

**RANCANG BANGUN KONTROL DAN MONITORING
KELEMBAPAN DAN TEMPERATUR TANAH PADA
RESISTANSI GROUNDING CCR DI POLTEKBANG SURABAYA
DENGAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS IOT**

Mochammad Rizqi Rahmadhan^{1*}, Kustori², Prasetyo Iswahyudi³
Program Studi D3 Teknik Listrik Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya.
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Corresponding Author: Mochammad Rizqi Rahmadhan rizqirahmadhan@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Grounding, sensor Capacitive Soil Moisture, sensor DS18B20, Thingspeak

ABSTRAK

Grounding dengan resistansi rendah penting untuk melindungi peralatan listrik bandara dari sambaran petir. Dalam menunjang operasional bandara dibutuhkan nya *grounding* sekecil mungkin, *grounding* memiliki prinsip yang fundamental untuk menjaga peralatan listrik dari sambaran petir. Sistem ini menggunakan sensor Capacitive Soil Moisture untuk mengukur kelembapan dan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tanah. Data dari sensor diproses oleh modul ESP32, yang nantinya mengontrol pompa. Sistem ini dapat dipantau secara real-time melalui Thingspeak dan layar LCD. Hasil penelitian menunjukkan pentingnya menjaga kelembapan dan suhu tanah untuk mengurangi resistansi grounding, mencegah kejutan listrik, dan melindungi peralatan. Jika suhu tanah $> 30^{\circ}\text{C}$ atau kelembapan tanah $< 50\%$, pompa akan otomatis menyala untuk menstabilkan kondisi tanah.

PENDAHULUAN

Pada saat ini, Semua perangkat yang berada di Laboratorium AFL (Airfield lighting) Politeknik Penerbangan Surabaya mayoritas membutuhkan listrik, oleh karena itu listrik sangat penting untuk dunia penerbangan terutama untuk mensuplai CCR(Constant Current Regulator) pada lampu yang berada di landasan. Dunia penerbangan umumnya melibatkan penggunaan energi listrik dalam skala besar. Selain memiliki manfaat, energi listrik juga dapat menjadi sumber bahaya jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, sistem perlindungan yang kuat diperlukan. Sistem pentanahan atau grounding salah satu sistem perlindungan yang sangat penting untuk instalasi listrik.

Salah satu kriteria penting untuk sistem pentanahan yang efektif adalah memiliki nilai resistansi yang rendah, sehingga dapat dengan cepat mengalirkan arus berlebih ke dalam tanah. Faktor-faktor seperti suhu dan kelembaban tanah memengaruhi resistansi jenis tanah. Berdasarkan standar yang merujuk pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, peraturan yang masih berlaku hingga saat ini menetapkan bahwa nilai yang sesuai harus kurang dari atau sama dengan 5 ohm.

Jenis tanah adalah salah satu faktor utama yang memengaruhi nilai di berbagai lokasi, dengan variasi tersebut bergantung pada sejumlah faktor seperti geologi tanah, kelembapan, suhu, dan kandungan garam dalam tanah. Sifat geologi tanah memainkan peran penting dalam menentukan tingkat tahanan, karena setiap jenis tanah memiliki karakteristik nilai tahanan yang berbeda.

Rancang Bangun ini memungkinkan untuk mengontrol dan memonitoring temperatur dan kelembapan yang berfungsi untuk pentanahan itu sendiri. Rancang Bangun ini memberikan kontribusi penting dalam menjaga nilai resistansi yang nantinya meningkatkan keselamatan dan efisiensi pemeliharaan pada komponen Listrik.

TINJAUAN PUSTAKA

CCR (*Constant Current Regulator*)



Gambar 1. *Constant Current Regulator*

Salah satu sumber daya arus konstan yang digunakan untuk menyuplai peralatan AFL adalah Constant Current Regulator (CCR). CCR bekerja dengan mempertahankan arus yang didapatkan dari inputan tegangan sehingga arus output yang dihasilkan menjadi konstan dan stabil. Arus yang digunakan untuk mensuplai peralatan AFL juga dapat diubah sesuai permintaan. Step 1-5 menunjukkan pengaturan arus dalam bentuk kecerahan (brightness).

