } else {
      Serial.println("WiFi not connected. Data not sent.");
    }
    vTaskDelay(30000 / portTICK_PERIOD_MS); // kirim data setiap
30 detik
  }
}

void ntpUpdateTask(void * parameter) {
  while (true) {
    timeClient.update();
    String formattedTime = timeClient.getFormattedTime();
    ntpHours = timeClient.getHours();
    ntpMinutes = timeClient.getMinutes();
```

```
    vTaskDelay(1000 / portTICK_PERIOD_MS);
  }
}


void BacaResistansiPembumian() {
  // Mengatur penguatan ke 16x (±0.256V)
  ads.setGain(GAIN_SIXTEEN);

  float totalVoltage = 0;
  int numReadings = 40;
  int16_t readings[numReadings];
  int16_t mostFrequentADC = 0;
  int maxFrequency = 0;

  // Membaca nilai ADC dan menyimpannya dalam array
  for (int i = 0; i < numReadings; i++) {
    readings[i] = ads.readADC_SingleEnded(0);

    // Menghitung tegangan berdasarkan penguatan dan resolusi 16-
bit
    float voltage = readings[i] * 0.0078125 / 1000; // ±0.256V /
32768

    // Menambahkan tegangan ke total
    totalVoltage += voltage;

    delay(40); // Tunggu 40 milidetik sebelum pembacaan berikutnya
  }

  // Menghitung frekuensi kemunculan nilai ADC
  for (int i = 0; i < numReadings; i++) {
    int count = 0;
    for (int j = 0; j < numReadings; j++) {
      if (readings[j] == readings[i]) {
        count++;
      }
    }
    if (count > maxFrequency) {
      maxFrequency = count;
      mostFrequentADC = readings[i];
    }
  }

    // Menghitung rata-rata tegangan
  float averageVoltage = totalVoltage / numReadings;

  // Menghitung tegangan untuk nilai ADC yang paling sering muncul
  float mostFrequentVoltage = mostFrequentADC * 0.0078125 / 1000;

  tegangan = mostFrequentVoltage - 0.04;
  tegangan = averageVoltage - 0.04;
  tegangan = abs(tegangan);

  shuntvoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();
  busvoltage = ina219.getBusVoltage_V();
  current_mA = ina219.getCurrent_mA();
  power_mW = ina219.getPower_mW();
  loadvoltage = busvoltage + (shuntvoltage / 1000);
```

© 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

```
  energy = energy + loadvoltage * current_mA / 3600;

  resistance = tegangan / (current_mA * 0.001);

}

void displaydata() {
  display.clearDisplay();
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setTextSize(1);
  display.setCursor(20, 0);
  display.println("TIME");
  display.setCursor(60, 0);
  display.println("(");
  display.setCursor(70, 0);
  display.println(ntpHours);
  display.setCursor(80, 0);
  display.println(":");
  display.setCursor(90, 0);
  display.println(ntpMinutes);
  display.setCursor(110, 0);
  display.println(")");
  display.println("--------------------");
  display.setCursor(0, 6);
  display.setCursor(0, 13);
  display.println(tegangan, 3);
  display.setCursor(31, 13);
  display.println("V");
  display.setCursor(62, 13);
  display.setCursor(75, 13);
  display.println(current_mA, 3);
  display.setCursor(110, 13);
  display.println("mA");
  display.println("--------------------");
  display.setCursor(40, 25);
  display.println(resistance, 3);
  display.setCursor(90, 25);
  display.println("Ohm");
  display.display();
  delay(2000);
  display.clearDisplay();
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setTextSize(1);
  display.setCursor(20, 0);
  display.println("TIME");
  display.setCursor(60, 0);
  display.println("(");
  display.setCursor(70, 0);
  display.println(ntpHours);
  display.setCursor(80, 0);
  display.println(":");
  display.setCursor(90, 0);
  display.println(ntpMinutes);
  display.setCursor(110, 0);
  display.println(")");
  display.println("--------------------");
  display.setCursor(0, 6);
  display.setCursor(0, 13);
  display.print("Relay 1: ");
```

© 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

```
  display.print(relay1State ? "ON" : "OFF");
  display.setCursor(0, 25);
  display.print("Relay 2: ");
  display.print(digitalRead(RELAY_2) ? "ON" : "OFF");

  display.display();
}

void readswitch() {
  // Membaca input dari selector switch
  switch_position_1 = digitalRead(POSITION_1);
  switch_position_2 = digitalRead(POSITION_2);
}

void controlRelays(unsigned long currentMillis) {
  if (switch_position_1 == LOW && switch_position_2 == HIGH) {
    // Mode Manual 1
    // Mematikan relay 2
    digitalWrite(RELAY_2, LOW);

    // Membaca state tombol
    lastButtonState = currentButtonState;
    currentButtonState = digitalRead(buttonPin);

    if (lastButtonState == HIGH && currentButtonState == LOW) {
      // Toggle state of relay 1
      relay1State = !relay1State;
      digitalWrite(RELAY_1, relay1State);
    }

