

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN**  
**ORGANISASI KEMAHASISWAAN**



**“PENGEMBANGAN DEVICE SISTEM PEMANTAUAN *REALTIME*  
KONSENTRASI POLUTAN KARBON MONOKSIDA UNTUK  
MENGETAHUI HUBUNGAN STUDI KASUS KEMACETAN LALU  
LINTAS DAN TEMPORAL NILAI KONSENTRASI BERBASIS IOT  
DENGAN PLATFORM TELEGRAM DI LINGKUNGAN SEKITAR  
UNNES”**

**TIM PENGUSUL**

GALIH RIDHO UTOMO	(4211421036)
FAJAR WAHYUSHI FUEDSI	(3201421037)
NINING HARDIYANTI	(1201422054)
MUHAMMAD HASAN MUSTOFA	(4201421051)
ADE YULIANA	(6411422044)

**UKM PENELITIAN**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL  
PENELITIAN ORGANISASI KEMAHASISWAAN**

Judul : Pengembangan Device Sistem Pemantauan *Realtime* Konsentrasi Polutan Karbon Monoksida untuk Mengetahui Hubungan Studi Kasus Kemacetan Lalu Lintas dan Temporal Nilai Konsentrasi Polutan Berbasis IoT dengan Platform Telegram di Lingkungan Sekitar UNNES

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : GALIH RIDHO UTOMO

b. NIM : 4211421036

c. Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Fisika Murni

d. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Semarang

e. No. Telepon/HP : 081932279615

f. E-mail : [g4lihu@students.unnes.ac.id](mailto:g4lihu@students.unnes.ac.id)

Dosen Pembimbing

a. Nama Lengkap dan Gelar : Budi Prasetyo, S.Si., M.Kom

b. NIDN : 198805012014041001

c. Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Ilmu Komputer

d. Alamat surel ( Email.com ) : [bprasetyo@mail.unnes.ac.id](mailto:bprasetyo@mail.unnes.ac.id)

Mahasiswa yang terlibat : 4 orang

a. Nama/NIM : FAJAR WAHYUSHI FUEDSI/3201421037

b. Nama/NIM : NINING HARDIYANTI/1201422054

c. Nama/NIM : MUHAMMAD HASAN MUSTOFA/4201421051

d. Nama/NIM : ADE YULIANA/6411422044

Staf Pendukung Penelitian : - orang, Nama: -

Alumni terlibat Penelitian : - orang, Nama: -

Biaya yang diperlukan

a. Sumber dari LPPM Universitas Negeri Semarang : Rp 3.400.000,-

Sumber Lain, sebutkan : Rp -

Jumlah : Rp 3.400.000,- ( Tiga Juta Empat Ratus Rupiah)


Mengetahui  
Pembina UKMP,



Budi Prasetyo, S.Si., M.Kom.  
NIP. 198805012014041001

UKM PENELITIAN

Semarang, 4 Maret 2024  
Ketua Peneliti,

  
GALIH RIDHO UTOMO  
NIM. 4211421036

Mengetahui,  
Ketua LPPM



Prof. Dr. Benny Prayogo, S.H., M.Hum., CN  
NIP. 195704101987031003

UNNES  
LEMBAGA PENELITIAN DAN  
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

## JUDUL

**"Pengembangan Device Sistem Pemantauan Realtime Konsentrasi Polutan Karbon Monoksida untuk Mengetahui Hubungan Studi Kasus Kemacetan Lalu Lintas dan Temporal Nilai Konsentrasi Berbasis IoT dengan Platform Telegram di Lingkungan Sekitar UNNES"**

## RINGKASAN

1) Nama Peneliti : GALIH RIDHO UTOMO (Sinta ID : 6787830)

FAJAR WAHYUSHI FUEDSI

NINING HARDIYANTI

MUHAMMAD HASAN MUSTOFA

ADE YULIANA

2) Jenis Penelitian : Penelitian Organisasi Kemahasiswaan

Research Cluster : Physical Sciences

Tema : Rekayasa dan Teknologi Tepat Guna

3) Dana yang diusulkan : Rp. 3.400.000,-

Pertumbuhan jumlah penduduk dan kendaraan di sekitar kampus menciptakan tantangan baru terkait kemacetan lalu lintas dan kualitas udara. Tingginya kepadatan lalu lintas dapat menghasilkan emisi gas buang, terutama karbon monoksida (CO). CO merupakan gas beracun yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Paparan jangka panjang terhadap CO dapat menyebabkan masalah kesehatan serius, termasuk gangguan pernapasan, penyakit kardiovaskular, dan bahkan dapat berujung pada kematian. Untuk mengatasi permasalahan itu, pemantauan konsentrasi CO secara *real-time* menjadi suatu

kebutuhan untuk memahami tingkat paparan di sekitar UNNES dan memastikan implementasi langkah-langkah yang efektif dalam mengatasi dampaknya. Sistem yang dapat diakses secara *real-time* yaitu sistem berbasis IoT. Sistem ini memungkinkan pengumpulan data secara *real-time*, memberikan kemampuan pemantauan yang lebih akurat dan respons yang cepat terhadap perubahan kondisi. Salah satu implementasi IoT yaitu aplikasi Telegram. Integrasi platform ini dalam pemantauan konsentrasi CO memungkinkan penyebaran informasi secara langsung kepada pengguna atau pihak yang berkepentingan, seperti mahasiswa, staf, dan masyarakat sekitar UNNES.

Tahapan dari riset ini adalah melakukan tinjauan pustaka, kemudian dilanjutkan mempersiapkan alat dan bahan riset. Selanjutnya adalah pengkodean alat menggunakan Aplikasi Arduino IDE dengan penulisan algoritma C++. Setelah pengkodean dilakukan, kemudian perangkaian piranti device. Perangkaian ini dilakukan secara simulasi terlebih dahulu kemudian dirangkai sesungguhnya. Kemudian dilakukan kalibrasi dan optimasi sensor untuk mendapatkan output yang linear dan presisi serta akurat.

Luaran dari riset ini adalah diperoleh alat *geoinformation service* berbasis IoT dengan tingkat akurasi dan presisi yang tinggi. Hasil riset ini akan didaftarkan dan dipublikasikan pada prosiding seminar internasional UMY *Undergraduate Conference*. Selain itu luaran lainnya adalah Hak Cipta berupa program komputer dan Hak Paten sederhana.

Kata Kunci : IoT; CO; MQ-7; ESP32; Mikrokontroler;

## PENDAHULUAN

UNNES, sebuah institusi pendidikan tinggi yang berlokasi di Semarang, Jawa Tengah, menjadi pusat kegiatan akademis, administratif, dan komunitas [1]. Pertumbuhan jumlah penduduk dan kendaraan di sekitar kampus menciptakan tantangan baru terkait kemacetan lalu lintas dan kualitas udara. Tingginya kepadatan lalu lintas dapat menghasilkan emisi gas buang, terutama *carbon monoksida* (CO), yang memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan [2]. CO merupakan gas beracun yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor [3]. Paparan jangka panjang terhadap CO dapat menyebabkan masalah kesehatan serius, termasuk gangguan pernapasan, penyakit kardiovaskular,

dan bahkan dapat berujung pada kematian [4]. Oleh karena itu, pemantauan konsentrasi CO secara *real-time* menjadi suatu kebutuhan untuk memahami tingkat paparan di sekitar UNNES dan memastikan implementasi langkah-langkah yang efektif dalam mengatasi dampaknya.

Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam pemantauan kualitas udara telah menjadi solusi inovatif dan efisien. Sistem berbasis IoT memungkinkan pengumpulan data secara *real-time*, memberikan kemampuan pemantauan yang lebih akurat dan respons yang cepat terhadap perubahan kondisi [5]. Dengan menerapkan teknologi ini, kita dapat memahami dengan lebih rinci pola konsentrasi CO, terutama dalam konteks kemacetan lalu lintas.

Seiring dengan itu, Telegram, sebagai platform komunikasi instan yang semakin populer dan efisien, menjadi sarana penting dalam menyediakan layanan notifikasi dan informasi. Integrasi platform ini dalam pemantauan konsentrasi CO memungkinkan penyebaran informasi secara langsung kepada pengguna atau pihak yang berkepentingan, seperti mahasiswa, staf, dan masyarakat sekitar UNNES. Ini dapat meningkatkan kesadaran akan kondisi udara sekitar dan memberikan informasi yang diperlukan untuk mengambil tindakan pencegahan.