Fuzzy Logic

Logika fuzzy, atau fuzzy logic, adalah sistem logika yang menggunakan nilai kebenaran antara 0 dan 1, berbeda dari logika biner yang hanya memiliki nilai 0 atau 1. Logika fuzzy memungkinkan penalaran dan kognisi yang lebih mendekati cara berpikir manusia, dengan mengatasi ketidakpastian, kebisingan, dan ketidakakuratan dalam model matematis. Ini sangat berguna untuk masalah yang sulit didefinisikan dengan model matematis yang ketat.

Keunggulan logika fuzzy meliputi:

1. Toleransi terhadap ketidakakuratan dan fleksibilitas.
2. Kesederhanaan konsep dan matematis.
3. Kemampuan mensimulasikan fungsi nonlinear kompleks.
4. Kemampuan untuk menggunakan bahasa alami dan pengalaman pakar tanpa pelatihan.

Arsitektur sistem logika fuzzy terdiri dari empat bagian utama:

1. Rule Base: Menyimpan aturan "if-then" untuk pengambilan keputusan.
2. Fuzzification: Mengubah variabel nyata menjadi variabel fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan.
3. Inference Engine: Menilai kecocokan antara input fuzzy dan aturan untuk menentukan tindakan kontrol.
4. Defuzzification: Mengubah nilai fuzzy menjadi nilai ekstrem menggunakan metode seperti rata-rata atau titik tengah.

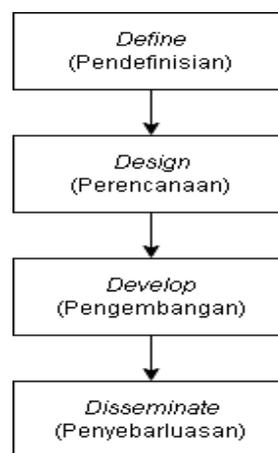
Ada tiga metode inferensi fuzzy utama:

1. Metode Tsukamoto: Menggunakan fungsi keanggotaan monoton dan rata-rata terbobot untuk hasil inferensi.
2. Metode Mamdani: Menggunakan nilai keanggotaan minimum (MIN) untuk antecedent dan maksimum (MAX) untuk consequent.
3. Metode Sugeno: Output berupa konstanta atau persamaan linear dengan fungsi keanggotaan singleton.

Logika fuzzy memungkinkan penanganan masalah dengan informasi yang kualitatif dan tidak akurat, membuatnya berguna dalam berbagai aplikasi yang kompleks.

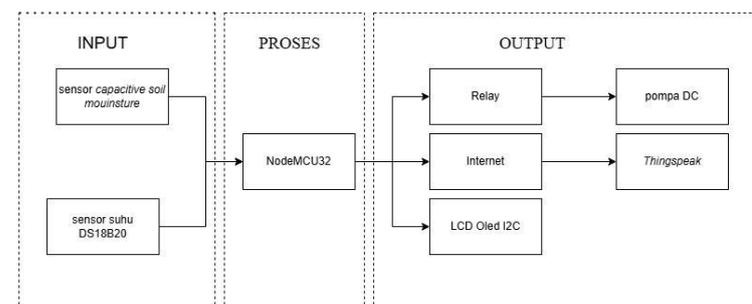
METODOLOGI

Desain Penelitian



Gambar 2. Desain Penelitian

Desain Alat



Gambar 3. Blok Diagram Desain Alat

pada gambar 3. Sensor kelembapan dan sensor suhu DS18B20 membaca kondisi tanah grounding. Sensor suhu DS18B20 memberikan data digital langsung, sementara sensor kelembapan menghasilkan sinyal analog yang diolah melalui ADC di NodeMCU ESP32. Kemudian nilai sensor yang telah dibaca oleh Node MCU ESP32 akan ditampilkan pada layar LCD. Selain pada LCD Node MCU ESP 32 juga akan mengirimkan kepada relay perintah jika nilai dari sensor yang diharapkan tidak sesuai dengan yang diinginkan dengan menggunakan *fuzzy logic yang nantinya akan memerintahkan pompa menyala*. NodeMCU ESP 32 juga mengirimkan data ke website *Thingspeak* yang kemudian

dapat diakses dari jarak jauh.