  } else if (switch_position_2 == LOW && switch_position_1 ==
HIGH) {
    digitalWrite(RELAY_1, LOW);

    // Jika resistansi lebih besar dari 5.25 , nyalakan relay 2
selama 3 menit
    if (resistance > 5.25 && digitalRead(RELAY_2) == LOW) {
      digitalWrite(RELAY_2, HIGH);
      delay(180000);
      //Relay dimatikan selama 20 menit
      digitalWrite(RELAY_2, LOW);
      delay(1200000);
      Serial.println("Relay 2 dinyalakan karena resistansi >
5.25");
    } else if (resistance <= 5.25 ) {
      digitalWrite(RELAY_2, LOW);
      Serial.println("Relay 2 dimatikan karena resistansi <=
5.25");
    }

  } else {
    digitalWrite(RELAY_1, LOW);
    digitalWrite(RELAY_2, LOW);
  }
}

void printSerialData() {
  Serial.print("Voltage:       ");
  Serial.print(tegangan, 3);
```

© 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

```
  Serial.println(" V");
  Serial.print("Current:       ");
  Serial.print(current_mA, 3);
  Serial.println(" mA");
  Serial.print("Resistance:    ");
  Serial.print(resistance, 3);
  Serial.println(" Ohm");
  Serial.print("Relay 1:       ");
  Serial.println(relay1State ? "ON" : "OFF");
  Serial.print("Relay 2:       ");
  Serial.println(digitalRead(RELAY_2) ? "ON" : "OFF");

  Serial.println("");
}

// Fungsi untuk mengirim data ke Google Sheets
void sendDataToGoogleSheets(float in_voltage, float current_mA,
float resistance, int relay1State, int relay2State) {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    HTTPClient http;
    String url = String(serverName) + "?action=postData";
    http.begin(url);  // Ensure the URL is correct for POST

    http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-
urlencoded");

    String httpRequestData = "in_voltage=" + String(in_voltage) +
"&current_mA=" + String(current_mA) + "&resistance=" +
String(resistance) + "&relay1_state=" + String(relay1State) +
"&relay2_state=" + String(relay2State);

    int httpResponseCode = http.POST(httpRequestData);

    if (httpResponseCode > 0) {
      String response = http.getString();  // Get the response
from the server
      Serial.println(httpResponseCode);   // Print HTTP response
code
      Serial.println(response);           // Print server
response
    } else {
      Serial.print("Error on sending POST: ");
      Serial.println(httpResponseCode);
    }

    http.end();
  } else {
    Serial.println("Error in WiFi connection");
  }
}

void getRelayState() {
  HTTPClient http;
  String url = String(serverName) + "?action=getRelayState";
  Serial.println("Reading relay state from Google Script...");

  http.begin(url);
  http.setFollowRedirects(HTTPC_STRICT_FOLLOW_REDIRECTS);
```

© 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

```
  int httpCode = http.GET();
  Serial.print("HTTP Status Code: ");
  Serial.println(httpCode);

  if (httpCode > 0) {
    String payload = http.getString();
    Serial.println("Payload: " + payload);

    relay_state = payload.toInt();  // Convert payload to integer
    Serial.print("Relay State: ");
    Serial.println(relay_state);
  } else {
    Serial.println("Error on HTTP request");
  }

  http.end();
}

void ChangeRelayState() {
  HTTPClient http;
  String url = String(serverName) + "?action=toggleRelayState";
  Serial.println("Change relay state to Google Script...");

  http.begin(url);
  //http.setFollowRedirects(HTTPC_STRICT_FOLLOW_REDIRECTS);

  int httpCode = http.GET();
  Serial.print("HTTP Status Code: ");
  Serial.println(httpCode);

  http.end();
  getRelayState();
```

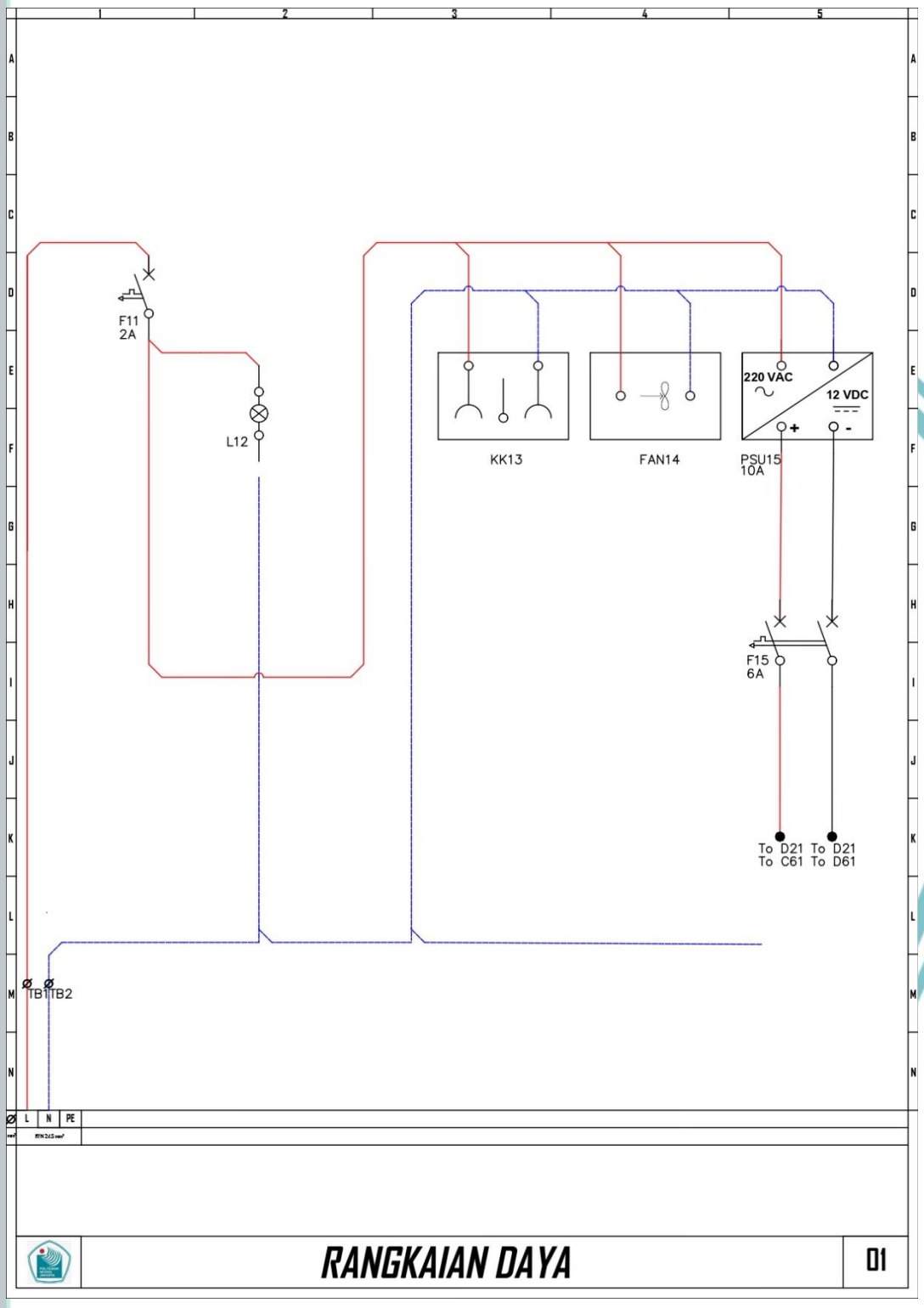
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

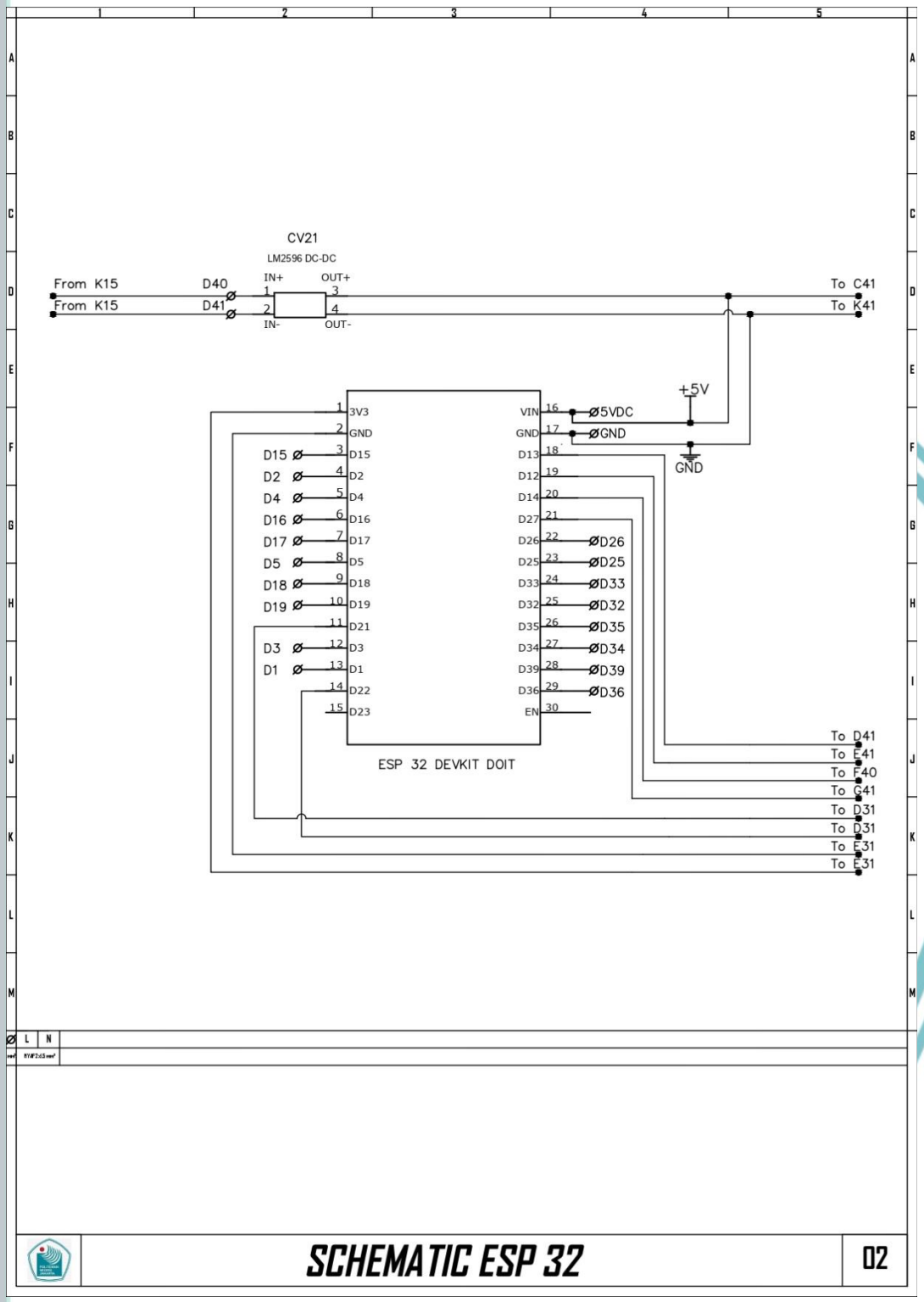
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 4. Gambar Perancangan





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

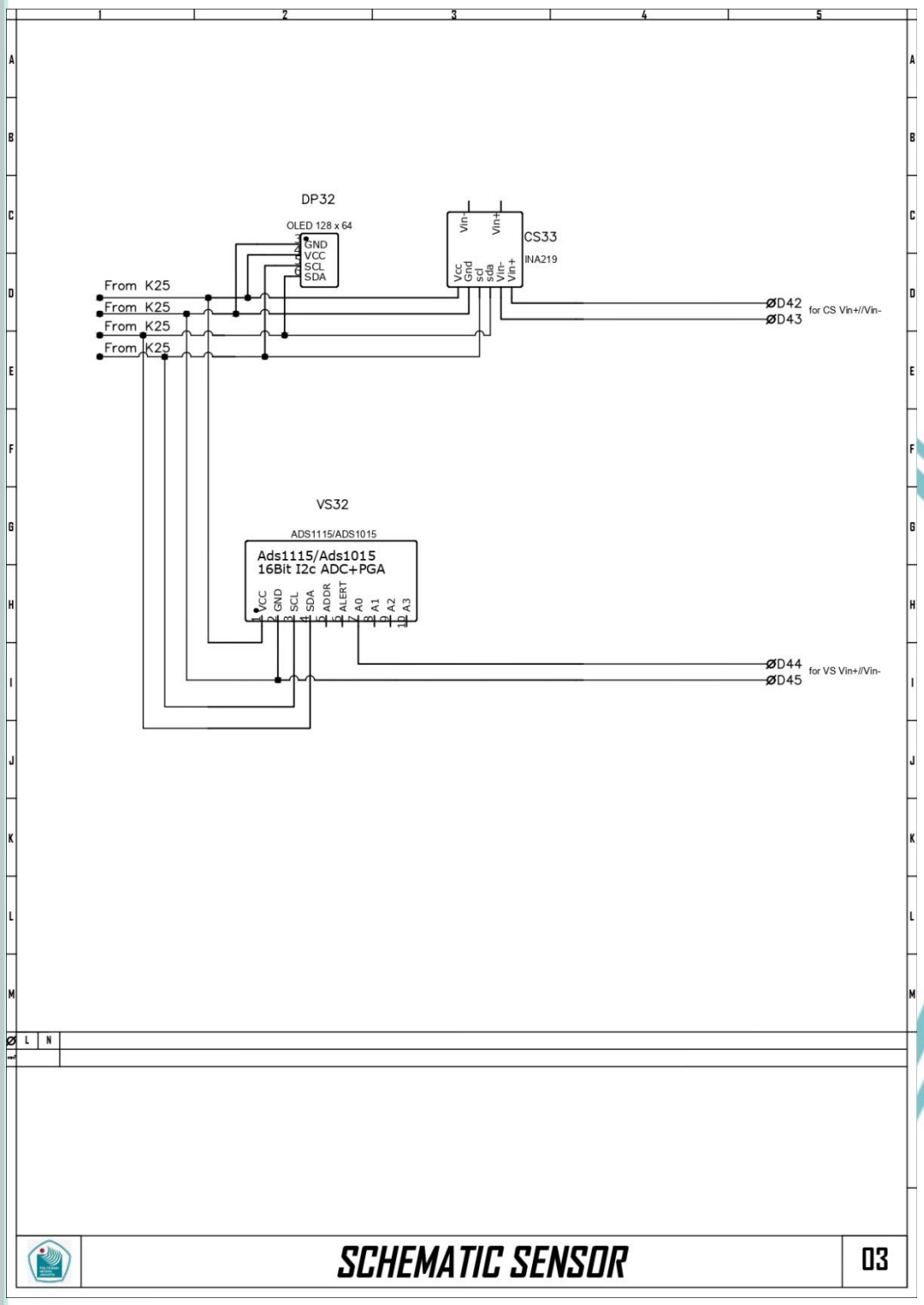
Hak Cipta :

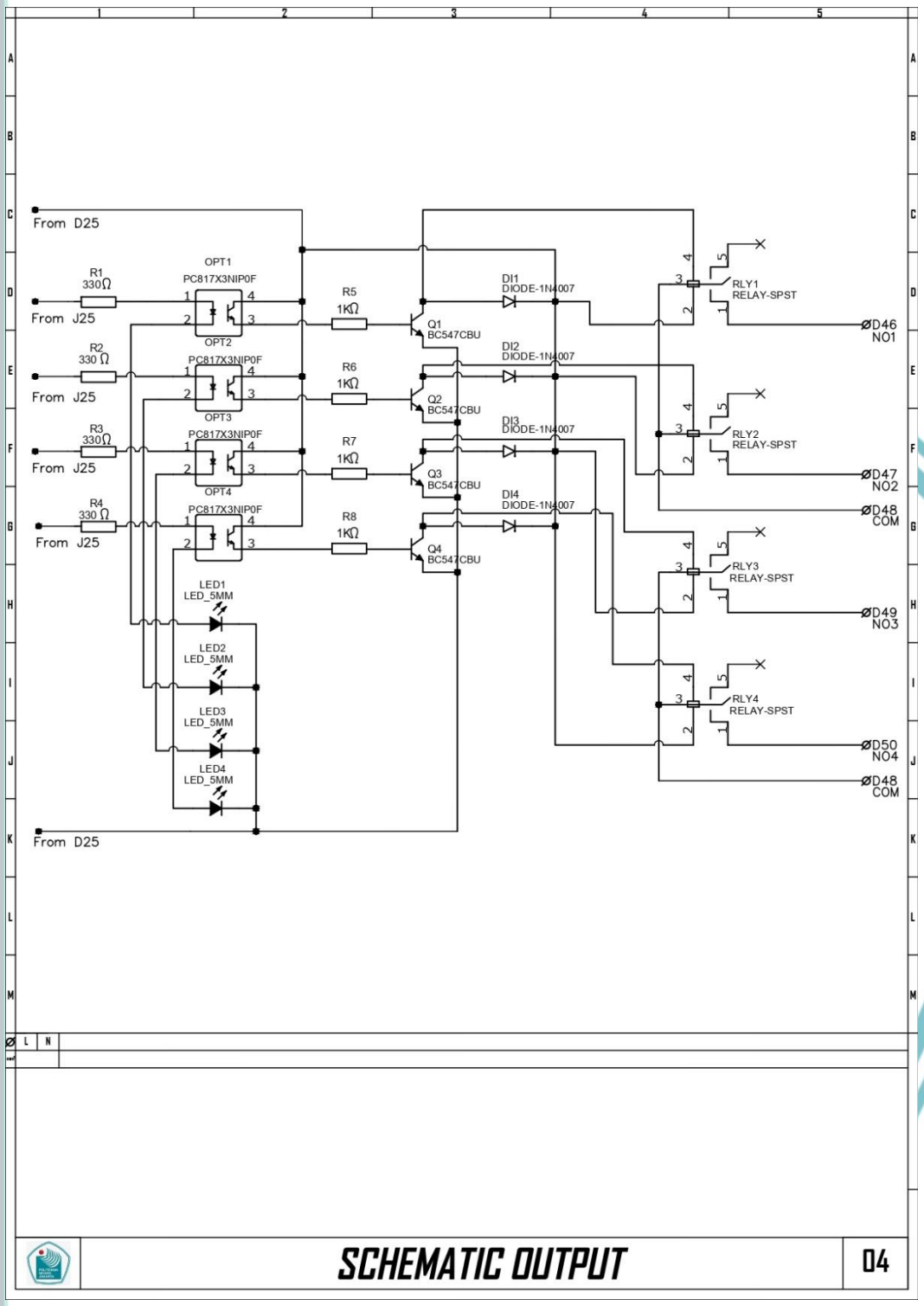
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

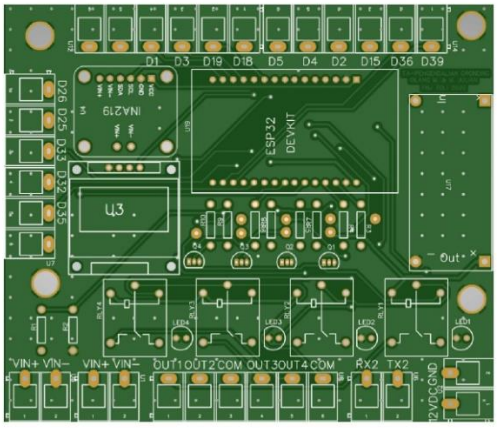
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

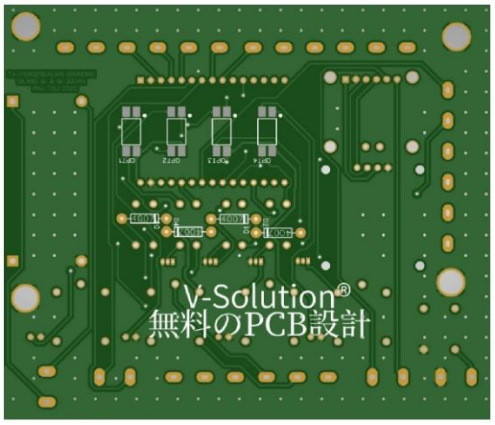
Hak Cipta :

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

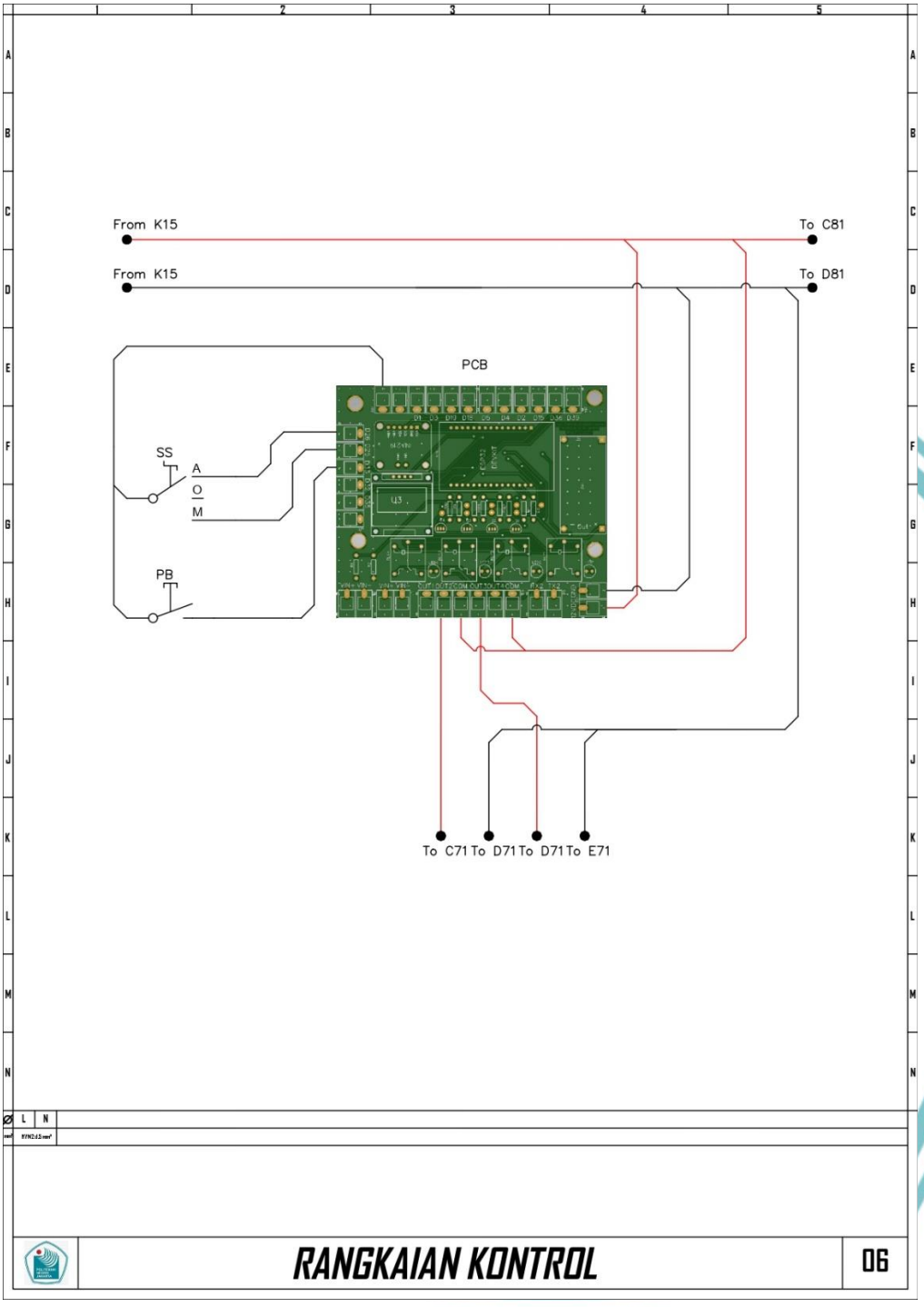
TAMPAK DEPAN



TAMPAK BELAKANG



TAMPILAN PCB | 05



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

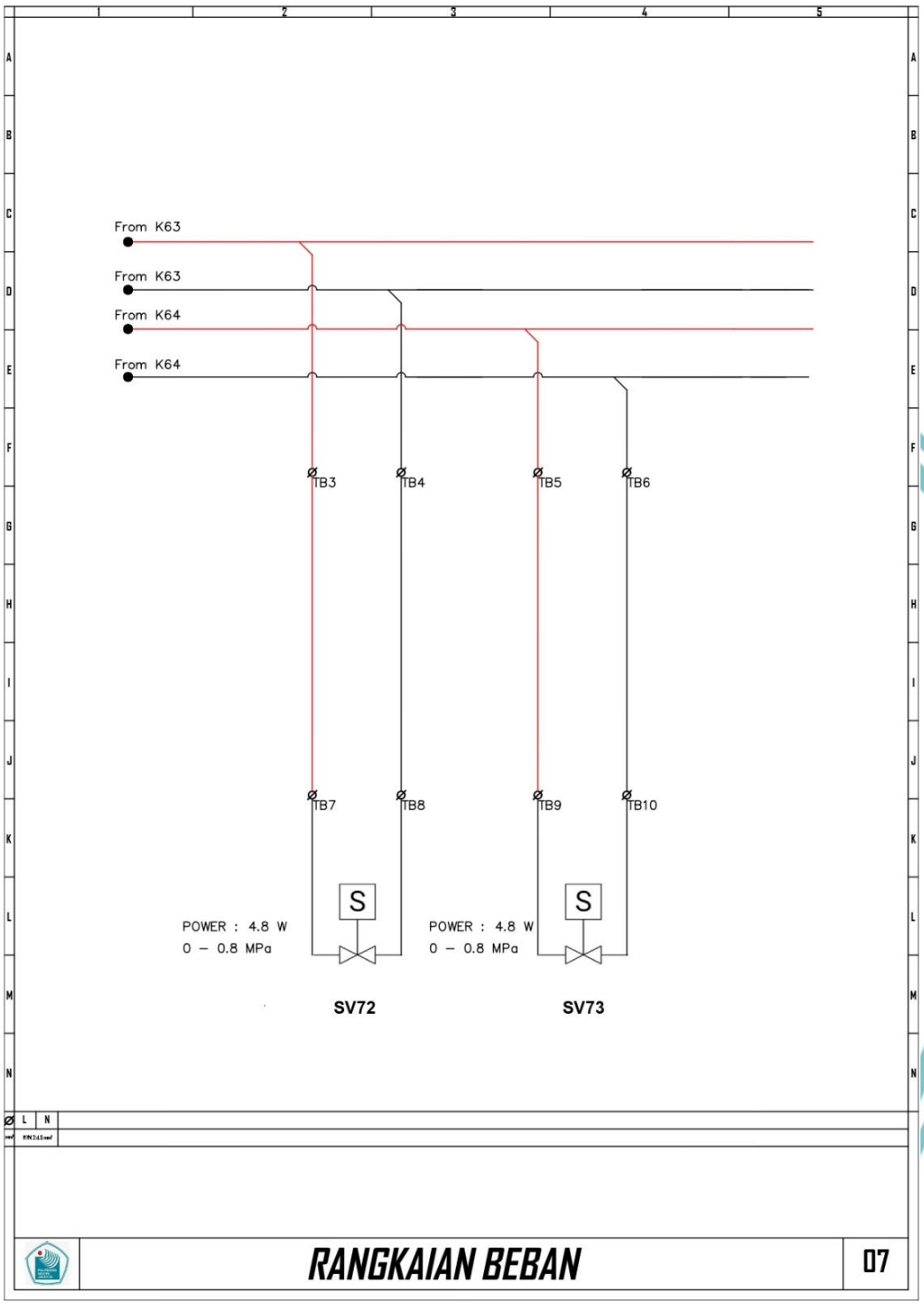
Hak Cipta :

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

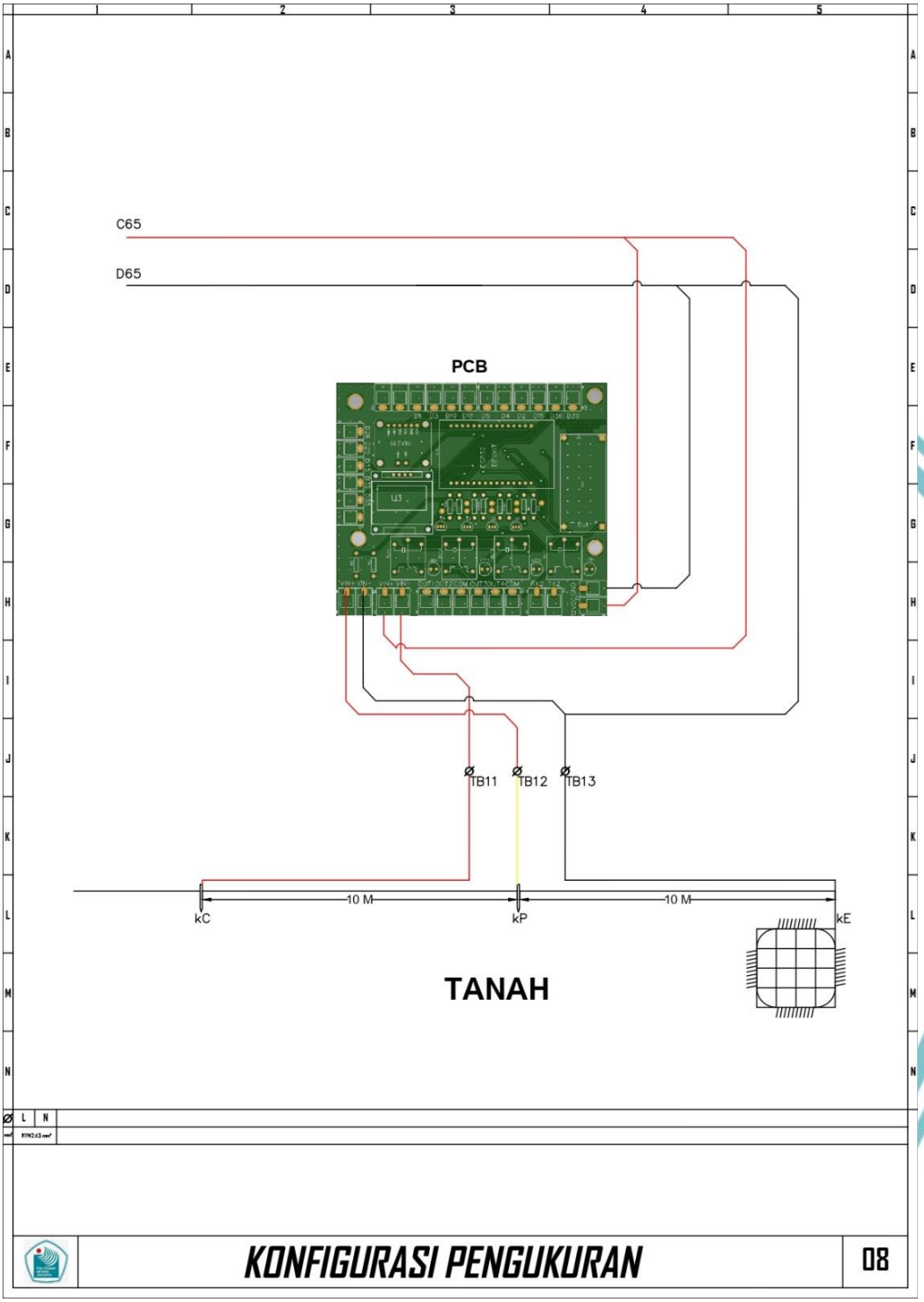
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 5. SOP Alat

PENGENDALIAN RESISTANSI PEMBUMIAN OTOMATIS DENGAN ELEKTRODA GROUNDING GRID PADA PLTS

ALAT DAN BAHAN

- Grounding Grid
- NODEMCU ESP 32
- Box Panel
- Power Supply DC 12V
- Fan AC Box Panel
- MCB AC C2 & DC C3
- Pilot Lamp
- Relay 4 Channel
- Sensor Tegangan ADS 1115
- Sensor INA 219
- Stop Kontak
- Modem Internet

DIRANCANG OLEH :

Gilang Maulana I
Muhammad Fitra J

DOSEN PEBIMBING :

Dr. Isdawimah, S.T., M.T.
Arum Kusuma W, S.T., M.T.

CARA PENGOPERASIAN ALAT

1. Download aplikasi Kodular yang ada pada barcode.
2. Kemudian install aplikasi sistem pengendalian resistansi pembumian otomatis.
3. Pilih selector switch Manual atau Otomatis pada pintu panel
4. Posisi manual, tekan tombol push button pada pintu panel untuk menyalakan dan mematikan Valve Manual.
5. Untuk Menampilkan Hasil Nilai Resistansi bisa dilihat pada “Screen 1”
6. Untuk Menampilkan Kondisi ON / OFF pada Valve Manual dan Otomatis bisa dilihat pada “Screen 1”
7. Untuk Menampilkan Grafik Hasil Nilai Resistansi bisa dilihat pada screen “Grafik”.
8. Untuk Menampilkan Data Logger bisa dilihat pada screen “Data Log”.
9. Posisi otomatis, Lakukan Langkah yang sama dari No.5
10. Selesai.