Fokus penelitian ini adalah memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang hubungan antara kemacetan lalu lintas dan konsentrasi CO di sekitar UNNES. Data yang dikumpulkan melalui sistem pemantauan *real-time* akan memberikan wawasan berharga terkait pola perubahan konsentrasi CO dalam berbagai kondisi lalu lintas. Penggunaan Telegram sebagai saluran komunikasi akan memfasilitasi penyampaian informasi yang tepat waktu kepada pihak yang berkepentingan, mendukung kebijakan pengurangan emisi, dan meningkatkan kesadaran akan dampak lingkungan dari lalu lintas. Melalui penelitian ini, diharapkan kontribusi positif dapat diberikan dalam pengembangan solusi yang efektif untuk mengurangi dampak kemacetan lalu lintas terhadap kualitas udara di sekitar UNNES. Selain itu, penelitian ini dapat membuka peluang untuk mengembangkan sistem serupa di kawasan *urban* lainnya, menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat bagi masyarakat.

CO merupakan salah satu polutan yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan mampu dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna oleh kendaraan bermotor dan sumber daya lainnya. Kondisi jalan yang sering mengalami kemacetan

juga menjadi faktor signifikan dalam peningkatan kadar CO<sub>2</sub> di udara [6]. Hal ini terkait erat dengan berbagai faktor, termasuk volume lalu lintas, kondisi infrastruktur jalan, jenis kendaraan yang melintas, dan kecepatan pergerakan kendaraan. Kemacetan sering terjadi pada ruas jalan yang ramai seperti pusat perbelanjaan, wilayah industri, dan wilayah pendidikan dan sekolahan. Pemantauan kadar polutan CO menjadi hal penting untuk diamati dan dipelajari. Terutama untuk wilayah yang sering mengalami kemacetan tersebut akan berdampak pada seluruh pengguna jalan yang terlibat didalamnya dan sekitar [7].

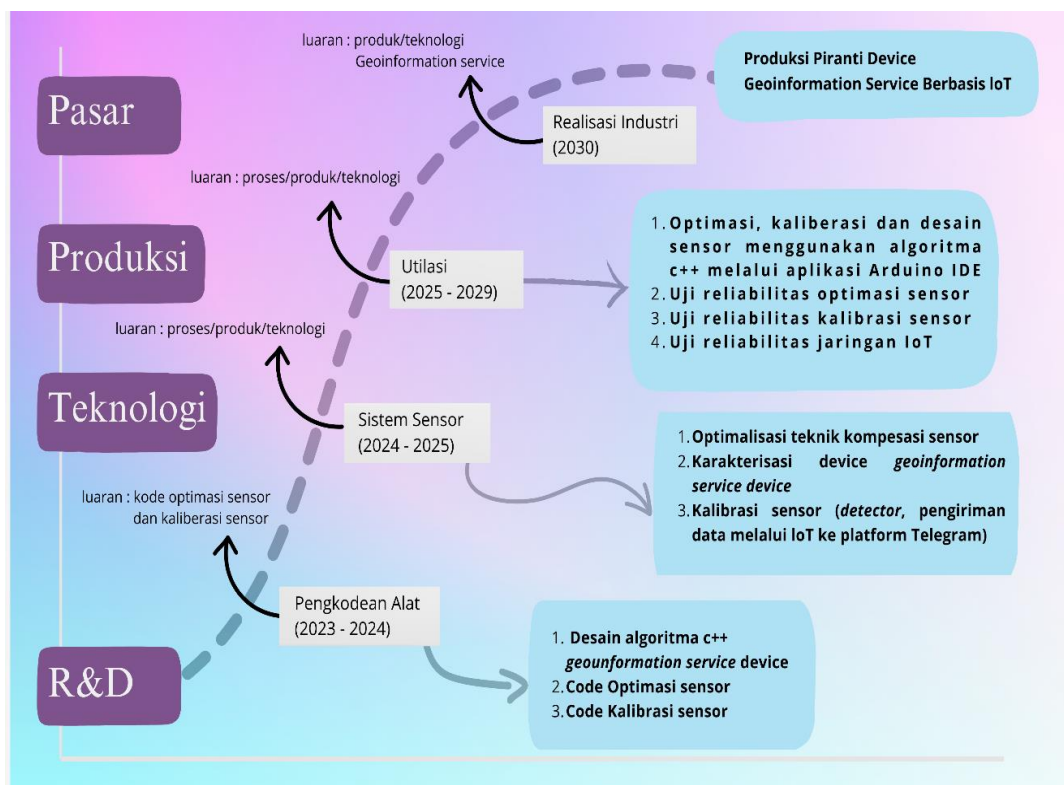
Solusi yang kami tawarkan untuk mengatasi hal ini adalah diperlukannya alat khusus berupa sistem sensor *realtime* pemantau konsentrasi polutan secara kuantitas dan temporal berbasis IoT. Guna membatasi penelitian, kami akan menerapkan alat tersebut pada beberapa sudut jalan sekitar jalur akses Universitas Negeri Semarang (UNNES). Hal ini didasarkan pada pengamatan awal atas kemacetan yang sering terjadi di wilayah institut pendidikan tinggi tersebut akibat peningkatan jumlah mahasiswa sebagai pengguna jalan. Hasil akhir dari penelitian sekaligus pengabdian ini adalah terdapatnya informasi terarah kepada mahasiswa, staf dan masyarakat sekitar melalui telegram yaitu platform komunikasi instan dan layanan notifikasi. Integrasi platform ini dalam pemantauan konsentrasi CO memungkinkan penyebaran informasi secara langsung kepada pengguna.

Alat pemantauan polutan CO telah banyak digunakan untuk pengamatan di wilayah-wilayah tertentu seperti prototipe yang dikembangkan melalui penelitian [8] dalam mengembangkan sensor kualitas udara di dalam ruangan. Selain itu terdapat pula penelitian dari [9] yang mengembangkan sensor pada ruang industri. Kedua penelitian tersebut memiliki kesamaan dimana prototipe yang dikembangkan hanya diterapkan ruangan tertutup yang hanya mampu mengidentifikasi keadaan kualitas gas berbahaya dalam ruangan yang mampu merusak aktivitas dalam ruang tersebut.

Selain kedua penelitian tersebut terdapat pula penelitian yang mengembangkan prototipe sensor pemantauan menggunakan beberapa jenis bahan yang beragam. Hal ini seperti dicontohkan oleh penelitian oleh [10] dalam mengembangkan sensor CO bertipe MEMS. Kemudian penelitian oleh [11] menggunakan Arduino GSM Shield dan penelitian Subagiyo et al (2020) menggunakan sensor node. Meski ketiga prototipe telah berbasis IoT dan mampu bekerja secara *realtime*, media penyebaran informasi masih

menggunakan telepon *personal digital assistant* (PDA) yang hanya dapat diakses oleh orang-orang tertentu.

Pada penelitian kami, Pengembangan sensor telah di dirancang untuk dapat beroperasi di ruas jalan luar ruangan yang pemasangan sensor tersebut memerlukan penambahan beberapa bagian pengait dan tahan akan segala kondisi saat itu. Pemasangan sensor akan ditempatkan pada posisi yang efektif dalam menggapai udara sekitar. Selain itu, alat sensor utama yang kami gunakan berupa sensor MQ-7 yang dapat ditemukan dan diperbanyak guna mengembalikan data yang banyak serta berkualitas. Integrasi sensor dengan platform telegram memberikan kemudahan pemberian informasi dan pengetahuan kepada Mahasiswa, staff dan masyarakat sekitar yang juga merupakan pengguna jalan sekitar UNNES. Penelitian yang dilakukan bersifat berkelanjutan, seperti ditunjukan pada Gambar 1



**Gambar 1.** Roadmap Penelitian 5 Tahun Kedepan

Pada gambar 1 menunjukan roadmap inovasi Penelitian dan Pengembangan (R&D) dari tahun 2023 – 2024. Penelitian yang dilakukan menggunakan desain Algoritma C++ untuk pengembangan Geoinformation Service Device. Langkah ini melibatkan pengembangan algoritma menggunakan bahasa pemrograman C++. Algoritma ini digunakan untuk mengendalikan perangkat dan mengolah data yang

dikumpulkan oleh sensor. Pada tahap Code Optimasi Sensor, dilakukan optimasi kode yang digunakan untuk mengoperasikan sensor. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengumpulan data. Penulisan kode untuk kalibrasi sensor, yang bertujuan untuk memastikan sensor dapat memberikan data yang akurat. Kalibrasi sensor penting agar perangkat dapat bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan.

Teknologi yang dikembangkan dari tahun 2023 – 2025 menggunakan sistem sensor. Pada teknologi sistem sensor melibatkan peningkatan teknik untuk mengkompensasi kesalahan atau deviasi yang mungkin terjadi pada sensor. Teknik ini memastikan data yang dihasilkan lebih akurat dan andal. Setelah itu, mengidentifikasi dan mendokumentasikan karakteristik dan performa dari perangkat layanan informasi geografi. Hal ini melibatkan pengujian perangkat dalam berbagai kondisi untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan yang diharapkan. Kemudian dilakukan kalibrasi pada sensor untuk memastikan keakuratan data yang dikumpulkan. Selain itu, data tersebut dikirim melalui jaringan IoT ke platform komunikasi seperti Telegram, memungkinkan pemantauan dan analisis data secara real-time. Output dari tahap ini adalah kode yang sudah dioptimasi dan dikalibrasi, siap untuk diimplementasikan dalam perangkat yang akan diproduksi.