KOMPONEN ALAT

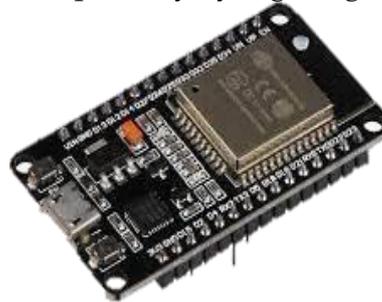
Dalam pembuatan alat ini dibutuhkan beberapa komponen yang dirancang untuk menghasilkan sebuah alat yang diinginkan. Komponen tersebut yaitu:

Perangkat Keras

Dalam pembuatan alat ini dibutuhkan beberapa komponen yang dirancang untuk menghasilkan sebuah alat yang diinginkan. Komponen tersebut yaitu:

1. NodeMCU 32

sistem ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang suhu DS18B20, sensor Capacitive soil moisture dan aktuator yang selanjutnya akan ditampilkan pada LCD oled dan aplikasi *Thingspeak* untuk memonitoring. NodeMCU32 dipilih dikarenakan kemampuan wifi dan bluetooth nya yang terintegrasi serta kemampuannya yang sangat baik.



Gambar 4. NodeMCU32

2. Sensor Capacitive Soil Moisture

Sensor ini sebagai pembaca besaran kelembapan pada tanah yang nantinya akan dikontrol oleh NodeMCU 32 yang kemudian akan ditampilkan pada layar lcd oled dan *thingspeak*.



Gambar 5. Capacitive Soil Moisture

3. Sensor Suhu DS18B20

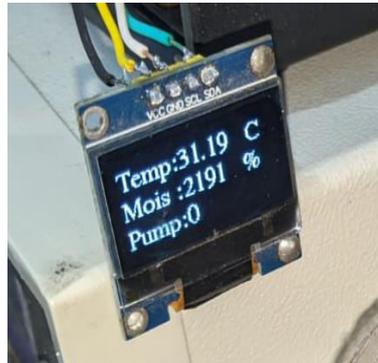
Sensor ini sebagai pembaca besaran kelembapan pada tanah yang nantinya akan dikontrol oleh NodeMCU 32 yang kemudian akan ditampilkan pada layar lcd oled dan *thingspeak*.



Gambar 6. Sensor Suhu DS18B20

4. LCD Oled I2C

LCD OLED I2C digunakan untuk menampilkan data yang diperoleh dari sensor kelembapan dan suhu. Penggunaan LCD OLED I2C dipilih karena memiliki waktu respons lebih cepat dan lebih hemat daya.



Gambar 7. LCD Oled I2C

5. Relay

relay sebagai media untuk mengontrol inputan pompa, daya inputan relay sendiri sebesar 5v. relay ini memiliki 2 pin yaitu *gnd* dan *vcc*. relay ini sendiri berfungsi untuk menyalakan pompa pada saat suhu dan kelembapan tidak sesuai yang diinginkan.



Gambar 8. Relay

6. Pompa DC 5V

Pompa pada alat ini berfungsi untuk menurunkan suhu dan kelembapan pada tanah menggunakan cairan, pompa ini dirancang untuk bekerja dengan tegangan 5v DC. ini membuatnya kompatibel dengan banyak sumber daya seperti *adaptor USB* atau *power bank*.



Gambar 9. Pompa DC 5V

Perangkat Lunak

a. Arduino IDE

NodeMCU 32 membutuhkan coding untuk mengatur bagaimana alat tersebut bekerja sesuai yang diinginkan. Penulis menggunakan Arduino IDE sebagai aplikasi penyusun Program untuk diupload pada mikrokontroler tersebut pada coding.

b. Website Thingspeak

Aplikasi *Thingspeak* pada perancangan alat ini berfungsi sebagai platform untuk melakukan monitoring dalam konteks *Internet of Things* dan menjadi pendukung pada proyek akhir yang telah terhubung dengan NodeMcu 32, pada aplikasi ini berfungsi untuk memonitoring hasil dari sensor temperatur dan kelembapan yang nantinya akan muncul pada *Thingspeak*.

c. MATLAB (Matrix Laboratory)

Penulis membutuhkan aplikasi MATLAB (*Matrix Laboratory*) karena pada program atau coding ini berkaitan langsung dengan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). digunakan nya MATLAB ini untuk menentukan *rule base* dari sensor DS18B20 dan sensor *Capacitive Soil Moisture* yang dapat digunakan pada sistem kontrol yang nantinya akan dilakukan proses *fuzzifikasi* untuk mendapatkan nilai *fuzzy*, penerapan *rule base*, dan hasil akhir olah data atau *defuzzifikasi*.

Teknik Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk menilai kinerja alat yang telah dibuat, apakah berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuannya. Oleh karena itu, pengujian dan pengambilan data perlu dilakukan sesuai dengan alat yang dibuat. Dalam teknik pengujian ini, peneliti melakukan pengujian performa dengan cara memantau sensor kelembapan dan suhu pada LCD serta Android, serta memeriksa apakah pompa aktif saat terjadi kenaikan suhu dan kelembapan pada tanah grounding.

Teknik Analisa Data

Dari permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya maka peneliti akan membuat sebuah rancangan alat guna menemukan solusi dari permasalahan yang telah ditemukan, adapun teknik analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) Metode *Studi Literature*:

penelitian ini juga melibatkan meninjau sumber tulisan sebelumnya. Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk menemukan referensi teori yang relevan dengan kasus atau masalah yang sedang diselidiki. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan meninjau sumber tulisan sebelumnya.

2) Metode kepustakaan

yang melibatkan informasi dari dosen, rekan, serta buku-buku referensi sangat bermanfaat dalam mendapatkan landasan teori untuk tulisan ini, serta referensi-referensi yang relevan dengan topik yang dibahas oleh penulis.

3) Metode *observasi*

yaitu observasi lapangan untuk mencari data dan informasi yang mendukung, yang tidak bisa didapatkan melalui studi pustaka dan laboratorium.

4) Metode *experiment*

Metode ini dilakukan dengan cara uji coba untuk memperoleh data dari hasil simulasi program yang dibuat, sehingga membantu dalam menyelesaikan masalah yang ada.

5) *Discuss*

yaitu dengan melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen serta pihak-pihak lain yang dapat mendukung pelaksanaan perancangan ini.

HASIL PENELITIAN

1. Aplikasi Arduino IDE

NodeMCU 32 membutuhkan coding untuk mengatur bagaimana alat tersebut bekerja sesuai yang diinginkan .penulis menggunakan Arduino IDE sebagai aplikasi penyusun Program untuk diupload pada mikrokontroler tersebut pada coding.

2. Website Thingspeak

Aplikasi *Thingspeak* pada perancangan alat ini berfungsi sebagai platform untuk melakukan monitoring dalam konteks *Internet of Things* dan menjadi pendukung pada proyek akhir yang telah terhubung dengan NodeMcu 32, pada aplikasi ini berfungsi untuk memonitoring hasil dari sensor temperatur dan kelembapan yang nanti nya akan muncul pada *Thingspeak*.

3. Aplikasi MATLAB (Matrix Laboratory)

Pada proyek akhir ini penulis membutuhkan aplikasi MATLAB (*Matrix Laboratory*) dikarena pada program atau coding ini berkaitan langsung dengan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*).digunakan nya MATLAB ini untuk menentukan *rule base* dari sensor DS18B20 dan sensor *Capacitive Soil Moisture* yang dapat digunakan pada sistem kontrol yang nanti nya akan

dilakukan proses *fuzzifikasi* untuk mendapatkan nilai *fuzzy*, penerapan *rule base*, dan hasil akhir olah data atau *defuzzifikasi*.

PEMBAHASAN

a. Pengujian Sensor DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor suhu ini dapat mendeteksi suhu dengan baik yang diperintahkan oleh NodeMcu 32 dan disini sensor dibandingkan dengan alat ukur thermometer digital.