Produksi dimulai dari tahun 2025 – 2029, tahapan ini teknologi yang telah dikembangkan dan diuji dalam tahap sebelumnya mulai diimplementasikan dalam proses produksi. Ini termasuk pengujian sistem sensor di lapangan untuk memastikan keandalannya dalam kondisi nyata. Pengujian perangkat dan teknologi dalam kondisi nyata untuk memastikan mereka berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Pasar pada tahun 2030, pada tahap akhir ini perangkat yang telah dikembangkan dan diuji diproduksi secara massal untuk pasar industri. Produk ini siap digunakan untuk berbagai aplikasi di industri yang membutuhkan layanan informasi geografi berbasis IoT.

Kegiatan Utama di Setiap Tahapan:

1. Optimasi, Kalibrasi dan Desain Sensor:

- Menggunakan algoritma C++ melalui aplikasi Arduino IDE untuk mengoptimasi dan mengkalibrasi sensor.



- Pengujian reliabilitas optimasi sensor, kalibrasi sensor, dan jaringan IoT untuk memastikan semuanya berfungsi dengan baik.
2. Uji dan Implementasi:
- Pengujian untuk memastikan keandalan dan akurasi dari optimasi dan kalibrasi yang telah dilakukan.
  - Implementasi teknologi ke dalam produksi nyata dan penggunaan industri.

## METODE

Riset ini telah dilakukan sesuai tahapan berikut:

### 1. Kajian literatur

### 2. Persiapan alat dan bahan

Metoda riset telah dilakukan dengan mempersiapkan alat riset yaitu tujuh buah mikrokontroler ESP32, tujuh buah sensor MQ-7, *Cross Screw Nylon* sebanyak 28 buah, *Nylon Nut M3 hole 3mm* drat plastic hexagonal sebanyak 28 buah, *Speacer plastic M3 Nylon Hex hexagonal* sebanyak 28 buah, empat buah breadboard ukuran (2 x 3), tujuh buah box elektronik hitam (18.5 cm x 11.5 cm) dan bahan riset yaitu lem. Langkah selanjutnya yaitu membuat surat pengizinan lab di D9, ruang workshop

### 3. Pengkodean Alat

Pengkodean alat telah dilakukan dengan membuat algoritma C++ pada Aplikasi Arduino IDE. Pengkodean alat yang dilakukan, seperti ditunjukkan seperti Algoritma 1:

<p><b>Algoritma 1.</b> Kode Program Geoinformation Service Device yang diprogram menggunakan Aplikasi Arduino IDE</p>
---

<pre>#include &lt;Wire.h&gt; #include &lt;WiFi.h&gt; #include &lt;WiFiClientSecure.h&gt; #include &lt;UniversalTelegramBot.h&gt; #include &lt;Fuzzy.h&gt; #include &lt;MQ7.h&gt;  #define WIFI_SSID "vivo"</pre>
--

```

#define WIFI_PASSWORD "sakittahu"

//#define BOT_TOKEN "6750124624:AAHJS1dpTLPQLqWoX54x2z-
N3eU81HWpNyg" //Tugas Fuzzy

//#define BOT_TOKEN
"6496147502:AAHpFRUPTyALtTuAiVuDHG1Vrd4T1JVumTw" //Server
FMIPA

//#define BOT_TOKEN
"6699715051:AAH2B5g0LP7lr4rwyVT9PHVkJLg_1p43YU" //Server
FISIP dan FEB

#define BOT_TOKEN
"7016160626:AAH8JK81OZRyf5ZP1lIMP6t4o_AITwhIXvE" //Server FH

//#define BOT_TOKEN
"6497483971:AAFz2hihiSokzyHTnXt3QzvhGFYdUkLt-iY" //Server FIK

//#define BOT_TOKEN "6737299519:AAF34LnNwdhoWd9dFOxpQVLoH-
IBJYn1DLE" //Server FK

//#define BOT_TOKEN "7138196159:AAENvkXIYMY_gYm-TFX2w-
xnmpyThnHfSaE" //Server FBS

//#define BOT_TOKEN
"6721453436:AAHbSVOyOKIBBg7rU29Z41UAD2-ZJRX53zY" //Server
FIPP

#define CHAT_ID "-1002137971537" //Channel ID

WiFiClientSecure net_ssl;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, net_ssl);
Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy();
MQ7 mq7(32, 5.0);

void setup() {
    // Koneksi ke WiFi
    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

```

```

    delay(1000);
}

WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);           // Menunggu atau delay waktu untuk koneksi
ke jaringan WiFi
    Serial.println("Connecting to WiFi..."); // Pesan koneksi WiFi
}
Serial.println("Connected to WiFi"); // Status koneksi yang ditampilkan jika
dikoneksi
// Tampilkan alamat IP pada serial monitor
Serial.print("Alamat IP: ");           // Alamat IP yang digunakan untuk
komunikasi via Telegram
Serial.println(WiFi.localIP());        // Lihat Alamat IP
net_ssl.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT); // Add root
certificate for api.telegram.org

FuzzyInput *co = new FuzzyInput(1);
FuzzySet *low = new FuzzySet(0, 10, 10, 30);
co->addFuzzySet(low);
FuzzySet *medium = new FuzzySet(20, 40, 40, 60);
co->addFuzzySet(medium);
FuzzySet *high = new FuzzySet(50, 70, 70, 1023);
co->addFuzzySet(high);
fuzzy->addFuzzyInput(co);

FuzzyOutput *alert = new FuzzyOutput(1);
FuzzySet *safe = new FuzzySet(0, 0, 0, 45);
alert->addFuzzySet(safe);
FuzzySet *danger = new FuzzySet(30, 60, 60, 90);
alert->addFuzzySet(danger);

```

```

fuzzy->addFuzzyOutput(alert);

// Aturan fuzzy
FuzzyRuleAntecedent *ifLowOrMedium = new FuzzyRuleAntecedent();
ifLowOrMedium->joinWithOR(low, medium);
FuzzyRuleConsequent *thenSafe = new FuzzyRuleConsequent();
thenSafe->addOutput(safe);
FuzzyRule *fRule1 = new FuzzyRule(1, ifLowOrMedium, thenSafe);
fuzzy->addFuzzyRule(fRule1);

FuzzyRuleAntecedent *ifHigh = new FuzzyRuleAntecedent();
ifHigh->joinSingle(high);
FuzzyRuleConsequent *thenDanger = new FuzzyRuleConsequent();
thenDanger->addOutput(danger);
FuzzyRule *fRule2 = new FuzzyRule(2, ifHigh, thenDanger);
fuzzy->addFuzzyRule(fRule2);
}

void loop() {
    int coLevel = mq7.getPPM();

    fuzzy->setInput(1, coLevel);

    fuzzy->fuzzify();

    float alertLevel = fuzzy->defuzzify(1);
    if (alertLevel == 0.0) {
        // Replace the output message with an error message
        String message = "Error: Sensor not sensing";
        bot.sendMessage(CHAT_ID, message, "");
        delay(1000);
    } else {

```

```

//String message = "Tingkat polutan CO: " + String(coLevel) + ", Tingkat
bahaya: " + String(alertLevel) + " di Wilayah FMIPA"; //FMIPA

String message = "Tingkat polutan CO: " + String(coLevel) + " ppm, Tingkat
bahaya: " + String(alertLevel) + "% di Sekitaran Wilayah Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan dan Fakultas Bahasa dan Seni"; //FH

//String message = "Tingkat polutan CO: " + String(coLevel) + ", Tingkat
bahaya: " + String(alertLevel) + " di Wilayah FK"; //FK

//String message = "Tingkat polutan CO: " + String(coLevel) + ", Tingkat
bahaya: " + String(alertLevel) + " di Wilayah FISIP dan FEB"; //FISIP dan
FEB

//String message = "Tingkat polutan CO: " + String(coLevel) + ", Tingkat
bahaya: " + String(alertLevel) + "di Wilayah FIK"; //FIK

//String message = "Tingkat polutan CO: " + String(coLevel) + ", Tingkat
bahaya: " + String(alertLevel) + "di Wilayah FBS"; //FBS

//String message = "Tingkat polutan CO: " + String(coLevel) + ", Tingkat
bahaya: " + String(alertLevel) + "di Wilayah FIPP"; //FIPP

bot.sendMessage(CHAT_ID, message, "");

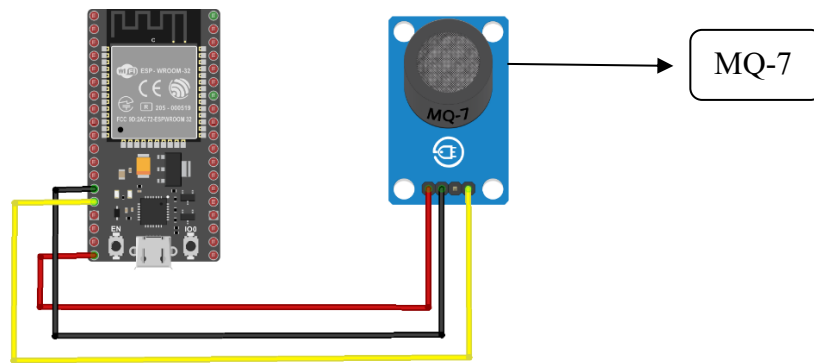
delay(1000);
}
}