NO	Kedalaman cm	LCDSensor DS18B	Termometer Digital	Selisih
1	18 cm	Suhu 27,5° C	Suhu 27,3° C	0,2° C
2	15 cm	Suhu 28,9° C	Suhu 28,7° C	0,2° C
3	10 cm	Suhu 30,2° C	Suhu 29,8° C	0,3° C
4	7 cm	Suhu 31,7° C	Suhu 31,4° C	0,3° C
5	5 cm	Suhu 33,4° C	Suhu 32,9° C	0,5° C

Hasil analisis yang didapatkan :

Berdasarkan data pengukuran yang telah didapatkan dari sensor suhu DS18B20 bisa dilihat bahwa sensor dapat bekerja sesuai yang diinginkan. Pada percobaan ini penulis menggunakan alat ukur termometer digital sebagai pembanding bagi sensor DS18B20 tersebut, hasil yang didapatkan pada pembanding hasil tersebut tidak terlalu jauh selisih nya.

b. Pengujian Capacitive Soil Moisture

Pada pengujian terhadap sensor Capacitive Soil Moisture ini bertujuan untuk mengetahui berapa jauh sensor Capacitive Soil Moisture bisa bekerja secara akurat untuk membaca kelembapan pada tanah sehingga nanti nya akan diproses oleh NodeMCU 32

NO	Kedalaman cm	LCD Sensor Capacitive Soil Moisture	Soil PH and moisture Tester	Selisih
1	10 cm	50 %	50 %	0 %
2	18 cm	75 %	75%	0 %
3	7 cm	30 %	30 %	0 %
4	5 cm	23 %	25 %	2 %
5	15 cm	57 %	60 %	3 %

Hasil analisis yang didapatkan :

Setelah melakukan pengujian dan mencari data terhadap sensor Capacitive telah diketahui bahwa sensor bekerja sesuai yang diinginkan, pada pengujian ini penulis menggunakan Sensor Capacitive Soil Moisture dan alat ukur soil PH dan Moisture tester sebagai pembandingan dan didapatkan hasil pada sensor dan alat ukur yang tidak jauh berbeda.

Hasil Pengujian sistem

Tabel 1. Pengujian sistem kontrol dan monitoring 1

NO	JAM	SUHU °C	KELEMBAPAN %	KEDALAMAN cm	RESISTANSI OHM	POMPA	WAKTU POMPA
1.	12:25 – 12:50	32,4	47%	5	2.09	ON	14 S
2.	12:55 – 13:20	30,8	38%	13	2.09	ON	20 S
3.	13:25 – 13:50	27,6	46%	25	2.07	ON	10,8 S
4.	13:55 – 14:20	27,3	38%	27	2.06	ON	11,9 S

Tabel 2. Pengujian sistem kontrol dan monitoring 2

NO	JAM	SUHU °C	KELEMBAPAN %	KEDALAMAN cm	RESISTANSI OHM	POMPA	WAKTU POMPA
----	-----	------------	-----------------	-----------------	-------------------	-------	----------------

1	06:35 – 07:00	31,2	33	5	1.94	ON	20 S
2	07:05 – 07:30	30,5	39	10	1.94	ON	20 S
3	07:35 – 08:00	25,4	79	18	1.93	OFF	0
4	08:05- 08:30	24,6	85	25	1.93	OFF	0
5	08:35- 09:00	23,9	94	30	1.93	OFF	0

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dibahas sebelumnya, penulis menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Rangkaian rancang bangun ini seluruhnya dapat bekerja secara baik, dengan menggunakan NodeMCU 32 sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai kontrol dan monitoring menyala dan matinya pompa . serta hasil pembacaan dari sensor suhu DS18B20 dan sensor *capacitive soil* yang nantinya akan ditampilkan melalui LCD dan *website Thingspeak* yang bertujuan untuk mempermudah mengontrol dan memonitoring dari jarak jauh.
2. Tujuan pembuatan rancang bangun kontrol dan monitoring kelembapan dan temperatur tanah terhadap resistansi grounding menggunakan metode fuzzy logic berbasis iot adalah untuk mengontrol dan memonitoring suhu dan kelembapan terhadap resistansi grounding melalui jarak jauh, dengan menjaga suhu dan kelembapan tanah terhadap resistansi akan berdampak baik terhadap peralatan sehingga umur pemakaian terhadap peralatan akan lebih maksimal.