```

Pada tahap ini kode yang dibuat diinjeksikan ke ESP32. Kode yang ditunjukkan pada Algoritma 1 telah dilakukan kalibrasi sehingga output sensor telah menghasilkan output yang linier dan sesuai. Pada tahap kalibrasi sensor didapat bahwa nilai minimum dari sensor yaitu 1 ppm dan nilai maksimum sensor 270 ppm.

#### 4. Piranti Device

Rangkaian piranti device telah dilakukan dengan cara membuat simulasi di aplikasi Wokwi atau Tinkercad. Simulasi ini bertujuan agar ketika piranti device dirangkai tidak menyebabkan hubungan arus pendek dan sesuai program yang dibuat. Rangkaian piranti device yang dibuat, seperti ditunjukkan pada Gambar 2



**Gambar 2.** Rangkaian piranti Geoinformation Service Device yang dibuat menggunakan Aplikasi Fritzing

Pada gambar 2 menunjukkan rangkaian elektronik yang dibuat menggunakan Aplikasi Fritzing. Pada desain yang dibuat pertama menghubungkan perangkat sensor MQ-7 ke ESP32, di mana pin data dihubungkan ke D32 ESP32, pin ground (GND) dihubungkan ke pin GND ESP32, dan pin VCC dihubungkan ke pin VIN ESP32.

## 5. Optimasi Sensor dan Kalibrasi

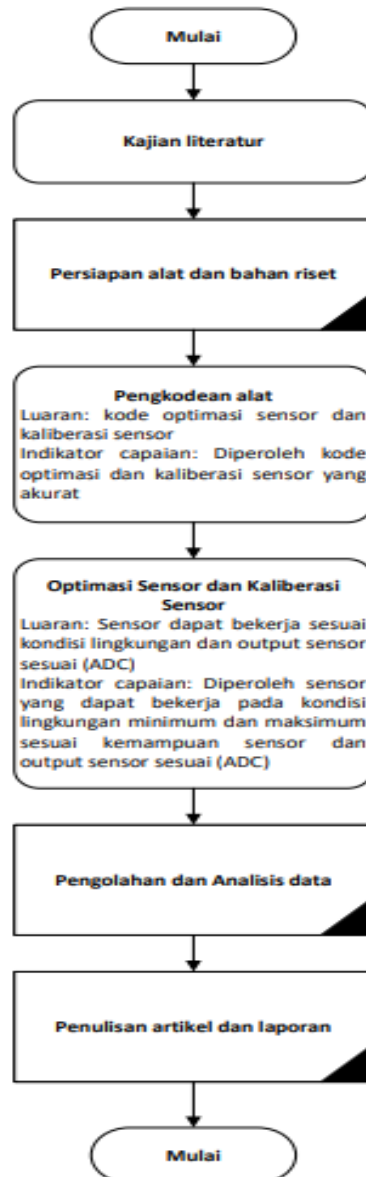
Optimasi sensor diperoleh dengan cara menguji sensor dengan kode yang telah dibuat pada keadaan terendah dan tertinggi dari kemampuan sensor tersebut. Sebelum tahap optimasi dilakukan, terlebih dahulu melakukan kalibrasi sensor. Kalibrasi sensor diperoleh dengan cara menyesuaikan perhitungan secara matematis melalui kajian literatur sensor dan kondisi lingkungan saat pengujian.

## 6. Pengolahan dan Analisis Data

Data diperoleh kemudian diolah untuk mendapatkan informasi berupa kadar CO, konsentrasi polutan, waktu respon pengiriman data sensor melalui IoT dan respon silang terhadap hubungan temporal antara konsentrasi dan kemacetan lalu lintas. Kadar CO dari sensor diperoleh dengan adanya beda tegangan yang muncul ketika perubahan jumlah partikel CO yang dideteksi. Konsentrasi polutan diperoleh dengan cara membandingkan kadar CO, dan jenis polutan lainnya yang dideteksi oleh sensor kemudian dibuat dalam persentase. Waktu respon diperoleh dari proses pengiriman data melalui jaringan internet device dengan server. Respon silang diperoleh dari plot konsentrasi CO terhadap waktu.

## 7. Penulisan Artikel

## 8. Penulisan Laporan



**Gambar 3.** Flowchart riset

## HASIL DAN PEMBAHASAN

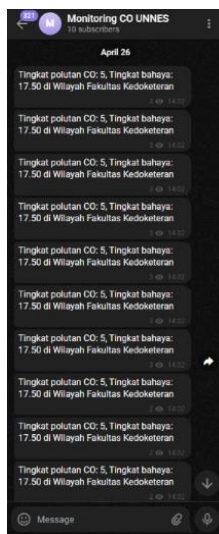
Kegiatan penelitian organisasi kemahasiswaan Unit Kegiatan Mahasiswa Penelitian (UKMP) mulai dilaksanakan pada tanggal 26 April 2024 – 6 Juni 2024. Tim penelitian ormawa UKM Penelitian mengambil data di 5 fakultas UNNES, yaitu FIPP, FIS, FH, FIK, FMIPA, FBS, FT, FK dan FEB. Alat ditempatkan di bagian yang dekat dengan jalan, kemudian menunggu untuk mengumpulkan data. ESP32 adalah mikrokontroler yang sering digunakan untuk aplikasi IoT karena kemampuannya untuk terhubung ke Wi-Fi dan memiliki banyak pin input/output. Sensor MQ-7 ini digunakan

untuk mendeteksi gas seperti asap, metana, dan gas berbahaya lainnya. Data yang dikumpulkan oleh sensor MQ-7 diproses oleh mikrokontroler ESP32.

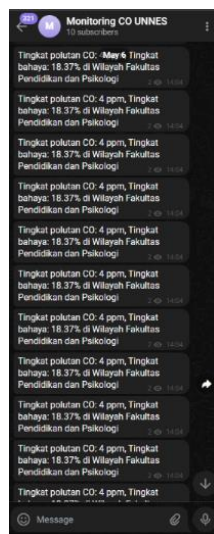
### Metode Fuzzy Logic (FL)

Processing data yang didapat berdasarkan sensing sensor MQ-7 diolah di mikrokontroler ESP32 sehingga output yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pada gambar 4 menunjukkan hasil output dari sensor MQ-7 dalam mendeteksi CO di 5 Fakultas. Hasil yang ditampilkan berupa output nilai kadar CO dalam satuan ppm dan himpunan keanggotaan FL yang dikirim menggunakan bot Telegram melalui Aplikasi Telegram. Pada tahap ini, telah dibuat bot Telegram dan didapat token API. Token API ini, kemudian dimasukan ke dalam Algoritma seperti ditunjukkan pada Algoritma 1. Setelah itu, bot kemudian dimasukan kedalam channel Telegram yang bernama “Monitoring CO UNNES”. Channel Telegram yang dibuat dapat diakses melalui Alamat URL berikut

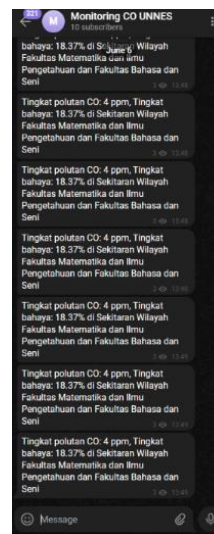
<https://t.me/MonitorCOUNNES>



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Lanjut.

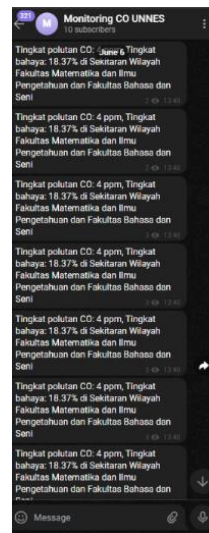




(e)



(f)



(g)

**Gambar 4.** Hasil Pengukuran Co Kadar Menggunakan Layanan Geoinformasi Berbasis Fl (A) Pengumpulan Data Di Fakultas Kedokteran (B) Pendataan Di Fakultas Pendidikan Dan Psikologi (C) Pendataan Di Fakultas Teknik (D) Pendataan Di Fakultas Ilmu Keolahraagaan (E) Pendataan Di Fakultas Hukum (F) Pendataan Di Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik Dan Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Dan (G) Pendataan Di Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Dan Fakultas Seni Dan Bahasa

Proses pengambil data seperti ditunjukkan Gambar 4 dilakukan sesuai tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 5, 6, 7, 8 dan 9. Data didapat kemudian divisualisasi menggunakan Aplikasi Micosoft Excel. Visualisasi yang dilakukan sesuai aturan FL seperti berikut

1. Fuzzification: termasuk mendefinisikan fungsi keanggotaan (MF) untuk variabel input untuk menentukan tingkat kebenaran dalam setiap aturan. Input berisi satu input variabel dari konservasi, CO dengan sensor MQ-7 yang ditunjukkan pada Gambar 5 (a).
2. Inferensi: berisi aturan fuzzy IF THEN. Dalam penelitian tersebut, aturan FL dibangun berdasarkan pengamatan percobaan konservasi, CO. Aturan solusi FL sebagai berikut:

IF kadar CO = 0 – 10 ppm, THEN Normal

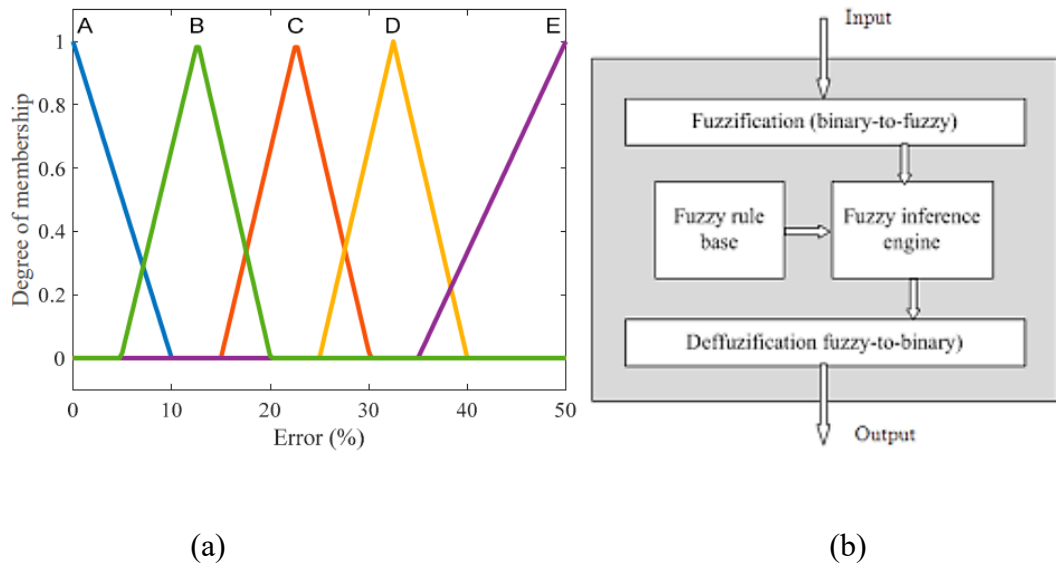
IF kadar CO = 8 – 20 ppm, THEN Sedang

IF kadar CO = 18 – 30 ppm, THEN Tinggi

IF kadar CO = 28 – 40 ppm, THEN Sangat Tinggi

IF kadar CO = 38 – 50 ppm, THEN Extrem

3. Defuzzifikasi: Metode yang digunakan pada FL yaitu metode "sentroid". Metode sentroid bergantung pada pusat gravitasi digunakan untuk mendapatkan hasil akhir, yang merupakan persentase kesalahan konser CO



**Gambar 5.** Fungsi Keanggotaan Input Dan Output Dalam Sistem FI Yang Diusulkan: (a) Fungsi Keanggotaan untuk kadar CO (b) Konsep FL pada FIS

Skema fungsi keanggotaan yang dibuat, kemudian dimasukan kedalam Microsoft Excel untuk divisualisasi sesuai dengan perumusan matematis berikut

$$\mu_{A \cap B} [x] = \min(\mu_A[x], \mu_B[x]) \quad (1)$$

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ (x - a)/(b - a), & a < x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \geq 0 \\ (b - x)/(b - a), & a < x \leq b \\ 1, & x < b \end{cases} \quad (3)$$

Dengan menggunakan persamaan (2) dan persamaan (3) didapat data, seperti ditunjukan pada Tabel 1

**Tabel 1** tingkat CO dengan pengumpulan data di masing-masing fakultas dengan total 7 fakultas yang telah diambil CO data dan Pengolahan Data Analytics dengan Metode FL

<b>Data Fakultas yang diuji</b>	<b>Min (ppm)</b>	<b>Max (ppm)</b>	<b>Kadar CO menggunakan FL</b>	<b>Kondisi</b>
Fakultas Kedokteran	3	5	$3 \pm 0.3$ and $5 \pm 0.5$	Normal
Fakultas Pendidikan dan Psikologi	4	10	$4 \pm 0.4$ and $10 \pm 1$	Normal
Fakultas Teknik	3	9	$3 \pm 0.3$ and $9 \pm 0.9$	Normal
Fakultas Ilmu Keolahragaan	3	10	$3 \pm 0.3$ and $10 \pm 1$	Normal
Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik dan Fakultas Bisnis dan Ekonomi	6	8	$6 \pm 0.6$ and $0.8 \pm 0.8$	Normal
Fakultas Hukum	6	14	$6 \pm 0.6$ and $14 \pm 0.4$	Sedang
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Fakultas Bahasa dan Seni	3	4	$3 \pm 0.3$ and $4 \pm 0.4$	Normal



**Gambar 6.** Pengambilan Data di Fakultas Ilmu Pendidikan. Sumber : Dokumentasi Penelitian

Pengambilan data yang dilakukan pada setiap fakultas di UNNES selama 5 minggu sebanyak 9 tempat. Pada minggu 1, tim penelitian ormawa UKM Penelitian melakukan pengambilan data 1 yaitu di parkir FIPP guna

mengumpulkan data terkait tingkat polusi di parkir FIPP, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 7.** Pengambilan Data di Fakultas Ilmu Pendidikan. Sumber : Dokumentasi Penelitian, Sumber : Dokumentasi Penelitian

Selanjutnya pada minggu ke2 tim kami melakukan pengambilan data di antara FIS dan FEB, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



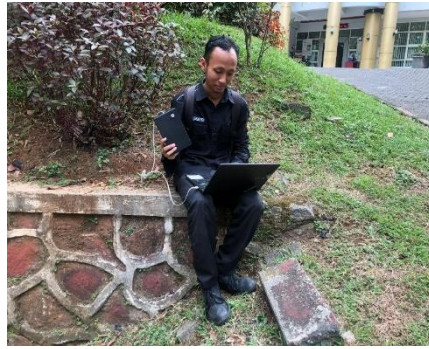
(a)



(b)

**Gambar 7.** Lanjut.





(c)



(d)



(e)

**Gambar 7.** Pengambilan Data di (a) Fakultas Ilmu Keolahragaan (b) Fakultas Teknik (c) Fakultas Hukum (d) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Fakultas Seni dan Bahasa dan (e) Fakultas Kedokteran . Sumber : Dokumentasi Penelitian, Sumber : Dokumentasi Penelitian

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pemantauan konsentrasi karbon monoksida (CO) real-time menggunakan logika fuzzy pada platform Internet of Things (IoT) dan integrasi dengan Telegram untuk penyebaran informasi. Melalui penggunaan mikrokontroler ESP32 dan sensor MQ-7, sistem ini mampu mengukur konsentrasi CO dengan akurasi dan presisi tinggi setelah melalui tahap kalibrasi dan pengoptimalan sensor. Data yang dikumpulkan

dari berbagai fakultas di Universitas Negeri Semarang (UNNES) menunjukkan variasi konsentrasi CO yang signifikan, berkisar antara 3 hingga 20 ppm, dengan stabilisasi pada 6 ppm. Variasi ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kepadatan lalu lintas, aktivitas industri, dan tutupan vegetasi di sekitar masing-masing fakultas. Penggunaan logika fuzzy memungkinkan klasifikasi tingkat konsentrasi CO menjadi beberapa kategori, yang membantu dalam pemahaman dan penanganan kondisi polusi udara. Sistem ini juga memberikan pemberitahuan langsung kepada pengguna melalui platform Telegram, meningkatkan kesadaran dan memungkinkan tindakan pencegahan yang cepat. Hasil penelitian ini tidak hanya berkontribusi positif dalam mengurangi dampak negatif kemacetan lalu lintas terhadap kualitas udara di UNNES, tetapi juga membuka peluang pengembangan sistem serupa di daerah perkotaan lainnya. Dengan demikian, penelitian ini memberikan solusi inovatif untuk pengelolaan lingkungan dan kesehatan masyarakat yang lebih baik.

## **SARAN**

Adapun saran pada penelitian ini dikembangkan lebih terkini untuk metode pengambilan data yaitu mengolah menggunakan Kecerdasan Buatan (AI) dalam memprediksi dan pengambilan sebuah Keputusan.

## **DAFTAR PUSTAKA**


- [1] Sari IY, Sunarko S, Hardati P. Tingkat Pengetahuan Warga Kampus di Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang tentang Pengelolaan Sampah. *Edu Geography*. 2016;4(3):50-56.
- [2] Maksum, T. S., Talib, Y., & Tantrakarnapa, K. (2023). Ecological and Health Risks Assessment Due to Carbon Monoxide (CO) Exposure: Implications of Air Pollution for Parking Attendants. *International Journal of Hydrological and Environmental for Sustainability*, 2(1), 32-40.
- [3] Rizwan, M., & Karthikeyan, K. (2023). Analyzing the Environmental and Public Health Impacts of Increased Petrol and Diesel consumption and its emissions in relation to Alternate Fuels. *Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology*, 30(11), 110-119.
- [4] Breitner-Busch, S., Mücke, H. G., Schneider, A., & Hertig, E. (2023). Impact of climate change on non-communicable diseases due to increased ambient air pollution. *Journal of Health Monitoring*, 8(Suppl 4), 103.
- [5] Ratnawati, F., Subandri, M. A., & Afridon, M. (2023). Sistem Monitoring Keselamatan Kapal Nelayan Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Inovtek Polbeng Seri Informatika*, 8(2), 464-471.
- [6] Sasmita, A., Reza, M., Elystia, S., & Adriana, S. (2022). ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN VOLUME KENDARAAN TERHADAP EMISI DAN KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA DI JALAN JENDERAL SUDIRMAN, KOTA PEKANBARU. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(4), 269-279.

- [7] Apriyana, M., Ergantara, R. I., & Nasoetion, P. (2023). Analisis Emisi Karbon Monoksida Akibat Kemacetan Kendaraan di Kota Bandar Lampung (Studi Kasus: Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Jl. Hi. Komarudin). *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3).
- [8] Biondo, E. J. (2023). Real-time indoor air quality (IAQ) monitoring system for smart buildings (Doctoral dissertation).
- [9] Harpad, B., Salmon, S., & Saputra, R. M. (2022). SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA DI KAWASAN INDUSTRI DENGAN NODEMCU ESP32 BERBASIS IOT. *Jurnal Informatika Wicida*, 12(2), 39-47.
- [10] Widodo, S., (2021). Teknologi Monitoring Kualitas Udara Secara Real-Time Terintegrasi. *TIARSIE*, 18(2), 41-48.
- [11] Iswahyudi, C., & Novianta, M. A. (2019). Pengembangan Sistem Pemantau Pencemaran Udara secara Realtime berbasis Arduino GSM Shield. *Simposium Nasional RAPI XVIII*
- [12] Subagiyo, H., Wahyuni, R. T., Akbar, M., & Ulfa, F. (2021). Rancang Bangun Sensor Node untuk Pemantauan Kualitas Udara. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 18(1), 72-79.

## LAMPIRAN

### Bukti capaian luaran Penelitian

#### 1) Surat Perjanjian Penelitian

 <b>UNNES</b> <small>UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG</small>	<b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI</b> <b>UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG</b> <b>LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN</b> <b>KEPADA MASYARAKAT</b>	Gedung Prof. Retno Sriningsih Kampus UNNES Sekaran, Kota Semarang-50229 Telp. (024)86008700 ext.050 Laman: <a href="http://lppm.unnes.ac.id">http://lppm.unnes.ac.id</a> Email: <a href="mailto:lppm@mail.unnes.ac.id">lppm@mail.unnes.ac.id</a>
---	--	---

**SURAT PERJANJIAN**

**PELAKSANAAN PENELITIAN ORGANISASI KEMAHASISWAAN**  
**DANA DPA LPPM UNNES TAHUN 2024**  
**Nomor: 466.26.2/UN37/PPK.10/2024**

Pada hari ini Senin tanggal dua puluh enam bulan Februari tahun 2024, kami yang bertandatangan dibawah ini :

**1. Prof. Dr. Sucihatiningsih DWP, M. SI :** **Pejabat Pembuat Komitmen** Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang yang berkedudukan di Semarang, berdasarkan Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : T/13/UN37/HK.02/2023 tanggal 29 Desember 2023, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Pengguna Anggaran LPPM Universitas Negeri Semarang, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;

**2. GALIH RIDHO UTOMO :** Pegawai pada FMIPA Universitas Negeri Semarang, dalam hal ini bertindak sebagai Pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Organisasi Kemahasiswaan Tahun Anggaran 2024 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**;

**PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Organisasi Kemahasiswaan dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut.

**PASAL 1**  
**DASAR HUKUM**

Perjanjian penugasan ini berdasarkan kepada:

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Indonesia;
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 tahun 2022 tentang Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum Universitas Negeri Semarang;
4. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 203/PMK.05/2020 tentang Tata Cara Pembayaran dan Pertanggungjawaban Anggaran Penelitian atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara;
5. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor T/13/UN37/HK.02/2023 tanggal 29 Desember 2023, tentang Pengangkatan Pejabat Pengelola Keuangan Tahun Anggaran 2024 Universitas Negeri Semarang;
6. Peraturan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor 01 Tahun 2024 tanggal 02 Januari 2024, tentang Standar Biaya Masukan Universitas Negeri Semarang Tahun Anggaran 2024;
7. Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor T/237/UN37/HK.02/2024 tanggal 20 Februari 2024 tentang Pelaksana Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang;
8. Dokumen Pelaksanaan Anggaran (DPA) Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Semarang (UNNES) Nomor DPA : DPA 023.17.2.690645/2024.10.



## **PASAL 2 RUANG LINGKUP**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas melakukan penelitian kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Penelitian Organisasi Kemahasiswaan tahun 2024 dengan judul "Pengembangan Device Sistem Pemantauan Realtime Konsentrasi Polutan Karbon Monoksida (CO) untuk Mengetahui Hubungan Studi Kasus pada Kemacetan Lalu Lintas dan Temporal Nilai Konsentrasi Polutan Berbasis IoT dengan Platform Telegram pada Lingkungan Sekitar UNNES";
- (2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi, keuangan, laporan, dan luaran penelitian atas pekerjaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya kepada **PIHAK PERTAMA** sesuai persyaratan yang telah ditetapkan oleh LPPM UNNES.

## **PASAL 3 DANA PENELITIAN**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 adalah sebesar Rp. 3.500.000,00 ( tiga juta lima ratus ribu Rupiah) sudah termasuk pajak;
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Dokumen Pelaksanaan Anggaran(DPA) LPPM UNNES Nomor DPA 023.17.2.690645/2024.10.

## **PASAL 4 TATA CARA PEMBAYARAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu  $70\% \times \text{Rp. } 3.500.000,00 = \text{Rp. } 2.450.000,00$  ( dua juta empat ratus lima puluh ribu Rupiah), yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah mengunggah hasil revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang dan RAB penelitian ke SIPP;
  - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu  $30\% \times \text{Rp. } 3.500.000,00 = \text{Rp. } 1.050.000,00$  ( satu juta lima puluh ribu Rupiah), dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah mengunggah Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang pada SIPP **paling lambat tanggal 01 Oktober 2024**;
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening BTN atas nama N.A dengan nomor rekening N.A;

## **Pasal 5 JANGKA WAKTU**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tanggal 26 Februari 2024** dan berakhir pada **Tanggal 01 Oktober 2024**, kecuali untuk luaran Jurnal Internasional Bereputasi dan Jurnal Nasional terakreditasi Sinta 1 dan Sinta 2.

**Pasal 6**  
**TARGET LUARAN**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib seperti tersebut di bawah:
- Luaran Wajib :**
- a. Hak Cipta (Granted)
  - b. Publikasi di Prosiding Seminar Internasional (Publish)
- (2) **Semua anggota peneliti** harus dimasukkan ke luaran wajib penelitian dan pada artikel **disebutkan nomor kontrak pada bagian "ucapan terimakasih"**;
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran jurnal secara periodik setiap bulan, sampai dengan 31 Agustus 2025 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 7**  
**HAK**

- (1) **PIHAK PERTAMA** berhak menerima dokumen hasil unggahan di laman SIPP dan dokumen *hardcopy* sebagai berikut:
1. Revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang;
  2. RAB penelitian;
  3. Instrumen penelitian;
  4. Menandatangani dan melaksanakan pakta integritas;
  5. Laporan Kemajuan;
  6. Laporan Akhir;
  7. Catatan harian berikut bukti-bukti kegiatan atau pengeluaran dana;
  8. Laporan penggunaan anggaran (70 % dan 100%);
  9. Bukti pertanggungjawaban keuangan penelitian;
  10. Luaran penelitian sebagaimana diatur dalam Pasal 6;
  11. Profil penelitian;
- (2) **PIHAK KEDUA** berhak mendapatkan dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 8**  
**KEWAJIBAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** mempunyai kewajiban:
- a. memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA**
  - b. melakukan pemantauan dan evaluasi
  - c. melakukan penilaian/monitoring dan evaluasi luaran penelitian
- (2) **PIHAK KEDUA** mempunyai kewajiban:
- a. Mengunggah dan mengisi dokumen sebagai berikut:
    1. Revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang;
    2. RAB penelitian;
    3. Instrumen penelitian;
    4. Menandatangani dan melaksanakan pakta integritas
    5. Laporan Kemajuan;
    6. Laporan Akhir;
    7. Catatan harian berikut bukti-bukti kegiatan atau pengeluaran dana;
    8. Laporan penggunaan anggaran (70 % dan 100%);
    9. Bukti pertanggungjawaban keuangan penelitian;
    10. Luaran penelitian sebagaimana diatur dalam Pasal 6, dan;
    11. Profil penelitian;
  - b. Menyerahkan hasil penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** melalui Berita Acara Serah Terima (BAST);
  - c. Pengunggahan sebagaimana dimaksud pada ayat (5) huruf a, dilaksanakan paling lambat tanggal **01 Oktober 2024**;

- d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *hardcopy* dokumen sebagaimana pada ayat (5) huruf a, masing-masing 1 (satu) eksemplar paling lambat tanggal **31 Desember 2024**;
- e. **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah bukti luaran publikasi wajib sebagaimana pada Pasal 6 paling lambat pada Tanggal **31 Agustus Tahun 2025** dengan status **ACCEPTED/PUBLISHED**.

#### **Pasal 9 MONITORING DAN EVALUASI**

- (1) **PIHAK PERTAMA** dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2024;
- (2) **PIHAK KEDUA** selaku Ketua Pelaksana **wajib hadir** dalam kegiatan Monitoring dan Evaluasi Internal, jika berhalangan wajib memberikan kuasa kepada anggota tim peneliti dalam judul yang sama.

#### **Pasal 10 PENILAIAN LUARAN**

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

#### **Pasal 11 PENGANTIAN KETUA PELAKSANA**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**;
- (2) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**;
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke **Kas UNNES**;
- (4) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 12 SANKSI**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian telah berakhir, **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya dan atau terlambat mengirim dan mengunggah laporan Kemajuan, catatan harian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) dan Laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda sebesar **1% (satu persen)** untuk setiap hari keterlambatan sampai dengan **setinggi-tingginya 5% (lima persen)** terhitung dari tanggal jatuh tempo (**01 Oktober 2024 s.d. 31 Desember 2024**);
- (2) Apabila sampai dengan batas waktu tanggal **31 Desember 2024**, **PIHAK KEDUA** tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7, maka **PIHAK KEDUA** dikenai sanksi mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya ke **Kas UNNES** dan sanksi administratif tidak dapat mengajukan proposal penelitian untuk sumber dana **DPA LPPM UNNES** dalam kurun waktu **2 (dua) tahun berturut-turut**;
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat memenuhi luaran yang telah dijanjikan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (1) sampai dengan tanggal **31 Agustus 2025** maka: **PIHAK KEDUA** tidak dapat mengajukan proposal penelitian untuk sumber dana **DPA LPPM UNNES** dalam kurun waktu **2 (dua) tahun berturut-turut** baik sebagai Ketua maupun Anggota.



**Pasal 13**  
**PEMBATALAN PERJANJIAN**

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian sepenuhnya yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke **Kas UNNES**;
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 14**  
**PAJAK**

- (1) Ketentuan pengenaan pajak pertambahan nilai dan/atau pajak penghasilan dalam rangka pelaksanaan kegiatan penelitian ini wajib dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA** sesuai dengan peraturan perundang-undangan di bidang perpajakan;
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan bukti pembayaran pajak kepada **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 15**  
**PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN**

- (1) Hak kekayaan intelektual yang dihasilkan dari Pelaksana Penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan;
- (2) Setiap publikasi, makalah dan/atau ekspos dalam bentuk apa pun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan "Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNNES" sebagai pemberi dana;
- (3) Hasil penelitian berupa peralatan dan/atau peralatan yang dihasilkan dari kegiatan penelitian ini adalah milik UNNES, yang dicatat dan disimpan pada LPPM UNNES.
- (4) Hasil penelitian sebagaimana ayat (3) akan dicatat dalam Berita Acara Serah Terima (BAST).

**Pasal 16**  
**INTEGRITAS AKADEMIK**

- (1) Pelaksana penelitian wajib menjunjung tinggi integritas akademik yaitu komitmen dalam bentuk perbuatan yang berdasarkan pada nilai kejujuran, kredibilitas, kewajaran, kehormatan, dan tanggung jawab dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan;
- (2) Penelitian dilakukan sesuai dengan kerangka etika, hukum dan profesionalitas, serta kewajiban sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- (3) Penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi standar ketelitian dan integritas tertinggi dalam semua aspek penelitian.
- (4) **PIHAK KEDUA** wajib menandatangani Pakta Integritas Akademik yang dibuat oleh **PIHAK PERTAMA** yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dengan perjanjian pelaksanaan penelitian ini.

**Pasal 17**  
**KEADAAN MEMAKSA (*FORCE MAJEURE*)**

- (1) **PARA PIHAK** dibebaskan dari tanggung jawab atas keterlambatan atau kegagalan dalam memenuhi kewajiban yang dimaksud dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian disebabkan atau diakibatkan oleh kejadian di luar kekuasaan **PARA PIHAK** yang dapat digolongkan sebagai keadaan memaksa (*force majeure*);

- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blokade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian;
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak berwajib dan **PARA PIHAK** dengan etika baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

#### **Pasal 18 PENYELESAIAN SENGKETA**

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Semarang.

#### **Pasal 19 LAIN-LAIN**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri;
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

#### **Pasal 20 PENUTUP**

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 3 (tiga) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

**PIHAK PERTAMA**



**UNNES**  
LEMBAGA PENELITIAN DAN  
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

**Prof. Dr. Sucihatiningsih DWP, M. Si.**  
NIP. 196812091997022001

**PIHAK KEDUA**



**GALIH RIDHO UTOMO**  
NIM. 4211421036



## 2) Bukti Capaian Luaran Hasil Penelitian

### a) Hak Cipta Terpenuhi

 <b>REPUBLIK INDONESIA</b> <b>KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA</b>	
<b>SURAT PENCATATAN CIPTAAN</b>	
Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:	
Nomor dan tanggal permohonan	: EC00202451758, 19 Juni 2024
<b>Pencipta</b>	
Nama	: <b>Galih Ridho Utomo, Muhammad Hasan Mustofa dkk</b>
Alamat	: Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang, Jawa Tengah, 50229
Kewarganegaraan	: Indonesia
<b>Pemegang Hak Cipta</b>	
Nama	: <b>Universitas Negeri Semarang</b>
Alamat	: Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang, Jawa Tengah 50229
Kewarganegaraan	: Indonesia
Jenis Ciptaan	: <b>Program Komputer</b>
Judul Ciptaan	: <b>SISTEM PEMANTAUAN REALTIME KONSENTRASI POLUTAN KARBON MONOKSIDA MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC UNTUK MENGETAHUI HUBUNGAN STUDI KASUS KEMACETAN LALU LINTAS DAN TEMPORAL NILAI KONSENTRASI BERBASIS IOT DENGAN PLATFORM TELEGRAM DI LINGKUNGAN SEKITAR UNNES</b>
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	: 19 Juni 2024, di Semarang
Jangka waktu perlindungan	: Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan	: 000627123
adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon. Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.	
	a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL u.b Direktur Hak Cipta dan Desain Industri
 IGNATIUS M.T. SILALAHI NIP. 196812301996031001	
Disclaimer: Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.	

## LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Galih Ridho Utomo	Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang
2	Muhammad Hasan Mustofa	Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang
3	Ade Yuliana	Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang
4	Nining Hardiyanti	Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang
5	Fajar Wahyushi Fuedsi	Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang
6	Budi Prasetyo	Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang



## b) Publikasi di Prosiding Seminar Internasional di UMY Grace Progress (Tahapan menunggu Publish)

Galih Ridho Utomo Edit Conflicts List email received

Name Mr. Galih Ridho Utomo

EDAS Identifier 2234981

Type academia

Affiliation State University of Semarang

Drag to reorder	Email address	Valid? (Check)	Delete Edit
II	galihru@students.unnes.ac.id	Sep 19, 2024 09:00 UTC	
II	galihru@gmail.com	Jun 14, 2024 10:22 UTC	

Bio Research college students

Photo

Publications 0000-0003-4254-2142

Web page (URL) for employer https://unnes.ac.id

Languages

Memberships

Conflicts of interest (manually added) 0 not updated

Papers authored in all conferences

Conference	Paper title (details)	Status	Edit	Add and delete authors	Withdraw or unwithdraw	Final manuscript PDF	Presentation	Video Presentation for Backup	Copyright Submission	Final manuscript Word	Poster
ETCoS-Grace 2024	Real-Time Monitoring System for CO Pollutant Concentration Using Fuzzy Logic on an Internet of Things (IoT) Platform and Telegram Around UNNES	Withdrawn									
SAGE-Grace 2024	Real-Time Monitoring System for CO Pollutant Concentration Using Fuzzy Logic on an Internet of Things (IoT) Platform and Telegram Around UNNES	Accepted									

Registration invoices and payments

ETCoS-Grace 2024

### 3) Dokumentasi

- a) Process pembuatan alat di D9, Laboratorium Fisika, Ruang Workshop, Fisika, FMIPA UNNES selama Bulan April




- b) Kode Program yang ditulis menggunakan Algoritma C++ di Aplikasi Arduino IDE selama Bulan Mei

```

1 //
2 //
3 //
4 #include <Arduino.h>
5 #include <TelegramBot.h>
6 #include <UniversalTelegramBot.h>
7 #include <WiFi.h>
8 #include <MQTT.h>
9
10
11 #define WIFI_SSID "Galaxy"
12 #define WIFI_PASSWORD "Fhdh786"
13
14 //BotToken BOT_TOKEN "7878124624:AAQCS3ap1PQ40XSA22:K04001WpBg" //Telegram BotToken
15 //BotToken BOT_TOKEN "7878124624:AAQCS3ap1PQ40XSA22:K04001WpBg" //Telegram BotToken
16 //BotToken BOT_TOKEN "7878124624:AAQCS3ap1PQ40XSA22:K04001WpBg" //Telegram BotToken
17 //BotToken BOT_TOKEN "7878124624:AAQCS3ap1PQ40XSA22:K04001WpBg" //Telegram BotToken
18 //BotToken BOT_TOKEN "7878124624:AAQCS3ap1PQ40XSA22:K04001WpBg" //Telegram BotToken
19 //BotToken BOT_TOKEN "7878124624:AAQCS3ap1PQ40XSA22:K04001WpBg" //Telegram BotToken
20 //BotToken BOT_TOKEN "7878124624:AAQCS3ap1PQ40XSA22:K04001WpBg" //Telegram BotToken
21 //BotToken BOT_TOKEN "7878124624:AAQCS3ap1PQ40XSA22:K04001WpBg" //Telegram BotToken
22
23 #define CHAT_ID "-188213797533" //Channel ID
24
25 WiFiClientSecure net_ssl;
26 UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, net_ssl);
27 Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy();
28 MQT mqtt(12, 5, 8);
29
30 void setup() {

```

- c) Pengujian Alat di Fakultas UNNES

Tanggal Pengujian	Gambar	Tempat Pengujian di Fakultas
06 Mei 2024		Pengambilan Data di Fakultas Ilmu Pendidikan. Sumber : Dokumentasi Penelitian



06 Juni 2024		Pengambilan Data di Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik dan Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Sumber : Dokumentasi Penelitian,
03 Juni 2024		Pengambilan Data di Fakultas Ilmu Keolahragaan Sumber: Dokumentasi Penelitian,
03 Juni 2024		Pengambilan Data di Fakultas Teknik Sumber: Dokumentasi Penelitian,
03 Juni 2024		Pengambilan Data di Fakultas Hukum Sumber: Dokumentasi Penelitian,

06 Juni 2024



Pengambilan Data di  
Fakultas Matematika  
dan Ilmu Pengetahuan  
Alam dan Fakultas  
Bahasa dan Seni,  
Sumber: Dokumentasi  
Penelitian,

02 Mei 2024

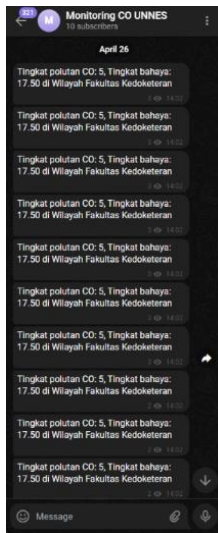


Pengambilan Data di  
Fakultas Kedokteran  
Sumber: Dokumentasi  
Penelitian,

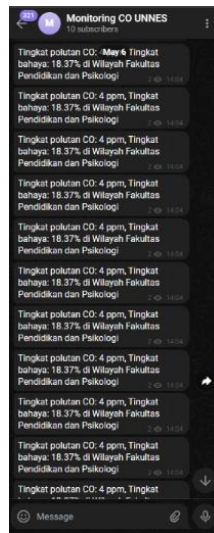


- d) Pengujian Pengiriman Data CO menggunakan Platform Telegram selama penelitian dilakukan. Alamat URL Platform Telegram yang digunakan, dapat diakses berikut

<https://t.me/MonitorCOUNNES>



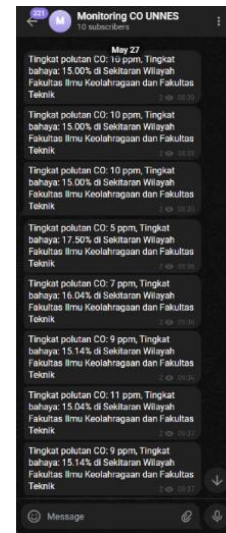
(a)



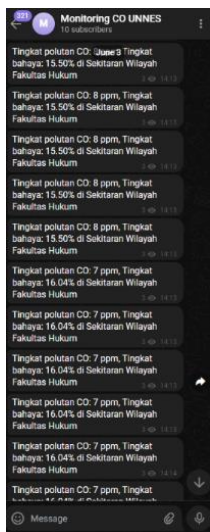
(b)



(c)



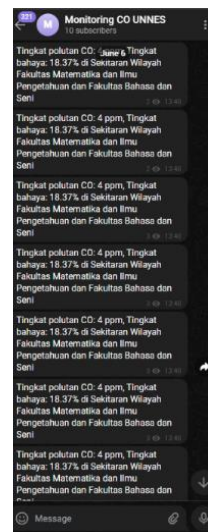
(d)



(e)



(f)



(g)

Hasil Pengukuran Co Kadar Menggunakan Layanan Geoinformasi Berbasis Fl (A) Pengumpulan Data Di Fakultas Kedokteran (B) Pendataan Di Fakultas Pendidikan Dan Psikologi (C) Pendataan Di Fakultas Teknik (D) Pendataan Di Fakultas Ilmu Keolahragaan (E) Pendataan Di Fakultas Hukum (F) Pendataan Di Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik Dan Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Dan (G) Pendataan Di Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Dan Fakultas Seni Dan Bahasa

e) Pembuatan Hak Cipta Program Komputer

**Hak Cipta Pengalihan Hak ke UNNES**

Yth. Pengusul Hak Cipta,

Dengan hormat, saat ini permohonan Hak Cipta dalam proses menunggu approval Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. Setelah diterima, E sertifikat akan kami kirim melalui email ini juga.

Atas perhatian dan kerjasamanya, kami sampaikan terimakasih.

Salam hormat,  
Sertika RI | PPM UNNES  
wa.me/6281338837308

[Silahkan klik disini](#)

This form was created inside of UNNES. [Sign Up Now](#)

Google Forms

f) Presentasi dan Seminar Hasil Penelitian di Prosiding Internasional UMY Grace melalui Zoom Meeting

**Model and Implementation**

- ✓ Dataset Forest Cover Type
- ✓ Dataset Electricity Consumption Dataset
- ✓ Dataset Real-time Large-Scale WSN Dataset

After Applying D Stream algorithm

Class	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
0	0.999	0.997	0.999	0.998
1	0.997	0.997	0.997	0.997
2	0.999	0.999	0.999	0.999

The 5<sup>th</sup> UMYGRACE

Participants: As Prof Glati, Admin, Juhari, Kane Kanigara, BiopHec room..., BiopHec Room..., BiopHec Room...