Saran

1. Pompa air bisa digantikan dengan pompa yang berdaya lebih besar yang nantinya akan sangat berpengaruh terhadap perubahan cepat lambatnya suhu dan kelembapan tanah tersebut terhadap resistansi Grounding.
2. Disarankan untuk melakukan pemeliharaan dan kalibrasi sensor secara berkala guna memastikan akurasi data yang dikumpulkan dan menghindari degradasi kinerja sensor seiring waktu.
3. Untuk meningkatkan performa sistem, disarankan untuk menambah jenis

sensor lainnya seperti sensor pH tanah guna mendapatkan data yang lebih komprehensif.

PENELITIAN LANJUTAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, penulis mempunyai saran berharap kedepannya Rancang Bangun ini bisa dikembangkan dan disempurnakan diantaranya sebagai berikut:

1. Pompa air bisa digantikan dengan pompa yang berdaya lebih besar yang nantinya akan sangat berpengaruh terhadap perubahan cepat lambatnya suhu dan kelembapan tanah tersebut terhadap resistansi Grounding.
2. Disarankan untuk melakukan pemeliharaan dan kalibrasi sensor secara berkala guna memastikan akurasi data yang dikumpulkan dan menghindari degradasi kinerja sensor seiring waktu.
3. Untuk meningkatkan performa sistem, disarankan untuk menambah jenis sensor lainnya seperti sensor pH tanah guna mendapatkan data yang lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penyusunan karya tulis ini, Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Ayah dan Ibu tercinta, seluruh dosen dan instruktur Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara, serta rekan-rekan yang senantiasa memberikan dukungan saran serta membantu dalam penyelesaian karya tulis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Lutfiyana, Hudallah, N. dan Suryanto, A. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah dan Resistansi. *Jurnal Teknik Elektro*. 9(2): 80–86.
- Hidayat, T. 2018. *Rancang Bangun Alat untuk Mengukur Suhu, Kelembaban dan pH Tanah Sawah Berbasis Web*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Stevanus dan Setiadi, K.. D., 2018, *Alat Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler*, Jurnal Teknik Elektro Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Yanto, G. 2017. Logika Fuzzy untuk Kendali Suhu Ruangan Pada Air Conditioner (AC) di Ruang Dosen STMIK Indonesia Padang. *FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*. 1(2): 23–32.
- Nur Dito Riyadi (2022) PROGRAM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA SISTEM PEMBUMIHAN. D3 thesis, Politeknik Negeri Jakarta.

- Imam Mahdi, & Dian Kasoni. (2021). Rancang Bangun Prototype Kelembaban Tanah . Jurnal Teknik Informatika, 5(1), 77-87.
- Vanya karunia mulia putri (2022) .Tanah Aluvial: Pengertian dan Ciri-cirinya Thamrin Siahaan , Sedrianus Laia.2019. Studi pbumian peralatan dan sistem
- instalasi listrik pada gedung kantor bictpt. pelindo i (persero) belawan. Universitas Darma Agung, Medan
- Putra Autama Harahap. 2019 “Analisa Perbandingan Sistem Pentanahan (Grounding) Pada Power Housedan Gedung Perkantoran (Studi Kasus PLTASEIWAMPU)”
- Kevin Sambeka 1), Glanny Mangindaan 2),Sartje Silimang 3).2022 Pengukur Tahanan Pbumian Dengan Media Penyimpanan Database
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2017). *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: KP 262 Tahun 2017 Tentang standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual of Standard CASR - Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome).*
- Caesar pats yahwe,Isnawaty.2019. rancang bangun prototype sistem monitoring kelembapan tanah melalui sms berdasarkan hasil penyiraman tanaman
- Aris Sunawar (2013)Analisis Pengaruh Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah , Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta