



TUGAS AKHIR - EE184801

**PENGEMBANGAN ALAT PEMBUAT PETA
KONSENTRASI GAS, SUHU DAN KELEMBABAN PADA
PESAWAT TANPA AWAK**

Muhammad Faiz Ardiansyah
NRP 07111440007005

Dosen Pembimbing
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - EE184801

**PENGEMBANGAN ALAT PEMBUAT PETA
KONSENTRASI GAS, SUHU DAN KELEMBABAN PADA
PESAWAT TANPA AWAK**

Muhammad Faiz Ardiansyah
NRP 07111440007005

Dosen Pembimbing
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT -EE184801

**DEVELOPMENT OF GAS CONCENTRATION,
TEMPERATURE, AND HUMIDITY MAPPING DEVICE ON
UNMANNED AERIAL VEHICLE**

Muhammad Faiz Ardiansyah
NRP 07111440007005

Supervisor
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2019

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Pengembangan Alat Pembuat Peta Konsentrasi Gas, Suhu dan Kelembaban pada Pesawat Tanpa Awak” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2019



Muhammad Faiz Ardiansyah
NRP. 0711 14 40007 005

**PENGEMBANGAN ALAT PEMBUAT PETA
KONSENTRASI GAS, SUHU DAN KELEMBABAN
PADA PESAWAT TANPA AWAK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing


Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 198101182003121003



PENGEMBANGAN ALAT PEMBUAT PETA KONSENTRASI GAS, SUHU DAN KELEMBABAN PADA PESAWAT TANPA AWAK

Nama : Muhammad Faiz Ardiansyah
Pembimbing : Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

ABSTRAK

Alat pembuat peta konsentrasi gas, suhu dan kelembaban adalah sebuah alat yang dirancang untuk memetakan kondisi gas pada suatu wilayah. Alat ini bekerja dengan diletakkan pada pesawat tanpa awak dan diterbangkan pada ketinggian tertentu untuk mendapatkan data kondisi gas, suhu dan kelembaban. Saat ini pemantauan kondisi gas hanya berada pada daerah-daerah tertentu dan dalam jangkauan yang kecil. Sumber gas karbon monoksida dan metana sudah begitu banyak. Pembakaran sampah, kebakaran hutan, kendaraan bermotor hingga letusan gunung merapi mengeluarkan gas karbon monoksida dan metana dengan volume yang tinggi. Sumber-sumber gas alam yang baru muncul juga tidak dapat diprediksi persebarannya. Akhirnya alat pembuat peta konsentrasi gas, suhu dan kelembaban akan diterbangkan pada daerah yang mengandung konsentrasi gas beracun yang tinggi. Alat ini bekerja dengan menggunakan mikroprosesor ATmega 2560. Dilengkapi GPS untuk menentukan lokasi dengan kondisi gas tertentu. Sensor suhu dan kelembaban juga dimaksudkan untuk memantau kondisi udara pada wilayah tersebut. Data hasil pengukuran akan disimpan pada kartu memori yang terpasang pada alat tersebut menggunakan metode *data logger* dan akan diproses pada perangkat komputer secara *offline*. Peta konsentrasi gas, suhu dan kelembaban dibuat dengan metode K Nearest Regressor.

Alat yang dirancang sudah berhasil dibuat dengan ukuran 6.5 cm x 5 cm x 2 cm dan dipasang pada UAV. Pengujian yang telah dilakukan yakni pada Pakuwon City Kejawan Tambak. Peta yang dihasilkan berbentuk 3D maupun 2D dengan warna yang disesuaikan tingkat konsentrasi gas, suhu, dan kelembaban.

Kata kunci: Pemetaan, Gas, UAV

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

DEVELOPMENT OF GAS CONCENTRATION, TEMPERATURE, AND HUMIDITY MAPPING DEVICE ON UNMANNED AERIAL VEHICLE

Name : Muhammad Faiz Ardiansyah
Supervisor : Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

ABSTRACT

Gas concentration, temperature and humidity map maker are a device designed to map gas conditions in an area. This tool works by being placed on unmanned aircraft and flown at a certain height to obtain data on gas conditions, temperature and humidity. At present the monitoring of gas conditions is only in certain areas and in a small range. The source of carbon monoxide and methane is already so much. Garbage combustion, forest fires, motor vehicles to the eruption of volcano emit high volumes of carbon monoxide and methane. The new sources of natural gas are also unpredictable. Finally, the gas concentration, temperature and humidity map maker will be flown in areas containing high concentrations of toxic gases. This tool works by using an ATmega 2560 microprocessor. Equipped with GPS to determine the location with certain gas conditions. Temperature and humidity sensors are also intended to monitor air conditions in the area. The measurement data will be stored on the memory card installed on the device using the data logger method and will be processed on a computer device offline. Map of gas concentration, temperature and humidity is made by the K Nearest Regressor method.

The tool designed has been successfully made with a size of 6.5 cm x 5 cm x 2 cm and installed on a UAV. Tests that have been done are Pakuwon City Kejawen Tambak. The resulting map is in the form of 3D and 2D with colors that are adjusted for gas concentration, temperature, and humidity levels.

Keywords: Mapping, Gas, UAV

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat dan hikmat yang diberikan, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“PENGEMBANGAN ALAT PEMBUAT PETA KONSENTRASI GAS, SUHU DAN KELEMBABAN PADA PESAWAT TANPA AWAK”**, sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan program Strata-Satu di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan dan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak sekali doa, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Orang tua, yang tak henti-hentinya memberikan semangat dan kasih sayang yang luar biasa kepada penulis.
2. Bapak Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing atas gagasan topik tugas akhir serta bimbingan dan arahan untuk penulis selama mengerjakan tugas akhir.
3. Seluruh dosen bidang studi elektronika Departemen Teknik Elektro ITS.
4. Teman-teman CSSMoRA ITS yang telah memberikan banyak bantuan selama menjalani hidup di Surabaya
5. Teman-teman bidang studi elektronika yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Elektro ITS.

Penulis menyadari bahwa masih banyak yang dapat dikembangkan pada tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Januari 2019

Muhammad Faiz Ardiansyah

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| ABSTRAK..... | v |
| <i>ABSTRACT</i> | vii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xix |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah | 2 |
| 1.5. Metodologi Penelitian | 2 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 4 |
| 1.7. Relevansi..... | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)..... | 7 |
| 2.2. Arduino | 8 |
| 2.3. Atmega 2560..... | 8 |
| 2.4. Sensor Gas Semikonduktor..... | 8 |
| 2.5. Sensor Gas MQ-7..... | 9 |
| 2.6. Sensor MQ-2..... | 10 |
| 2.7. Global Positioning System (GPS)..... | 11 |
| 2.8. UBLOX NEO-M8N..... | 12 |
| 2.9. BMP280..... | 13 |
| 2.10. DHT 11 | 14 |
| 2.11. MicroSD..... | 15 |
| 2.12. MicroSD Module | 15 |
| 2.13. Buck Converter DC-DC..... | 16 |
| 2.14. Baterai LiPo (Lithium Polymer) | 16 |
| 2.15. Gas Karbon Monoksida (CO) | 17 |
| 2.16. Gas Metana (CH ₄) | 18 |
| 2.17. Regresi Polinomial | 18 |
| 2.18. Pycharm | 18 |
| 2.19. K-Nearest Neighbour | 19 |
| 2.20. Normalisasi | 19 |
| 2.21. Tinjauan Pustaka | 20 |

| | | |
|--------------------------|--|----|
| 2.21.1. | Pemetaan Distribusi Gas Polutan Menggunakan Quadcopter Berbasis Autonomous Waypoint Navigation [21]..... | 20 |
| 2.21.2. | <i>Implementation of Hazardous Chemical Gas Monitoring System Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i> [22] | 20 |
| 2.21.3. | <i>Design of Real-Time Gas Monitoring System Based-on Wireless Sensor Networks for Merapi Volcano</i> [23] | 20 |
| 2.21.4. | <i>Research in Automobile Exhaust Gas of Sulfur Dioxide and Nitrogen Dioxide Monitoring WSN and Optimization Coverage Algorithm</i> [24] | 21 |
| 2.21.5. | Monitoring Co dan Deteksi Dini Kebocoran Gas LPG pada Perumahan Menggunakan Wireless Sensor Network [25] | 21 |
| 2.21.6. | <i>Desain Wireless Sensor Network untuk Monitoring Pencemaran Udara di Lingkungan Outdoor</i> [26] | 21 |
| 2.21.7. | <i>Internet-based monitoring and warning system of methane gas generated in garbage center</i> [27] | 22 |
| PERANCANGAN SISTEM | | 23 |
| 3.1. | Diagram Blok Sistem..... | 24 |
| 3.2. | Perancangan Perangkat Keras..... | 25 |
| 3.2.1. | Mikrokontroler Atmega 2560 | 26 |
| 3.2.2. | <i>Bootloader</i> Mikrokontroler Atmega 2560 | 26 |
| 3.2.3. | <i>Downloader</i> Mikrokontroler Atmega 2560 | 27 |
| 3.2.4. | Sensor Gas MQ-7 | 28 |
| 3.2.5. | Sensor Gas MQ-2 | 28 |
| 3.2.6. | Sensor DHT-11 | 29 |
| 3.2.7. | Sensor Barometer | 29 |
| 3.2.8. | GPS | 30 |
| 3.2.9. | Rangkaian microSD | 31 |
| 3.2.10. | <i>Board</i> Mikrokontroler Terpadu | 32 |
| 3.3. | Perancangan Perangkat Lunak..... | 35 |
| 3.3.1. | Pembacaan BMP280 | 36 |
| 3.3.2. | Pembacaan UBLOX NEO-M8N | 36 |
| 3.3.3. | Pembacaan MQ-7 dan MQ-2..... | 37 |
| 3.3.4. | Pembacaan DHT-11 | 37 |
| 3.3.5. | Penyimpanan Data..... | 37 |
| 3.3.6. | Perhitungan Durasi Perekaman | 39 |
| 3.3.7. | Pengolahan Data Pembuat Peta Konsentrasi Gas, | |

| | |
|---|----|
| Suhu dan Kelembaban dengan Python | 40 |
| 3.4. Perancangan Perangkat pada Pesawat Tanpa Awak | 41 |
| PENGUJIAN DAN ANALISIS | 43 |
| 4.1. Pengujian Sensor Ketinggian | 43 |
| 4.2. Pengujian GPS | 45 |
| 4.3. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban | 46 |
| 4.4. Kalibrasi Sensor Gas Methana | 46 |
| 4.5. Pengujian Sensor Gas Methana | 48 |
| 4.6. Kalibrasi Sensor Gas Karbon Monoksida | 48 |
| 4.7. Pengujian Sensor Gas Methana | 49 |
| 4.7.1. Pengaruh Angin Pada Sensor Gas | 51 |
| 4.8. Realisasi Pemasangan Alat Pada Pesawat Tanpa Awak | 52 |
| 4.9. Pengujian Keseluruhan Sistem | 52 |
| 4.8.1. Pengujian di Darat Rute Keputih – ITS | 52 |
| 4.8.2. Pengujian di Darat Rute ITS | 54 |
| 4.8.3. Pengujian Keseluruhan Sistem di Udara tanpa <i>Flight Controller</i> | 55 |
| 4.8.4. Pengujian Keseluruhan Sistem di Udara dengan <i>Flight Controller</i> | 59 |
| 4.10. Pembuatan Peta Kondisi Gas | 61 |
| 4.9.1. Pengolahan Data Sensor | 61 |
| 4.9.2. Pembuatan Peta Kondisi Gas | 62 |
| 4.9.2.1. Peta Kondisi Gas Robotik | 62 |
| 4.9.2.2. Peta Kondisi Gas Pakuwon | 63 |
| 4.11. Analisa Keseluruhan Sistem | 68 |
| PENUTUP | 71 |
| 5.1. Kesimpulan | 71 |
| 5.2. Saran | 71 |
| DAFTAR PUSTAKA | 73 |
| LAMPIRAN A | 77 |
| LAMPIRAN B | 83 |
| LAMPIRAN C | 85 |
| BIODATA PENULIS | 87 |

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Pesawat UAV Fix Wing..... | 7 |
| Gambar 2.2 Arduino UNO. | 8 |
| Gambar 2.3 Atmega 2560. | 9 |
| Gambar 2.5 Struktur dan konfigurasi Sensor Gas MQ-7[6]..... | 10 |
| Gambar 2.6 Sensor Gas MQ-7[1]. | 10 |
| Gambar 2.7 Sensor Gas MQ-2. | 11 |
| Gambar 2.8 Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-2 [9]..... | 11 |
| Gambar 2.9 GPS constellation[8]. | 12 |
| Gambar 2.10 NEO UBLOX M8N [12]. | 13 |
| Gambar 2.11 Gambar BMP 280 [13]. | 13 |
| Tabel 2.2. Spesifikasi BMP280 [13] | 14 |
| Gambar 2.12 MicroSD Sandisk. | 15 |
| Gambar 2.13 MicroSD Module..... | 15 |
| Gambar 2.14 Buck converter[14]..... | 16 |
| Gambar 2.15 Baterai LiPo[15]. | 17 |
| Gambar 2.16 Logo Pycharm[18]..... | 19 |
| Gambar 3.1. Gambaran Keseluruhan Sistem | 23 |
| Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem Mikrokontroler Terpadu | 25 |
| Gambar 3.3 Antarmuka Arduino UNO dengan Atmega 2560..... | 26 |
| Gambar 3.4 Skematik Atmega 2560. | 27 |
| Gambar 3.5 Antarmuka USB to Serial Communication dengan Atmega 2560..... | 28 |
| Gambar 3.6 Antarmuka Sensor MQ-7 dengan Atmega 2560..... | 28 |
| Gambar 3.7 Antarmuka Sensor MQ-7 dengan Atmega 2560..... | 29 |
| Gambar 3.8 Antarmuka Sensor DHT-11 dengan Atmega 2560..... | 29 |
| Gambar 3.9 Skematik BMP280. | 30 |
| Gambar 3.10 Antarmuka BMP280 dengan Atmega 2560..... | 30 |
| Gambar 3.11 Antarmuka GPS dengan Atmega 2560. | 31 |
| Gambar 3.12 Skematik Rangkaian MicroSD. | 31 |
| Gambar 3.13 Antarmuka MicroSD dengan Atmega 2560..... | 32 |
| Gambar 3.14 Skematik Catu Daya 5V dan Regulator 3.3V. | 33 |
| Gambar 3.15 Desain Board Mikrokontroler..... | 33 |
| Gambar 3.16 Desain Board Mikrokontroler Bagian Atas. | 33 |
| Gambar 3.17 Desain Board Mikrokontroler Bagian Bawah. | 34 |
| Gambar 3.18 Board Mikrokontroler Bagian Atas. | 34 |
| Gambar 3.19 Board Mikrokontroler Bagian Bawah. | 35 |
| Gambar 3.20 Realisasi Board Mikrokontroler. | 35 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.21 Diagram Alir Penyimpanan Data. | 39 |
| Gambar 3.22 Diagram Alir Pengolahan Peta Konsentrasi Gas | 40 |
| Gambar 3.21 Letak perangkat pada pesawat tanpa awak | 41 |
| Gambar 4.1 Gambar Realisasi Alat..... | 43 |
| Gambar 4.2 Skema Pengujian Keseluruhan Sistem..... | 44 |
| Gambar 4.3 Lokasi Pengujian GPS dilihat Melalui Google Maps. | 46 |
| Gambar 4.4 Grafik karakteristik dari sensitifitas sensor MQ-2 | 47 |
| Gambar 4.5 Grafik Kalibrasi Sensor MQ-2..... | 47 |
| (a) (b)..... | 49 |
| Gambar 4.6 (a) Kalibrasi Sensor MQ-7. (b) Alat Ukur CO meter. | 49 |
| Gambar 4.7 Grafik Kalibrasi Sensor MQ-7..... | 49 |
| Gambar 4.8 (a) Pengujian Dengan Asap Kendaraan Bermotor (b) Pengujian Dengan Asap Hasil Pembakaran Kertas..... | 50 |
| Gambar 4.9 Grafik Pembacaan Sensor Jika Terkena Angin | 51 |
| Gambar 4.10 (a) Letak sensor MQ-2 (b) Letak sensor MQ-7..... | 53 |
| Gambar 4.11 (a) Letak sensor DHT11 (b) Letak Mikrokontroller dan GPS | 53 |
| Gambar 4.12 Tampilan Rute Keputih – ITS pada Peta. | 54 |
| Gambar 4.13 Hasil Pemetaan Kondisi Gas Rute Keputih – ITS..... | 55 |
| Gambar 4.14 Tampilan Rute ITS pada Peta..... | 56 |
| Gambar 4.15 Pesawat yang Digunakan pada Pengujian. | 57 |
| Gambar 4.16 Peletakan Board Mikrokontroler pada Pesawat. | 58 |
| Gambar 4.17 Grafik Ketinggian Pesawat pada saat Pengujian. | 58 |
| Gambar 4.18 Lapangan Perumahan Pakuwon City Dilihat dari Google Maps | 59 |
| Gambar 4.19 Rute Terbang Pesawat tanpa Awak | 60 |
| Gambar 4.20 Pesawat yang Digunakan pada Pengujian..... | 60 |
| Gambar 4.21 Grafik Ketinggian Pesawat pada saat Pengujian. | 61 |
| Gambar 4.22 Graphical User Interface (GUI) Program Pembuat Peta Konsentrasi Gas | 62 |
| Gambar 4.23.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas..... | 63 |
| Gambar 4.24.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas..... | 63 |
| Gambar 4.25 Hasil Pemetaan Kondisi Gas Karbon Monoksida menggunakan Data Scatter..... | 64 |
| Gambar 4.26.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas Karbon Monoksida | 64 |
| Gambar 4.26.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas Karbon Monoksida | 65 |
| Gambar 4.27.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas Methana..... | 65 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.27.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas Methana | 66 |
| Gambar 4.28.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Suhu | 66 |
| Gambar 4.28.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Suhu | 67 |
| Gambar 4.29.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Kelembaban | 67 |
| Gambar 4.29.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Kelembaban | 68 |

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1. Fitur UBLOX NEO-M8N[9]..... | 12 |
| Tabel 3.1. Spesifikasi Alat..... | 24 |
| Tabel 4.1. Hasil Pengujian BMP280 di Gedung B Teknik Elektro Terhadap Permukaan Laut..... | 44 |
| Tabel 4.3. Data Koordinat GPS pada Atap Gedung B Teknik Elektro. . | 45 |
| Tabel 4.4. Pengujian Sensor DHT11 | 46 |
| Tabel 4.6. Pengujian Dengan Asap Kendaraan Bermotor. | 50 |
| Tabel 4.7. Pengujian Dengan Asap Hasil Pembakaran Kertas. | 50 |

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB I

PENDAHULUAN

Tugas akhir merupakan suatu penelitian yang dilakukan sebagai persyaratan akademik untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Topik yang akan dibahas pada tugas akhir ini mengenai pemetaan kondisi gas menggunakan pesawat tanpa awak.

Pada bab ini membahas mengenai hal-hal yang mendahului pelaksanaan tugas akhir. Hal tersebut meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan relevansi.

1.1. Latar Belakang

Pencemaran udara di Indonesia merupakan masalah yang cukup serius. Hal ini berdampak pada beberapa aspek diantaranya perubahan iklim, kesehatan hingga ekonomi. Saat ini beberapa kota di Indonesia memiliki tingkat polusi udara yang begitu tinggi. Hal ini disebabkan karena beberapa daerah sedang mengalami pembangunan dalam sektor industri. Selain itu beberapa faktor penyebab polusi udara diantaranya pembakaran sampah, pembukaan lahan untuk sawit, kendaraan bermotor hingga letusan gunung berapi.

Surabaya adalah kota yang sebagian wilayahnya berupa kawasan industri. Hal ini membuat penduduk dari luar Surabaya mulai memasuki Kota Surabaya pada jam kerja sehingga meningkatkan volume kendaraan bermotor yang menyebabkan polusi udara. Disamping itu limbah hasil industri berupa gas-gas berbahaya juga menyebabkan tingkat polusi disana cukup tinggi. Menurut ISPU, kondisi udara Kota Surabaya masih dalam tahap wajar.

Karbon Monoksida (CO) dan Metana (CH₄) adalah jenis gas berbahaya. CO merupakan jenis gas yang tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna. CO bisa menyebabkan penurunan daya tampung oksigen dalam darah hingga menyebabkan kematian [1]. Metana (CH₄) dapat menimbulkan ledakan dan kebakaran pada TPA jika berada di udara dengan konsentrasi 5-15% [2]. Kedua gas ini juga penyebab efek gas rumah kaca.

Saat ini Surabaya sudah terpasang tujuh buah Air Quality Monitoring Station (AQMS). Tentu hal ini tidak bisa mewakili sebagian

Kota Surabaya. Selain itu parameter yang digunakan hanya parameter PM10, yang hanya mampu mendeteksi partikel yang lebih kecil kurang dari 10 mikron [3]

Penelitian ini dirancang untuk memperoleh data konsentrasi gas pada kawasan yang cukup luas dengan memasang perangkat sensor gas pada pesawat tanpa awak. Diharapkan penelitian ini memperoleh data yang cukup kredibel dan mampu memetakan daerah mana saja yang harus mendapat perlakuan khusus terkait kondisi udara.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara untuk merancang alat yang bisa dipasang di UAV
2. Bagaimana cara menyimpan data sensor gas dan suhu, barometer, dan GPS pada alat
3. Bagaimana cara memetakan daerah berdasarkan konsentrasi gas secara offline

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian pada tugas akhir ini bertujuan sebagai berikut:

1. Membuat alat yang fleksibel dan efisien yang akan dipasangkan pada UAV
2. Memperoleh data pembacaan sensor gas dan suhu, barometer, GPS kemudian disimpan pada microSD
3. Memperoleh peta konsentrasi gas dengan cakupan wilayah tertentu

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Gas yang akan dipetakan yaitu gas CO dan CH₄.
2. Tidak ikut serta dalam pembuatan UAV.

1.5. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang dikerjakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur berisi kegiatan pengumpulan dan pengkajian dasar

teori yang terpercaya untuk menunjang penulisan tugas akhir ini. Literatur dapat bersumber dari paper, jurnal, artikel, buku, maupun website yang bertaraf nasional dan internasional, serta dari hasil konsultasi dengan dosen pembimbing.

2. Observasi dan Analisa Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengkajian terhadap sistem kerja UAV dan alat pengukur konsentrasi gas. Analisa terhadap kekurangan-kekurangan sensor gas guna menyempurnakan alat tersebut. Observasi dan analisa masalah dilakukan dengan mengkaji paper, jurnal, dan isu-isu terkini di website terkait pemetaan menggunakan UAV. Salah satu masalah yang ditemukan saat pengkajian berbagai sumber adalah respon yang lambat pada sensor gas, perlu adanya kalibrasi yang berulang-ulang pada barometer. Selanjutnya melakukan inovasi yang implementatif untuk mengatasi masalah tersebut.

3. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap ini merupakan tahap pencarian informasi mengenai konsep yang dibutuhkan untuk merancang alat ini, yang bisa didapatkan dari studi literatur dan bimbingan dosen pembimbing. Kemudian dilakukan pengumpulan alat dan bahan yang dibutuhkan. Alat dan bahan yang diperlukan adalah seperangkat laptop, modul GPS, modul sensor gas, sensor suhu dan kelembaban, sensor barometer, modul micro SD, serta alat dan bahan pendukung lainnya.

4. Perancangan Alat

Perancangan bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan memperhatikan data-data yang diperoleh sebelumnya. Perancangan disini termasuk perancangan software dan hardware. Software dirancang dengan pembuatan source code yang meliputi membaca sensor gas, sensor suhu dan kelembaban, sensor barometer, GPS dan penyimpanan data ke micro SD.

5. Pembuatan Alat

Perancangan bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan memperhatikan data-data yang diperoleh sebelumnya. Perancangan disini termasuk perancangan software dan hardware. Software dirancang dengan pembuatan source code yang meliputi membaca sensor gas dan suhu, sensor barometer, GPS dan penyimpanan data ke micro SD. Desain hardware meliputi arsitektur elektronik, interface dan desain mekanik penunjang lainnya.

6. Tahap Pengujian

Pengujian dilakukan secara bertahap, dari pengujian software

terhadap masing-masing komponen hingga pengujian hardware yang sudah tertanam software yang telah dibuat. Bagian-bagian tersebut meliputi sistem penyimpanan data pada micro SD dan pengujian pembacaan sensor gas dan suhu, barometer dan GPS.

Tahap pengujian selanjutnya yaitu memasang alat pada pesawat UAV kemudian diterbangkan sesuai dengan daerah yang akan dipetakan.

7. Analisa dan Evaluasi

Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian sehingga karakteristik software dan hardware dapat diketahui. Analisa dilakukan pada respon pembacaan sensor dan penyimpanan data ke micro SD. Apabila karakteristik dari dua bagian utama tersebut belum sesuai, maka perlu dilakukan evaluasi pada sistem untuk dirancang dan diuji kembali.

8. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Tahap penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari proses pengerjaan tugas akhir ini. Laporan berisi seluruh hal yang berkaitan dengan tugas akhir yang telah dikerjakan yaitu meliputi pendahuluan, studi literatur, tinjauan pustaka, perancangan dan pembuatan sistem, pengujian dan analisa, serta penutup.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam buku tugas akhir ini, pembahasan mengenai sistem yang dibuat terbagi menjadi Lima Bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- **Bab I : Pendahuluan**
Bab ini meliputi penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.
- **Bab II : Tinjauan Pustaka**
Pada bab ini berisi mengenai teori yang mendasari penyusunan laporan tugas akhir secara umum khususnya yang berhubungan komponen yang akan digunakan.
- **Bab III : Perancangan Sistem**
Bab ini menjelaskan tentang perencanaan sistem yang meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk pembuatan.
- **Bab IV : Pengujian dan Analisis**
Pada bab ini menguraikan tentang pengujian alat pada pesawat dan analisa hasil pengujian.

- Bab V : Penutup
Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan alat serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7. Relevansi

Dibuatnya tugas akhir ini akan membantu untuk menyelesaikan masalah yang terdapat pada sistem monitoring gas pada suatu wilayah. Pemetaan dilakukan menggunakan UAV sehingga bisa menjangkau wilayah yang cukup luas dan bisa digunakan untuk wilayah yang memiliki gunung api aktif untuk meminimalkan adanya korban dalam bencana gunung meletus yang diakibatkan tersebarnya gas metana yang berbahaya untuk manusia.

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Suatu penelitian memerlukan teori-teori yang sudah ada sebelumnya untuk dikaji lebih dalam memperkuat argument penulis. Teori tersebut digunakan untuk membantu penulis dan sebagai dasar dalam membuat suatu penelitian.

Pada bab ini terdapat teori dasar yang menjadi landasan untuk merumuskan dan menyelesaikan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini. Pada bagian ini terdapat tinjauan pustaka tentang komponen yang akan digunakan untuk membuat alat pada penelitian ini.

2.1. *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) merupakan pesawat tanpa awak yang pengaplikasiannya untuk melakukan system monitoring pada suatu wilayah [4]. UAV dapat dikendalikan dengan *remote* dari jarak jauh, diprogram dengan perintah tertentu, atau bahkan dengan sistem pengendali otomatis yang lebih kompleks. Aplikasi dari UAV sangat beragam tergantung kebutuhan mulai dari tugas militer hingga pengamatan udara. Selain itu, UAV juga digunakan pada keperluan umum seperti pemadam kebakaran, keamanan, pengecekan, dan masih banyak lagi [5]. Kontrol pesawat tanpa awak ada dua variasi utama, variasi pertama yaitu dikontrol melalui pengendali jarak jauh dan variasi kedua adalah pesawat yang terbang secara mandiri berdasarkan program yang dimasukkan kedalam pesawat sebelum terbang.



Gambar 2.1 Pesawat UAV *Fix Wing*.

2.2. Arduino

Arduino merupakan mikrokontroler single-board bersifat open source menggunakan mikro jenis AVR dari perusahaan ATMEL. Mikrokontroler ini bisa diprogram dengan bahasa sendiri yang mirip bahasa C pada software ArduinoIDE. Karena sifat mikrokontroler ini adalah open source, banyak dikembangkan piranti pendukung untuk mikrokontroler ini seperti Ethernet shield, Xbee shield, microSD shield yang bisa dipasang pada Arduino. Arduino memiliki banyak jenis diantaranya Arduino UNO, Arduino NANO, Arduino MEGA, Arduino DUE dan masih banyak lagi [6].



Gambar 2.2 Arduino UNO.

2.3. Atmega 2560

ATmega 2560 merupakan chip mikroprosesor yang dipasang pada Arduino MEGA. Chip ini merupakan mikroprosesor CMOS 8 bit dengan daya rendah. Dengan arsitektur Reduce Instruction Set Computing (RISC) yakni semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock. ATMEL AVR memiliki general purpose register sebanyak 32 buah dan terhubung langsung ke Arithmetic Logic Unit (ALU) yang memungkinkan 2 independent register diakses dalam satu instruksi tunggal dan dijalankan dalam 1 siklus clock. Hasil pengkodean dengan arsitektur ini pengkodeannya lebih efisien dan cepat [7].

2.4. Sensor Gas Semikonduktor

Sensor gas merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur senyawa gas polutan yang ada di udara seperti karbon monoksida,

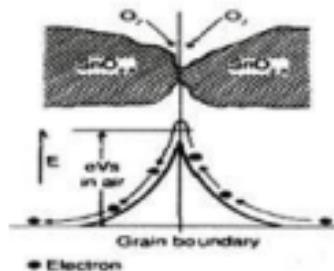


Gambar 2.3 Atmega 2560.

karbondioksida, hidrokarbon, nitrooksida, dan lain-lain. Terdapat beberapa jenis dari sensor gas semikonduktor. Yang membedakan adalah sensitivitas dari sensor tersebut. Prinsip kerja dari sensor ini yaitu semakin tinggi konsentrasi gas maka resistansi dari sensor akan semakin rendah. Sensor gas semikonduktor terbentuk dari pada permukaan luar Kristal, tegangan permukaan yang terbentuk akan menghambat laju aliran electron [8].

2.5. Sensor Gas MQ-7

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi Karbon Monoksida (CO). Sensor ini tersusun dari tabung keramik mikro AL_2O_3 dan lapisan sensitif yaitu Tin Dioxide (SnO_2). Selain itu terdapat elektroda pengukur, pemanas dan jaring baja antikorosi. Pemanas digunakan untuk membuat kondisi kerja yang diperlukan komponen sensitif untuk bekerja. MQ-7 memiliki 6 pin yang berisi 4 pin untuk mengambil sinyal data dan 2 pin



Gambar 2.4 Ilustrasi penyerapan O^2 oleh sensor.

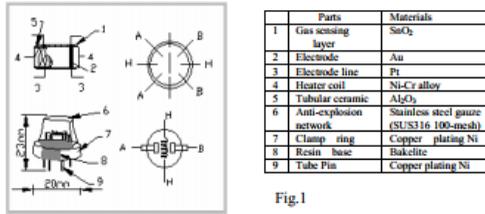
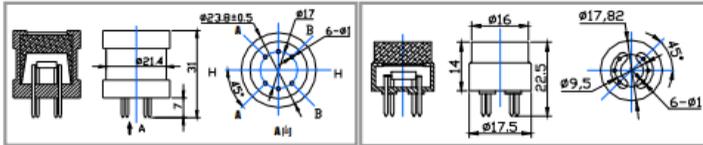
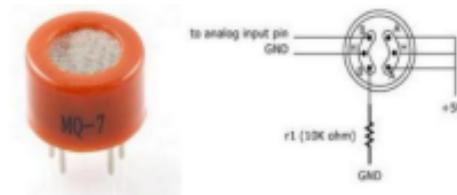


Fig.1



Gambar 2.5 Struktur dan konfigurasi Sensor Gas MQ-7[6].



Gambar 2.6 Sensor Gas MQ-7[1].

untuk menyediakan arus pada pemanas [8].

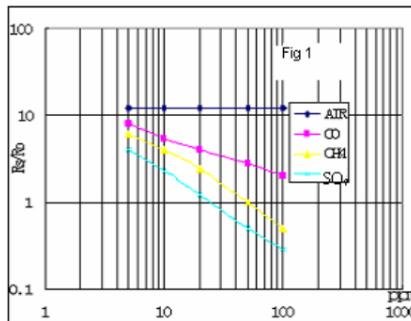
Sensor ini menghasilkan keluran berupa sinyal analog. Nilai resistansi yang berubah-ubah saat terkena gas. Pemanas digunakan untuk membersihkan ruangan dari kontaminasi udara luar. Kemudian sinyal analog dihubungkan pada ADC dan diperoleh pembacaan dalam bentuk digital [8].

2.6. Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah suatu komponen semikonduktor yang berfungsi sebagai pengindera bau gas metana(CH₄). Sensor MQ-2 peka terhadap CH₄. Sensor ini mempunyai tegangan masukan sebesar 5V dan memiliki waktu pemanasan yaitu lebih dari 48 jam. MQ-2 dapat menangkap konsentrasi gas antara 300-10000 ppm [9]. Selain metana, sensor ini juga cukup sensitif pada butana dan propana. Sensor ini bisa mendeteksi gas yang mudah terbakar dengan harga yang cukup murah dan cocok untuk keperluan sehari-hari. Gambar sensor MQ-2 ditunjukkan pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Sensor Gas MQ-2.



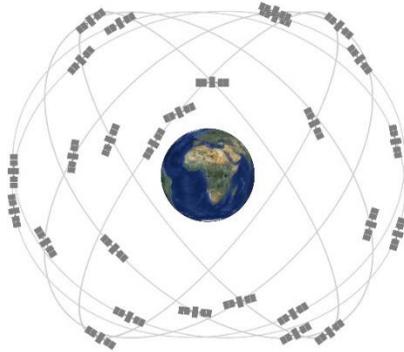
Gambar 2.8 Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-2 [9].

dan grafik karakteristik sensitivitas sensor MQ-2 ditunjukkan pada gambar 2.8.

2.7. Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) adalah konstelasi satelit yang mengorbit pada bumi dimana perangkat ini akan mengirimkan posisi lintang, bujur dan ketinggian. Receiver GPS dapat menentukan posisi di bumi. Sistem GPS terdiri dari 24 satelit yang mengorbit pada bumi dengan ketinggian sekitar 12.000 mil diatas permukaan bumi. Terdapat 5 ground station yang digunakan untuk memantau konstelasi satelit. Satelit tersebut dapat diakses 24 jam untuk menentukan tempat dua dan tiga dimensi di bumi [10].

Sistem navigasi GPS mulai dikembangkan pada tahun 1970 oleh militer Amerika Serikat. GPS digunakan untuk menyediakan data posisi dan navigasi berkelanjutan pada pasukan militer. GPS menyediakan dua jenis layanan yakni Standart Positioning Service (SPS) yang bisa diakses secara bebas oleh umum dan Precise Positioning Service (PPS) yang hanya bisa diakses oleh militer. Teknologi GPS mengacu tentang



Gambar 2.9 GPS constellation[8].

informasi waktu dan posisi yang tepat, yang diperoleh melalui atomic clock dan data lokasi [10].

Prinsip kerja GPS yakni satelit mengirimkan waktu dan posisi mereka. Receiver GPS menerima sinyal ini. Sinyal yang diterima Receiver GPS berasal dari tiga atau lebih satelit untuk menentukan posisi mereka di bumi. GPS akan mengukur interval waktu mengirim dan menerima sinyal satelit, dan menghitung jarak antara pengguna dan setiap satelit [10].

2.8. UBLOX NEO-M8N

Tabel 2.1. Fitur UBLOX NEO-M8N[9].

| <i>Supply</i> | <i>Interface</i> | <i>Feature</i> |
|---|--|--|
| 2.7 V – 3.6 V <i>Lowest Power</i> (DC/DC) | UART USB SPI DDC (I2C <i>compliant</i>) | <i>Programable flash</i> <i>Data logging</i> <i>Additional SAW</i> <i>Additional LNA</i> <i>RTC crystal</i> <i>Internal oscillator</i> <i>Active antenna / LNA</i> <i>supply</i> <i>Active antenna / LNA</i> <i>control</i> |

NEO-M8N memberikan tingkat sensitivitas cukup tinggi dan waktu akuisi yang cepat dengan mempertahankan daya rendah. NEO-M8N



Gambar 2.10 NEO UBLOX M8N [12].

membuat integrasi antar RF menjadi lebih mudah. Arsitektur RF yang canggih dapat membuat kinerja maksimum bahkan pada lingkungan GNSS yang berlawanan. Seri NEO-M8 menyediakan tingkat ketahanan dan koneksi lebih fleksibel [11].

Pada NEO-M8N terdapat 6 pin yakni vcc, ground, rx, tx, SDA dan SCL. Dalam NEO-M8N sudah memiliki fitur kompas. Untuk mengakses GPS dengan pin rx dan tx. Untuk mengakses kompas pada pin SDA dan SCL [11].

2.9. BMP280

BMP280 merupakan sensor tekanan barometric yang dirancang khusus untuk kepentingan monilitas. Modul sensor berukuran 2.0 x 2.5 x 0.75 mm. Karena berukuran kecil maka daya yang dikonsumsi juga kecil. BMP 280 dilengkapi dengan sensor suhu. Untuk mendapatkan tekanan barometric dengan cara menghubungkan SDA dan SCL. Yang nantinya dikonversi menjadi satuan pascal. Dari tekanan barometric ini maka akan didapatkan ketinggian dari daerah yang diukur tersebut. BMP 280 sangat cocok untuk mengukur ketinggian dari suatu lantai karena memiliki akurasi yang relatif sangat baik [13].



Gambar 2.11 Gambar BMP 280 [13].

Tabel 2.2. Spesifikasi BMP280 [13]

| Parameter | Symbol | Condition | Min | Typ | Max | Units |
|---|--------|--|------|-----|------|-------|
| Operating temperature range | TA | operational | -40 | 25 | 85 | °C |
| | | full accuracy | 0 | | 65 | |
| Operating pressure range | P | full accuracy | 300 | | 1100 | hPa |
| Sensor supply voltage | VDD | ripple max. 50mVpp | 1.71 | 1.8 | 3.6 | V |
| Interface supply voltage | VDDIO | | 1.2 | 1.8 | 3.6 | V |
| Supply current | IDD,LP | 1 Hz forced mode, pressure and temperature, lowest power | | 2.8 | 4.2 | μA |
| Peak current | Ipeak | during pressure measurement | | 720 | 1120 | μA |
| Current at temperature measurement | IDDT | | | 325 | | μA |
| Sleep current | IDDSL | 25 °C | | 0.1 | 0.3 | μA |
| Standby current (inactive, period of normal mode) | IDDSB | 25 °C | | 0.2 | 0.5 | μA |

2.10. DHT 11

DHT 11 merupakan salah satu jenis sensor suhu dan kelembaban yang memiliki sinyal digital output sudah dikalibrasi. Oleh karena itu bisa dikatakan kalau sensor ini cukup stabil dalam monitoring suhu dan kelembaban. Sensor ini sudah termasuk alat ukur kelembaban, suhu, dan bisa dihubungkan dengan mikrokontroler 8 bit dengan respon cepat dan biaya rendah.

Untuk sumber tegangan bisa memakai sumber 3-5 v. Ditambah

dengan satu kapasitor bernilai 100nF digunakan untuk filter daya. [14]

2.11. MicroSD

MicroSD merupakan kartu memori non-volatile yang dikembangkan oleh SD Card Association. MicroSD berfungsi untuk menyimpan file. MicroSD terbagi menjadi SDSC dengan kapasitas maksimum 2 GB, SDHC (High Capacity) memiliki kapasitas dari 4 GB sampai 8 GB, SDCX (Extended Capacity) memiliki kapasitas diatas 32 GB. Format file pada microSD diantara FAT16, SDHC sebagai FAT32, sedangkan SDXC sebagai ExFAT. FAT16 dan FAT 32 dapat diakses melalui semua perangkat SD reader. Perangkat yang menggunakan microSD mengidentifikasi kartu dengan string 128-bit. Untuk kartu standar, 12 dari bit digunakan untuk mengidentifikasi jumlah cluster memori (antara 1 sampai 4096) dan 3 bit digunakan untuk mengidentifikasi jumlah blok per cluster. [15]



Gambar 2.12 MicroSD Sandisk.

2.12. MicroSD Module

MicroSD card module adalah modul pembaca kartu Micro SD. Melalui sistem file dan SPI antarmuka driver, MCU untuk melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu MicroSD. Pengguna Arduino dapat menggunakan Arduino IDE dilengkapi dengan kartu SD untuk menyelesaikan proses read-write. Modul ini mendukung karu micro



Gambar 2.13 MicroSD Module.

SD dan kartu micro SDHC (kartu kecepatan tinggi). Power supply untuk modul ini adalah 4.5 – 5.5 VDC dan dilengkapi regulator tegangan 3.3

pada papan sirkuit.

2.13. *Buck Converter DC-DC*

Buck converter merupakan konverter penurun tegangan dari input ke output. Buck converter ini menerapkan sistem Switching Mode Power Supply (SPMS). Sistem SPMS adalah catu daya elektronik yang menggabungkan pengaturan penggantian (switching) untuk mengubah daya listrik secara efisien. [16]

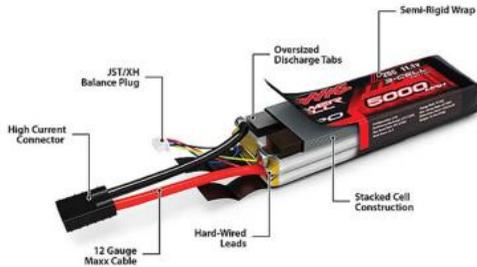
Buck converter yang digunakan menggunakan IC XL4005. Tegangan masukan pada IC yaitu dari 5 volt sampai 30 volt. Sedangkan tegangan keluaran yang dihasilkan yaitu 0.8 volt sampai 30 volt. Tegangan keluaran ini dapat diatur dengan cara memutar multiturn yang ada pada board buck converter. Arus keluaran maksimum sebesar 5 A dan kecepatan switching frekuensinya yaitu pada 300 KHz. [16]



Gambar 2.14 *Buck converter*[14].

2.14. *Baterai LiPo (Lithium Polymer)*

Baterai LiPo digunakan sebagai sumber dari rangkaian yang sudah dibuat seperti Arduino dan sensor-sensor lainnya. Baterai LiPo tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastic film tipis. Lapisan ini tersusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Metode ini dapat membuat baterai LiPo dibentuk dengan berbagai macam ukuran. Kekurangan dari baterai LiPo ini yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan discharging rate. Dapat diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini tidak dapat diaplikasikan pada keadaan sehari-hari karena dapat menimbulkan bahaya. [17]



Gambar 2.15 Baterai LiPo[15].

Ada tiga kelebihan dari baterai LiPo daripada baterai jenis lain yaitu :

- Baterai LiPo memiliki berat lebih ringan
- Baterai LiPo memiliki kapasitas penyimpanan lebih besar.
- Baterai LiPo memiliki tingkat discharge rate energy yang lebih tinggi.

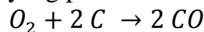
tinggi.

Kekurangan baterai antara lain :

- Harga dari baterai LiPo lebih mahal.
- Memiliki umur yang lebih pendek dari baterai lain.
- Dari segi keamanan baterai LiPo kurang aman karena menggunakan bahan elektrolit yang mudah terbakar.

2.15. Gas Karbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak terasa, dan tidak berbau. Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tak sempurna dari senyawa karbon. Sering terjadi pada mesin pembakaran dalam. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Reaksi O₂ dengan karbon membentuk CO disebut sebagai kesetimbangan Boudouard. Di atas 800 °C, CO adalah produk yang predominan:



Karbon monoksida sebagai polutan atau gas yang dapat mencemari udara. Karbon monoksida telah lama berada di atmosfer sebagai hasil produk dari aktivitas gunung berapi. Kandungan karbon monoksida pada gas gunung berapi kurang dari 0.01% sampai sebanyak 2%. Batas pemaparan gas karbon monoksida yang diperoleh oleh OSHA (Occupational Safety and Health Administration) adalah 35 ppm untuk waktu 8 jam/hari. Kadar yang dianggap langsung berbahaya terhadap

kehidupan atau kesehatan adalah 1500 ppm. Paparan dari 1000 ppm selama beberapa menit dapat menyebabkan 50 % kejenuhan dari karboksi hemoglobin dan dapat berakibat fatal. [18]

2.16. Gas Metana (CH₄)

Metana adalah hidrokarbon yang memiliki bentuk paling sederhana dan berbentuk gas dengan rumus kimia CH₄. Metana pada umumnya tidak berbau dan sebagai salah satu penyusun gas rumah kaca. Pada awal masa industri tingkat metana di udara sekitar 800 ppb dan meningkat drastis hingga abad kedua puluh. Hingga tahun 1990an kenaikan konsentrasi metana di udara tidak banyak dan hingga tahun 2006 tingkat konsentrasi metana di udara 1740 ppb. Tiap tahun mengalami kenaikan 4 – 11 ppb.

Metana dikenal sebagai pencemar yang cukup berbahaya. Sebagai penyebab kanker pada manusia, kerusakan permanen pada paru-paru, sesak nafas, hingga kematian yang mendadak. Anak kecil sangat rentan terhadap pencemaran udara metana ini dikarenakan mereka sering beraktifitas di luar dan paru-paru yang belum sempurna. [2]

2.17. Regresi Polinomial

Analisis regresi merupakan suatu metode statistic untuk menyelidiki dan memodelkan hubungan antara satu variable respon Y dengan satu atau lebih variabel predictor X. Misalnya diberikan himpunan data $\{(X_i, Y_i)\}$, $i = 1, \dots, n$ [19]. Secara umum hubungan antara Y dan X dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y_i = m(X_i) + \varepsilon_i$$

Dimana $m(x)$ adalah fungsi regresi, dan ε_i adalah suatu variabel acak yang menggambarkan variasi Y disekitar $m(x)$. Regresi polinomial merupakan penaksiran fungsi regresi dengan cara parametrik. Pada regresi parametrik digunakan bentuk fungsi parametrik tertentu sebagai $m(x)$. $m(x)$ digambarkan oleh sejumlah hingga parameter yang harus ditaksir [19]. Model dari regresi polinomial orde 2 (model kuadrat) sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \varepsilon$$

2.18. Pycharm

PyCharm adalah aplikasi yang disediakan untuk pengembang Python, terintegrasi bersama dengan berbagai library untuk menciptakan

perangkat lunak yang nyaman untuk pengembangan Python dan pengembangan Web. PyCharm dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dengan Python. Selain itu, seseorang bisa menggunakan Django, Flask, Pyramid, dan WebToPy. Juga, mendukung HTML (termasuk HTML5), CSS, JavaScript, dan XML: bahasa ini dikelompokkan dalam IDE melalui plugin dan diaktifkan secara default. Bahasa lain juga dapat ditambahkan melalui plugin.



Gambar 2.16 Logo Pycharm[18].

2.19. K-Nearest Neighbour

K-nearest neighbor merupakan sebuah metode klasifikasi terhadap objek berdasarkan pencarian data (*data learning*) yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data tersebut diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan fitur dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian-bagian berdasarkan klasifikasi data pembelajaran. Nilai k yang terbaik untuk algoritma ini tergantung pada data, secara umumnya, nilai k yang tinggi akan mengurangi efek noise pada klasifikasi, tetapi membuat batasan antarasetiap klasifikasi menjadi lebih kabur.

Ada beberapa cara yang bisa digunakan untuk metode data learning pada k-nearest neighbour, diantaranya *euclidean distance* dan *manhattan distance (city block distance)*. Paling umum yang digunakan adalah euclidean distance. [20]

$$\sqrt{(a_1 + b_1)^2 + (a_2 + b_2)^2 + \dots + (a_n + b_n)^2}$$

2.20. Normalisasi

Normalisasi digunakan untuk mengubah rentang data menjadi [-1,1] atau [0,1]. Data yang akan kita proses biasanya memiliki rentang yang cukup jauh. Oleh karena itu, *data miners* harus menormalkan variabel numerik mereka, untuk membakukan skala tiap variabel terhadap hasil. Ada beberapa teknik untuk normalisasi, diantaranya *min-max normalization* dan *Z-score standardization* [20]. Pada penelitian kali ini

saya menggunakan metode *min-max normalization*

$$X^* = \frac{X - \min(X)}{\text{range}(X)} = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)}$$

2.21. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka bertujuan untuk membandingkan perangkat yang telah ada dan dikembangkan sebelumnya dengan perangkat yang dirancang pada tugas akhir ini. Berikut merupakan judul paper atau proyek yang dibandingkan dengan proyek pada tugas akhir ini.

2.21.1. Pemetaan Distribusi Gas Polutan Menggunakan Quadcopter Berbasis Autonomous Waypoint Navigation [21]

Implementasi sensor gas pada quadcopter dapat menunjang pengukuran kadar gas diudara, sehingga kadar gas diudara dapat dimonitoring secara otomatis. Quadcopter merupakan salah satu jenis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang mampu bergerak secara otomatis sesuai dengan sistem tracking waypoint. Quadcopter ini dipengkapi GPS untuk mendapatkan posisi quadcopter yang dapat diakses secara langsung menggunakan *google maps* di *software mission planner*. Kadar gas polutan yang dimonitoring disimpan pada *web server raspberry pi 2* dan dapat diakses secara online. Hasil dari pemetaan gas ditampilkan dalam *3D analyzer google earth*

2.21.2. Implementation of Hazardous Chemical Gas Monitoring System Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) [22]

Pada penelitian ini penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan *platform hexacopter* untuk memantau tingkat gas kimia berbahaya yang ada diudara sangat efektif. UAV jenis ini mempunyai kemampuan terbang yang rendah dengan kecepatan rendah secara mandiri. UAV ini dapat mengukur tingkat gas berbahaya berdasarkan posisi GPS. Data akan disimpan pada memori dan dikirim ke *Ground Control Station* (CGS) melalui *Flight Controller* (Pixhawk PX4) menggunakan MAVLink Protocol. Setelah itu data akan diproses dan divisualisasikan pada grafis antarmuka di GCS.

2.21.3. Design of Real-Time Gas Monitoring System Based-on Wireless Sensor Networks for Merapi Volcano [23]

Dalam penelitian ini, topik yang diangkat adalah bagaimana membuat prototipe teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN), sensor dan model integrase yang tepat. Sistem ini akan memantau suhu dan gas disekitar Gunung Merapi. Sistem ini dirancang untuk mengatasi

tantangan terkait dengan lokasi sensor di mana tidak ada listrik. Sistem ini diletakkan dekat dengan sumber semburan gas agar lebih akurat. WSN memiliki kemampuan untuk memantau daerah terpencil dan pedesaan yang bias menjadi solusi untuk deteksi dini aktivitas vulkanik seperti gas berbahaya dan suhu disekitar gunung berapi.

2.21.4. *Research in Automobile Exhaust Gas of Sulfur Dioxide and Nitrogen Dioxide Monitoring WSN and Optimization Coverage Algorithm* [24]

Gas buang pada mobil yang berupa *sulfure dioxide* dan *nitrogen dioxide* menyebabkan masalah polusi di udara. Untuk mengatasi masalah poludi udara, pada paper ini menawarkan perancangan jaringan pemantau nirkabel Zegbee untuk memantau *sulfur dioxide* dan *nitrogen dioxide*. Pada jaringan pemantau ini menggunakan algoritma *Fish Swarm* untuk mengoptimal cakupan area jaringan. Hasil dari simulasi menunjukkan cakupan area jaringan menjadi 95%, dan membuat jaringan lebih efisien.

2.21.5. *Monitoring Co dan Deteksi Dini Kebocoran Gas LPG pada Perumahan Menggunakan Wireless Sensor Network* [25]

Kebocoran tabung gas LPG dan pencemaran gas karbondioksida (CO) menjadi ancaman bahaya pada lingkungan perumahan. Gas CO jika masuk ke tubuh manusia dapat berdampak buruk terhadap kesehatan. Pada jurnal ini dibuat sistem untuk memonitoring besarnya konsentrasi gs CO didalam ruangan dan terintegrasi dengan deteksi dini kebocoran gas LPG. Sistem ini berbasis *wireless sensor network* (WSN) dengan menggunakan standar komunikasi *zigbee*. Sensor yang digunakan pada sistem ini yaitu sensor suhu LM35DZ, sensor kelembaban HSM 20-G, sensor gas CO TGS 2600, dan sensor gas LPG MQ-4. Data hasil pembacaan sensor akan disimpan pada *server* dan akan dikirim ke *user* dalam bentuk tabel dan grafik menggunakan komunikasi G-Talk. Jaringan pengiriman data dari sistem ini kurang lebih 53 meter.

2.21.6. *Desain Wireless Sensor Network untuk Monitoring Pencemaran Udara di Lingkungan Outdoor* [26]

Pada penelitian ini dibuat alat monitoring pencemaran udara berbasis wireless sensor network. Komunikasi pada alat ini menggunakan device X-bee pro yang mempunyai kebutuhan daya rendah. Untuk meningkatkan keamanan data, pada sistem protocol komunikasi data ditambahkan enkripsi tipe vigenere Chiper sehingga hanya modul RF saja yang spesifik yang bisa membaca data sensing. Untuk detector gas karbondioksidanya digunakan sensor MQ-7 yang dikalibrasi menggunakan model polynomial agar pembacaan data sensing lebih

akurat. Dari hasil penelitian didapatkan deteksi sensor antara 0 – 1000 ppm. Besarnya throughput 30.4 kbps pada jarak terdekat 5 meter untuk masing-masing node dan pada jarak diatas 20 meter untuk masing-masing node sensor turun menjadi 27.7 kbps, 26.6 kbps, dan 27.2 kbps. Besarnya konsumsi arus dengan beban sebesar 0.29 mA, dengan work time 5 jam 15 menit.

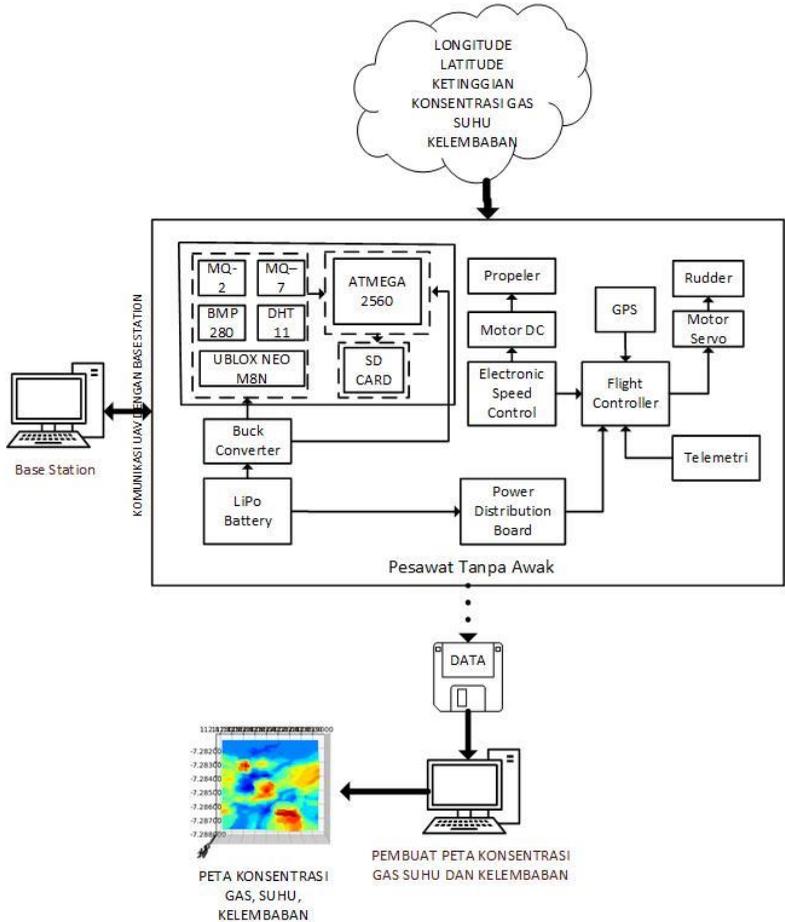
2.21.7. Internet-based monitoring and warning system of methane gas generated in garbage center [27]

Makalah ini memperkenalkan sistem yang dapat memantau lingkungan pusat sampah di kota. Di Indonesia, sebagian besar sampah ditempatkan di area terbuka yang disebut *landfill*, dimana gas metana dapat diproduksi dengan proses dekomposisi. Gas tersebut memiliki karakteristik yang mudah terbakar. Namun gas tersebut dapat dimanfaatkan untuk energi alternatif sebagai bahan bakar kompor gas. Gas tersebut dikelola untuk didistribusikan dan dipantau kebocoran gasnya.

Pemantauan gas metana dilakukan secara terus menerus dan *real time*. Pengembangan sistem pemantauan gas metana dilakukan menggunakan mikrokontroler yang dilengkapi sensor gas metana yaitu TGS 2611. Data akan didistribusikan menggunakan internet, dimana modul Wi-Fi digunakan untuk mengirim dan berkomunikasi dengan server berbasis web. Informasi pemantauan gas dapat diakses menggunakan aplikasi android.

Keuntungan dari sistem ini adalah pengguna dapat memantau, merekam, dan mendapatkan informasi tingkat gas. Sistem ini juga dapat digunakan sebagai peringatan dini ketika gas melebihi batas dan ketika situasi bahaya terjadi. Sistem ini digunakan untuk mengoptimalkan program Pengolahan Limbah melalui pemanfaatan gas metana.

BAB III PERANCANGAN SISTEM



Gambar 3.1. Gambaran Keseluruhan Sistem

Pada bab ini dijelaskan perancangan sistem secara keseluruhan. Alat yang dirancang bertujuan untuk membuat peta kondisi gas pada suatu wilayah. Perancangan Alat Pembuat Peta Kondisi Gas pada *Unmanned Aerial Vehicle* berupa sebuah *board* yang berisi mikrokontroler Atmega

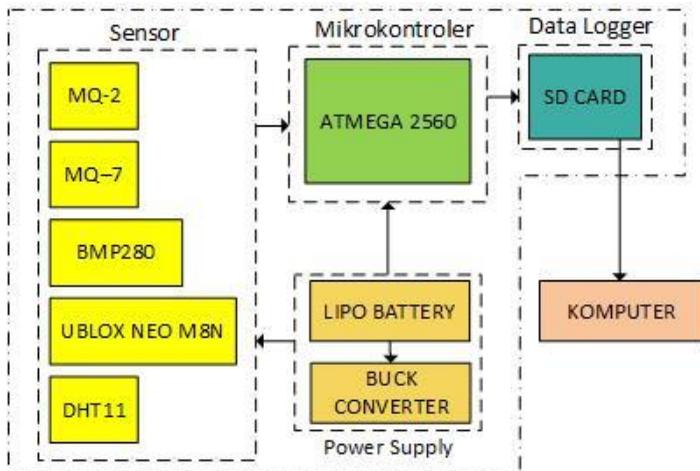
2560 dilengkapi dengan sensor barometer, sensor gas, sensor suhu dan kelembaban, GPS, dan microSD. Sensor gas dan GPS digunakan untuk mengetahui konsentrasi gas dan koordinat *latitude*, *longitude* pada wilayah tersebut. Sensor barometer berguna untuk mengetahui ketinggian pesawat saat diterbangkan. Sensor suhu dan kelembaban untuk mengetahui suhu dan kelembaban pada wilayah itu. Mikrokontroler akan membaca data dari sensor-sensor yang terhubung dengannya kemudian data tersebut akan disimpan dalam microSD. Spesifikasi Alat Pembuat Peta Kondisi Gas pada *Unmanned Aerial Vehicle* dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi Alat.

| | |
|---------------------------|--|
| Dimensi | (6.5 x 5 x 2) cm |
| Berat Total | 25 gram |
| Mikrokontroler | Atmega2560 |
| Jumlah Sensor | 5 buah (UBLOX NEO-M8N, MQ-7, MQ-2, BMP 280, dan DHT11) |
| Tegangan Masukan | 5 Volt |
| Tegangan Keluaran | 3.3 Volt dan 5 Volt |
| Durasi Maksimal Perekaman | 873 jam 48 menit 48 detik |
| Gas yang dimonitoring | <i>Carbon monoxide (CO)</i> dan <i>Methane</i> |
| Penyimpanan Eksternal | microSD, hingga 32 GB |

3.1. Diagram Blok Sistem

Pada tugas akhir ini, mikrokontroler yang digunakan sebagai unit pengolah data yaitu Atmega 2560. Sensor yang digunakan adalah sensor gas, sensor suhu dan kelembaban, barometer, dan GPS. Sensor gas, dan sensor suhu kelembaban diletakkan diluar pesawat untuk mengukur konsentrasi gas beserta suhu dan kelembaban yang ada di udara. Sensor tekanan udara dan GPS terletak didalam badan pesawat. barometer udara dan GPS sudah menjadi satu *board* dengan mikrokontroler Atmega 2560. barometer digunakan untuk mengetahui tekanan udara yang ada pada pesawat. GPS digunakan untuk mengetahui koordinat dari pesawat yang berupa *latitude* dan *longitude* sehingga didapatkan posisi dari pesawat



Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem Mikrokontroler Terpadu

tersebut. terdapat MicroSD yang digunakan untuk menyimpan data dari sensor. Sumber tegangan dari mikrokontroler dan sensor didapat dari baterai LiPo yang telah diturunkan tegangannya terlebih dahulu menggunakan *buck converter*.

Sensor gas, sensor suhu dan kelembaban, barometer dan GPS akan dibaca oleh mikrokontroler Atmega 2560 setiap 3 detik sekali. Hasil pembacaan dari sensor ini disimpan pada microSD.

Data dari sensor yang tersimpan dalam microSD akan membentuk sebuah peta konsentrasi gas dimana konsentrasi gas tersebut akan diwakilkan dengan warna yang berbeda warnanya berdasarkan nilai dari konsentrasi gas tersebut.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

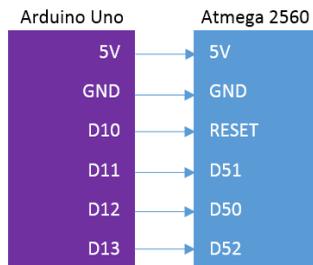
Perangkat keras pada tugas akhir ini antara lain, desain mekanik dan desain elektronik. Desain mekanik meliputi case *board* mikrokontroler. Desain elektronik meliputi pembuatan *board* mikrokontroler Atmega 2560 peletakkan microSD *socket*, bmp 280 dan UBLOX NEO-M8N pada *board* mikrokontroler 2560.

3.2.1. Mikrokontroler Atmega 2560

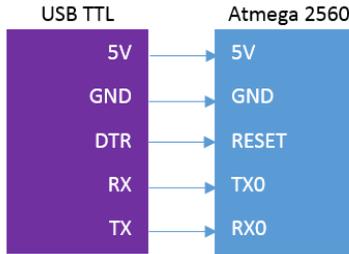
Pada tugas akhir ini mikrokontroler yang digunakan yaitu Atmega 2560 digunakan untuk mengolah data sensor. Data yang diterima kemudian akan disimpan pada microSD. Tegangan kerja mikrokontroler Atmega 2560 yaitu 5V. Pada sistem ini digunakan pin digital sebanyak 1 pin (pin digital 4), pin analog sebanyak 3 pin (pin A0, A1, A2), pin digital sebanyak 1 pin (pin 37), pin *transmit* dan *receive* (TX0, RX0, dan TX1, RX1), pin I2C (SDA dan SCL), dan pin SPI (MISO, MOSI, dan SCK). Selain itu pin 5V dan GND digunakan untuk input dari mikrokontroler Atmega 2560. *Board* mikrokontroler didesain menggunakan aplikasi EAGLE. Aplikasi EAGLE merupakan aplikasi yang dikhususkan untuk mendesain sebuah *Printed Circuit Board* (PCB). Komponen yang digunakan pada *board* mikrokontroler ini adalah komponen yang berjenis *Surface Mount Device* (SMD) agar dapat meminimalkan ukuran *board* sehingga lebih efisien dalam segi penggunaan tempat. Skematik dari Atmega 2560 ditunjukkan pada Gambar 3.4.

3.2.2. Bootloader Mikrokontroler Atmega 2560

Bootloader merupakan program kecil yang ditamankan kedalam sebuah chip mikrokontroler yang digunakan untuk mengenali program yang nantinya akan diisikan pada chip Atmega 2560 melalui software IDE Arduino. Pada tugas akhir ini digunakan Arduino Uno untuk mengunggah program *bootloader* kedalam Atmega 2560. Antarmuka Arduino Uno dengan Atmega 2560 yaitu melalui pin MISO, pin MOSI, pin SCK, dan pin Reset. Antarmuka antara Arduino Uno dengan Atmega 2560 ditunjukkan pada Gambar 3.3.



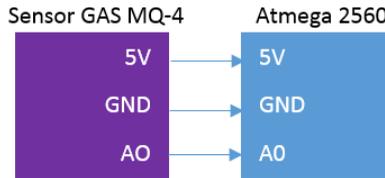
Gambar 3.3 Antarmuka Arduino UNO dengan Atmega 2560.



Gambar 3.5 Antarmuka USB to Serial Communication dengan Atmega 2560.

3.2.4. Sensor Gas MQ-7

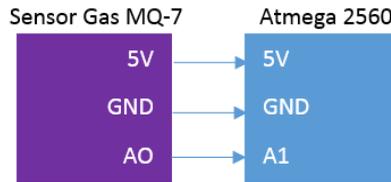
Sensor MQ-7 mampu mendeteksi gas *carbon monoxide* antara 20ppm – 2000ppm. Sensor ini dipemanaskan terlebih dahulu dan memerlukan waktu kurang dari 48 jam. Tegangan masukan dari sensor yaitu 5V. Sensor diletakkan diluar agar lebih sensitif terhadap perubahan konsentrasi gas pada jalur yang dilewati oleh pesawat. Antarmuka antara sensor MQ-7 dan mikrokontroler Atmega 2560 yaitu menggunakan pin A0. Selain pin ini juga terdapat pin 5V dan GND yang berguna sebagai catu daya. Antarmuka sensor gas dan mikrokontroler Atmega 2560 seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Antarmuka Sensor MQ-7 dengan Atmega 2560.

3.2.5. Sensor Gas MQ-2

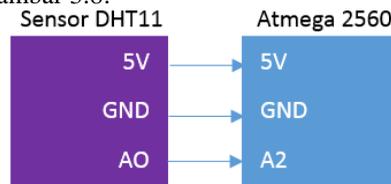
Sensor MQ-2 mampu mendeteksi gas *methane* antara 300 – 10000 ppm. Sensor ini memiliki waktu pemanasan lebih dari 48 jam. Tegangan masukan dari sensor yaitu 5V. Sensor diletakkan diluar badan pesawat agar lebih sensitif dalam mendeteksi gas CH₄. Antarmuka antara sensor MQ-4 dan mikrokontroler Atmega 2560 yaitu menggunakan pin A1 seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Antarmuka Sensor MQ-7 dengan Atmega 2560.

3.2.6. Sensor DHT-11

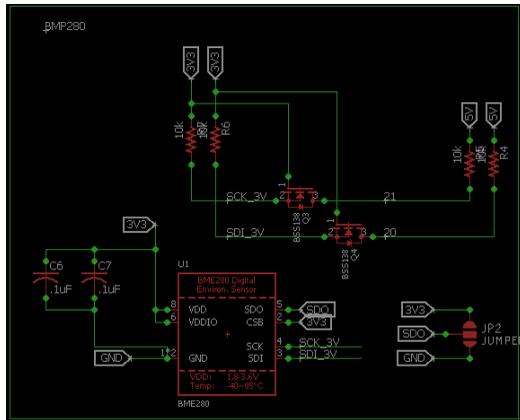
Sensor mampu mendeteksi suhu dan kelembaban sekitar 0-50 °C. Sensor ini bekerja dengan tegangan masukan 3.3 – 5 volt. Sensor diletakkan di luar badan pesawat agar lebih sensitif dalam mendeteksi suhu dan kelembaban. Antarmuka antara sensor DHT-11 dan mikrokontroler Atmega 2560 yaitu menggunakan pin A2 seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8.



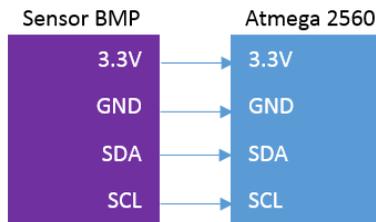
Gambar 3.8 Antarmuka Sensor DHT-11 dengan Atmega 2560.

3.2.7. Sensor Barometer

Sensor barometer yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu BMP280. Sensor barometer yaitu sensor yang digunakan untuk mengetahui tekanan udara dipermukaan. Sensor ini memiliki dimensi 2.0 x 2.5 mm² dan tinggi 0.95 mm. Tegangan masukan pada sensor ini yaitu 3.3V. Sensor ini nantinya akan dijadikan satu *board* dengan mikrokontroler Atmega 2560. Sensor ini mampu mendeteksi tekanan udara antara 300 – 1100 hPa. Pada tugas akhir ini, BMP280 digunakan untuk mengetahui ketinggian dari pesawat tanpa awak. Tekanan yang didapat nantinya akan dikonversi menjadi ketinggian. Antarmuka BMP280 dengan Atmega 2560 ialah menggunakan pin I2C yaitu pin SDA dan pin SCL atau pin 20 dan pin 21. Tegangan kerja dari BMP280 yaitu 3.3V. Skematik dan antarmuka BMP280 dengan Atmega 2560 ditunjukkan pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9.



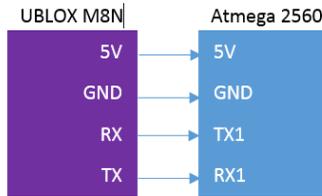
Gambar 3.9 Skematik BMP280.



Gambar 3.10 Antarmuka BMP280 dengan Atmega 2560.

3.2.8. GPS

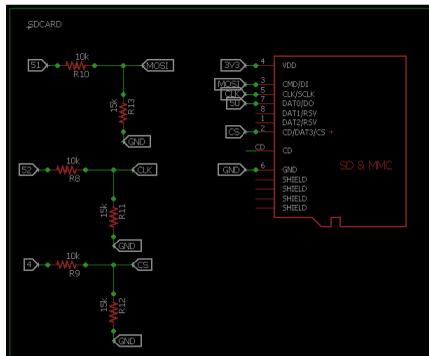
GPS pada tugas akhir ini digunakan untuk mengetahui koordinat dari pesawat tanpa awak tersebut. Sehingga didapatkan koordinat dari konsentrasi gas. Data dari satelit yang diterima oleh GPS akan diteruskan menuju mikrokontroler Atmega 2560 untuk dibaca dan diolah. Data GPS yang digunakan yaitu *latitude* dan *longitude*. GPS UBLOX M8N yang digunakan memiliki tingkat *error* sekitar 2 meter. Kondisi cuaca dapat mempengaruhi kinerja dari GPS tersebut. Kondisi cuaca mendung merupakan kondisi cuaca yang paling mempengaruhi data yang diterima GPS. Angin yang kencang juga dapat mempengaruhi data yang diterima oleh GPS. GPS membutuhkan *supply* sebesar 5V. Komunikasi antara GPS dan mikrokontroler Atmega 2560 melalui pin RX1 dan TX1 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.11. GPS ini terletak terpisah dengan *board* mikrokontroler.



Gambar 3.11 Antarmuka GPS dengan Atmega 2560.

3.2.9. Rangkaian microSD

Rangkaian microSD berguna untuk membaca kartu microSD, melalui sistem dan SPI antarmuka driver. Rangkaian ini dapat digunakan untuk membaca maupun menulis sebuah file ke dalam microSD. Pada tugas akhir ini rangkaian ini digunakan membuat file dalam bentuk .csv kemudian menuliskan isi file tersebut dengan data yang sudah didapat dari senso gas, barometer, dan GPS, dengan kata lain rangkaian ini berfungsi sebagai *data logger*. Rangkaian ini membutuhkan *supply* tegangan sebesar 3.3V. Antarmuka rangkaian microSD dengan mikrokontroler Atmega 2560 menggunakan pin SPI yaitu MISO, MOSI, dan SCK (pin 51, pin 50, dan pin 52). Selain itu terdapat *cheap select* yang ditempatkan pada pin 4. Pin 51, 52, dan 4 ditambah rangkain *pull-down* dengan resistor 10 kOhm dan 15 kOhm. Skematik dan antarmuka rangkaian microSD ditunjukkan pada gambar 2.12 dan 2.13.



Gambar 3.12 Skematik Rangkaian MicroSD.

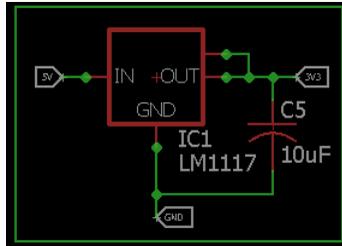


Gambar 3.13 Antarmuka MicroSD dengan Atmega 2560.

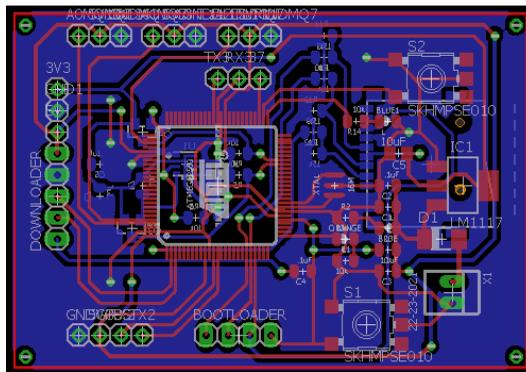
3.2.10. *Board* Mikrokontroler Terpadu

Board mikrokontroler terpadu merupakan gabungan dari komponen-komponen yang sudah dijelaskan sebelumnya. Komponen utama dari board ini adalah IC Atmega 2560 dan juga terdapat 4 komponen eksternal yang dibutuhkan pada *board* mikrokontroler terpadu ini. 4 komponen tersebut yaitu BMP280, microSD, UNLOX NEO-M8N, dan sensor gas MQ-7. Untuk BMP280 dan microSD diletakkan menjadi satu *board* dengan IC Atmega 2560. Sedangkan untuk UBLOX NEO-M8N dan sensor gas terletak terpisah atau dapat dipasang maupun dilepas. *Board* ini dilengkapi dengan catu daya 3.3V dan 5V. Skematik catu daya ini ditunjukkan pada gambar 3.14.

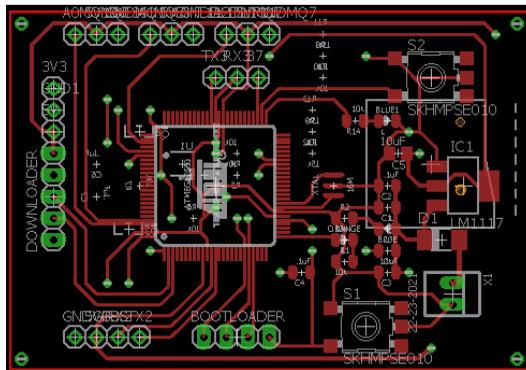
Skematik *board* ini dibuat menggunakan *software* EAGLE. Setelah dibuat skematik dari komponen-komponen yang dijelaskan sebelumnya adalah menata letak dari komponen-komponen tersebut agar didapatkan desain yang efisien dengan dimensi yang kecil. Hal ini dikarenakan alat akan dipasang didalam badan pesawat sehingga alat harus efisien dan mempunyai dimensi yang kecil. Hasil desain *board* mikrokontroler terpadu untuk *Alat Pembuat Peta Kondisi Gas pada Unmanned Aerial Vehicle* ditunjukkan pada gambar 3.15, gambar 3.16, dan gambar 3.17.



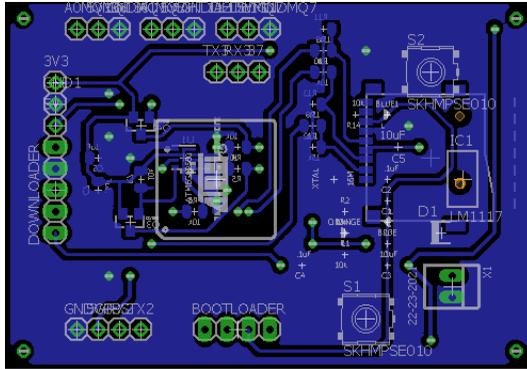
Gambar 3.14 Skematik Catu Daya 5V dan Regulator 3.3V.



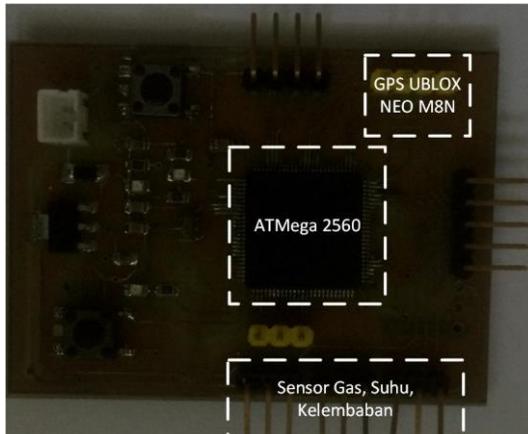
Gambar 3.15 Desain *Board* Mikrokontroler.



Gambar 3.16 Desain *Board* Mikrokontroler Bagian Atas.



Gambar 3.17 Desain *Board* Mikrokontroler Bagian Bawah.

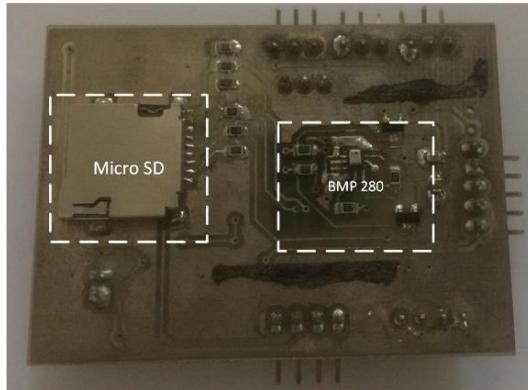


Gambar 3.18 *Board* Mikrokontroler Bagian Atas.

Hasil dari *board* mikrokontroler terpadu setelah dicetak dalam bentuk PCB dan dipasang semua komponennya memiliki dimensi yaitu 6 x 4.1 x 1.8 cm³. PCB *board* mikrokontroler ini memiliki spesifikasi *double layer, through hole*. *Double layer* merupakan PCB yang mempunyai 2 jalur. *Through hole* adalah lubang ppada PCB yang memiliki jalur elektrik sehingga kedua sisi pada lubang tersebut terhubung dan menjadi satu jalur.

Setelah semua komponen tersolder, proses selanjutnya yaitu memasukkan *bootloader* pada IC Atmega 2560 seperti yang dijelaskan pada sub bab 3.2.3 diatas. Setelah program *bootloader* berhasil dimasukan, maka *board* mikrokontroler dapat dimasukan program dari

software Arduino IDE melalui USB to Serial Communication seperti yang dijelaskan pada sub bab 3.2.4. Hasil dari *board* mikrokontroler setelah dicetak dan dipasang komponen-komponennya padat dilihat pada gambar 3.18, gambar 3.19, dan gambar 3.20.



Gambar 3.19 *Board* Mikrokontroler Bagian Bawah.



Gambar 3.20 Realisasi *Board* Mikrokontroler.

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak semuanya terintegrasi ke dalam Atmega 2560. Perancangan algoritma pemograman digunakan untuk

melakukan beberapa proses yang antara lain pembacaan sensor barometer BMP280, sensor gas MQ-7, sensor gas MQ-2, sensor suhu dan kelembaban DHT-11, GPS UBLOX NEO M-N, dan *data logger*.

3.3.1. Pembacaan BMP280

Pembacaan BMP280 menggunakan *library* “Adafruit_BMP280.h” dan “Adafruit_Sensor.h” pada software Arduino IDE. Dengan ini akan didapatkan ketinggian pesawat terhadap permukaan laut. Data yang di dapat dari BMP280 kurang stabil, oleh karena itu diperlukan sebuah filter yaitu *exponential filter*. Program yang digunakan untuk *exponential filter* adalah sebagai berikut:

```
float expFilter (float input, float inputBefore, float alpha)
{
    return inputBefore + alpha * (input - inputBefore);
}

float alt = expFilter (bmp.readAltitude (x), alt_before, 0.1);

float alt_before = bmp.readAltitude (x);
```

Nilai alpha merupakan nilai pengali pada *exponential filter* agar didapatkan pembacaan yang stabil dan respon yang cepat. Untuk nilai x merupakan nilai untuk tekanan udara saat ini. Tekanan udara saat ini dapat diketahui melalui alamat web internet yang menyediakan layanan perkiraan cuaca.

3.3.2. Pembacaan UBLOX NEO-M8N

Untuk membaca *latitude* dan *longitude* pada UBLOX NEO-M8N diperlukan *library* “TinyGPS++.h”. Program yang digunakan pada mikrokontroler Atmega 2560 adalah sebagai berikut:

```
while (Serial1.available() > 0) {
    if (GPS.encode(Serial1.read())) {
        if (GPS.location.isValid()) {
            lat_value = GPS.location.lat;
            lng_value = GPS.location.lng();
        }
    }
}
```

```

    }
    else {
    lat_value = 0;
    lng_value = 0;
    }
    Return;
  }
}

```

3.3.3. Pembacaan MQ-7 dan MQ-2

Pada pembacaan MQ-7 dan MQ-2 ini tidak diperlukan *library*, melainkan menggunakan `analogRead`. Nilai yang dibaca oleh mikrokontroler ini yaitu tegangan yang dikeluarkan oleh sensor. Tegangan yang dikeluarkan akan berubah-ubah tergantung konsentrasi gas yang ada disekitar sensor. Program yang digunakan pada mikrokontroler Atmega 2560 sebagai berikut:

```

CO = analogRead(A0);
CH4 = analogRead(A1);

```

A0 dan A1 merupakan pin analog yang digunakan untuk membaca sensor ini pada mikrokontroler Atmega 2560.

3.3.4. Pembacaan DHT-11

Pembacaan DHT-11 memerlukan *library* “dht.h” pada software Arduino IDE. Dengan ini cukup untuk mendapatkan data suhu dan kelembaban dari DHT-11. Program yang digunakan pada mikrokontroler Atmega 2560 adalah sebagai berikut:

```

#include "DHT.h"
#define DHTPIN 37
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

```

3.3.5. Penyimpanan Data

Data yang telah didapat dari beberapa sensor seperti yang dijelaskan diatas selanjutnya akan disimpan dalam `microSD`. Proses penyimpanan ini disebut *data logger*. Untuk membaca dan menulis file pada `microSD` diperlukan *library* “SD.h”. Dengan *library* ini mikrokontroler Atmega 2560 dapat membaca maupun menulis file pada `microSD`. Data yang sudah didapat akan disimpan dalam file dengan ekstensi `.csv`. Program untuk mengetahui apakah `microSD` sudah

terhubung dengan mikrokontroler adalah sebagai berikut:

```
while (!Serial) {  
  ;  
}  
Serial.print("Initializing SD card...");  
if (!SD.begin(4)) {  
  Serial.println("initialization failed!");  
  return;  
}
```

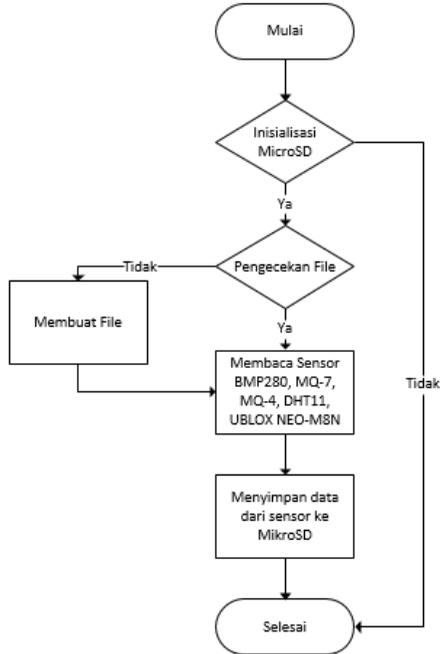
Program untuk membuat file dengan ekstensi .csv pada microSD adalah sebagai berikut:

```
Serial.println("create file...");  
data = SD.open("data.csv", FILE_WRITE);  
data.close();
```

Sedangkan program untuk menulis file yang sudah dibuat adalah sebagai berikut:

```
data = SD.open("data.csv", FILE_WRITE);  
if (data) {  
  if (jam > 23){  
    jam = jam - 24;  
  }  
  data.print(gps.location.lat(), DEC);  
  data.print(",");  
  data.print(gps.location.lng(), DEC);  
  data.print(",");  
  data.print(jam);  
  data.print(":");  
  data.print(gps.time.minute());  
  data.print(":");  
  data.print(gps.time.second());  
  data.print(",");  
  data.print(gps.date.day());  
  data.print("-");  
  data.print(gps.date.month());  
  data.print("-");  
  data.print(gps.date.year());  
  data.print(",");  
  data.print(bmp.readPressure());  
  data.print(",");  
  data.print(bmp.readAltitude(1009.30));  
  data.print(",");  
  data.print(CO_ppm);  
  data.print(",");  
  data.print(COkal1);  
  data.print(",");  
  data.print(COkal2);
```

```
data.print(",");
```



Gambar 3.21 Diagram Alir Penyimpanan Data.

3.3.6. Perhitungan Durasi Perekaman

Lama durasi perekaman yang dapat dilakukan oleh alat ini bergantung pada kapasitas memori pada microSD dan nilai *delay* saat pengambilan data. Besarnya data dalam file .csv jika terisi maksimal yaitu 74.282 KB. Terdapat 1048576 data jika file .csv terisi maksimal.

Untuk menghitung lama durasi perekaman yaitu dengan mengalikan jumlah data maksimal dengan nilai *delay* pengambilan data. Perhitungan durasi perekaman sebagai berikut :

$$T = d \times t$$

Dimana T = Durasi perekaman (detik)

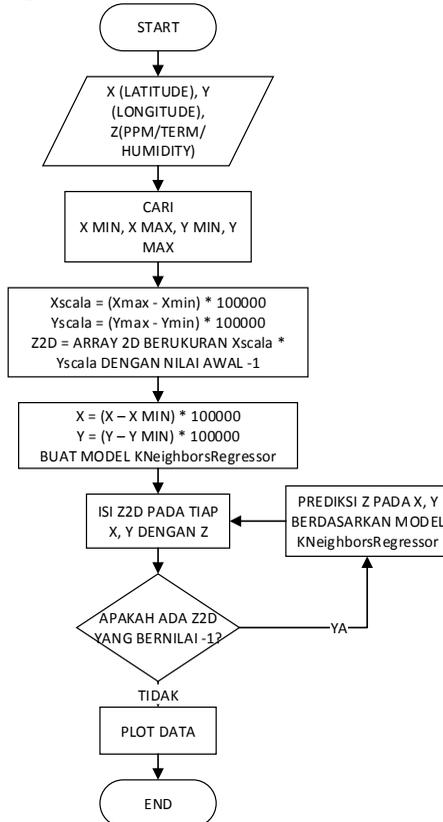
d = Jumlah data

t = Nilai *delay* pengambilan data (detik)

Durasi perekaman dalam satuan detik akan dikonversi menjadi satuan jam menit dan detik.

3.3.7. Pengolahan Data Pembuat Peta Konsentrasi Gas, Suhu dan Kelembaban dengan Python

Pada pengolahan data, digunakan plotting 3d dengan bahasa python. Data yang diambil pada perangkat diolah secara offline dengan mengkonversi data ke dalam .txt. Data tersebut diolah untuk membentuk sebuah peta tiga dimensi. Dengan menggunakan library matplotlib dapat dibentuk sebuah grafik tiga dimensi.

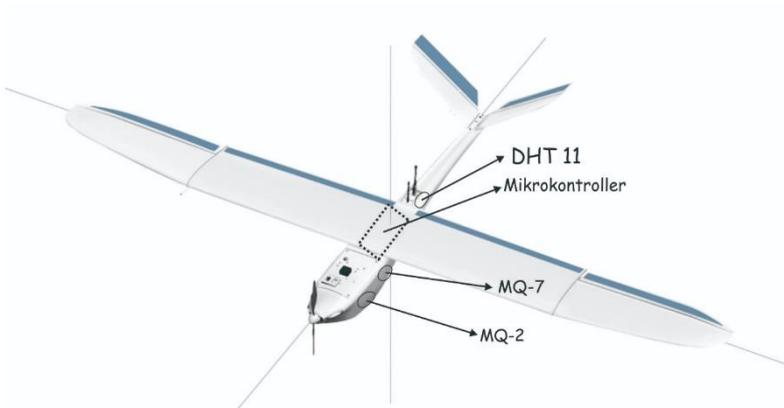


Gambar 3.22 Diagram Alir Pengolahan Peta Konsentrasi Gas

Program yang digunakan untuk memplot grafik tiga dimensi adalah sebagai berikut:

```
surf = ax.plot_surface(normalized_X, normalized_Y,  
np.transpose(normalized_CO), cmap=cm.jet,  
linewidth=0, antialiased=False)  
  
ax.auto_scale_xyz([0, max(Xscala, Yscala)], [0, max(Xscala,  
Yscala)], [0, 100])  
ax.zaxis.set_major_locator(LinearLocator(10))  
ax.xaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%d'))  
ax.yaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%d'))  
ax.zaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%d'))
```

3.4. Perancangan Perangkat pada Pesawat Tanpa Awak



Gambar 3.21 Letak perangkat pada pesawat tanpa awak

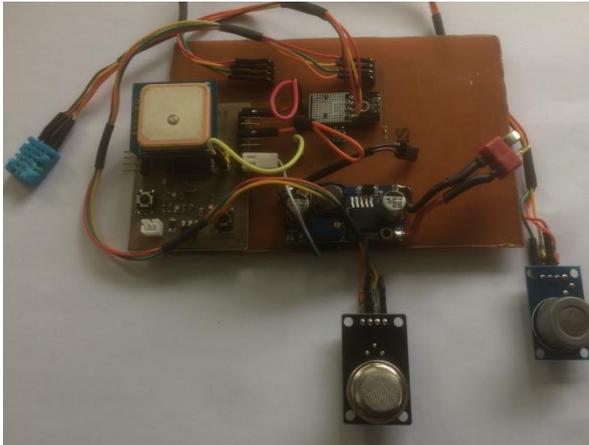
Perangkat pembuat peta konsentrasi gas, suhu dan kelembaban yang terdiri dari mikrokontroller terpadu, GPS, MQ-2, MQ-7, dan DHT 11 diletakkan pada pesawat tanpa awak diletakkan seperti pada gambar 3.21. Mikrokontroller dan GPS diletakkan didalam pesawat tanpa awak. Sedangkan untuk sensor-sensornya diletakkan pada luar tubuh pesawat untuk mendeteksi gas sekitar dan kondisi lingkungan.

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dari sistem yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Bab ini bertujuan untuk mendapatkan data yang kemudian dilakukan analisa pada masing-masing pengujian. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor MQ-7, sensor MQ-2, sensor DHT11, pengujian UBLOX NEO-M8N, pengujian BMP280, dan pengujian *data logger*. Gambar dari alat yang berhasil direalisasikan ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Gambar Realisasi Alat.

4.1. Pengujian Sensor Ketinggian

Pengujian sensor BMP280 bertujuan untuk mengetahui error pembacaan pada sensor. Pengujian dilakukan di Gedung B Teknik Elektro ITS dari lantai 1 sampai lantai 4. Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kali ini yakni meteran dan tali rafia. Cara menguji BMP280 yakni dengan membandingkan dari hasil pembacaan sensor dengan kondisi sebenarnya. Ketinggian dari lantai dasar sampai lantai paling atas yaitu lantai 4 diperkirakan sekitar 18.5 m. Setiap kenaikan lantainya memiliki ketinggian sekitar 4 m. Daerah Surabaya memiliki ketinggian 3 – 6 meter dari permukaan laut, kecuali di bagian selatan terdapat dua bukit landai di daerah Lidah dan Gayungan dengan ketinggian 25 – 50 meter diatas permukaan laut.



Gambar 4.2 Skema Pengujian Keseluruhan Sistem

Tabel 4.1. Hasil Pengujian BMP280 di Gedung B Teknik Elektro Terhadap Permukaan Laut.

| Lokasi | Ketinggian terhadap permukaan laut (m) | Pembacaan Sensor (m) | Error (m) |
|----------|--|----------------------|-----------|
| Lantai 1 | 6,5 | 8,68 | 2,18 |
| Lantai 2 | 10,5 | 12,59 | 2,09 |

| | | | |
|----------|------|-------|------|
| Lantai 3 | 14,5 | 15,93 | 1,43 |
| Lantai 4 | 18,5 | 19,68 | 1,18 |

Pembacaan sensor BMP280 merupakan pembacaan terhadap permukaan laut. Sehingga pembacaan untuk lantai dasar pada gedung B Teknik Elektro pada percobaan ini diperkirakan 6 meter. Hasil dari pembacaan sensor dan error yang dimiliki ditampilkan seperti pada tabel 4.1. Tekanan udara saat ini juga berpengaruh pada pembacaan ketinggian pada sensor. Tekanan udara ini berbeda-beda setiap saat, untuk mengetahuinya dengan mencari di internet yang menyediakan layanan cuaca. Tekanan udara saat ini yang diperoleh dari internet perlu dimasukkan untuk mengkalibrasi sensor agar ketinggiannya sesuai dengan daerah yang diukur

4.2. Pengujian GPS

. Pengujian UBLOX NEO-M8N ini berguna untuk mendapatkan data yang baik sebelum diuji pada pesawat tanpa awak. Pengujian UBLOX NEO-M8N dilakukan di Gedung B Teknik Elektro pada lantai 4 pada cuaca cerah dan ruang terbuka. Alat yang digunakan pada pengujian kali ini yakni laptop yang tersambung internet. Cara menguji UBLOX NEO M8N yakni dengan membandingkan letak koordinat pembacaan perangkat GPS dengan pembacaan dari Google Maps Komunikasi *boudrate* antara UBLOX NEO-M8N dengan *board* mikrokontroler adalah 9600 bps. Data hasil pengujian diperlihatkan pada table 4.3, sedangkan penggambaran lokasi pengujian pada google maps ditandai dengan tanda merah seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.4.

Tabel 4.3. Data Koordinat GPS pada Atap Gedung B Teknik Elektro.

| No | Latitude (°) | Longitude (°) |
|-------|--------------|---------------|
| 1 | -7.284921 | 112.796409 |
| 2 | -7.284920 | 112.796409 |
| 3 | -7.284919 | 112.796409 |
| 4 | -7.284918 | 112.796409 |
| 5 | -7.284917 | 112.796417 |
| 7 | -7.284916 | 112.796417 |
| Error | 0,000727525 | -0,00003458 |



Gambar 4.3 Lokasi Pengujian GPS dilihat Melalui Google Maps.

4.3. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban

Pengujian sensor DHT11 ini dilakukan untuk melihat respon sensor DHT11 terhadap perubahan suhu. Alat yang digunakan pada pengujian kali ini yakni termometer analog, korek api, dan pendingin ruangan. Pengujian kali ini hanya dilakukan dengan membandingkan suhu pembacaan sensor dan suhu pembacaan termometer konvensional.

Hasil pengujian sensor DHT11 ditunjukkan pada tabel 4.3

Tabel 4.4. Pengujian Sensor DHT11

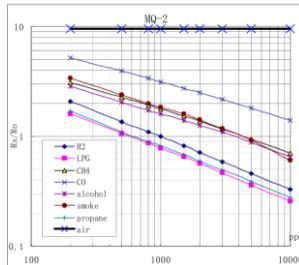
| No | Pembacaan Termometer (°C) | Pembacaan Sensor DHT11 (°C) | Error (%) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|
| 1 | 15 | 19 | -26,7 |
| 2 | 16 | 19 | -18,8 |
| 3 | 17 | 19 | -17,6 |
| 4 | 20 | 20 | 0 |
| 5 | 21 | 21 | 0 |
| 6 | 23 | 23 | 0 |
| 7 | 30 | 29 | 3,3 |
| 8 | 39 | 35 | 10,2 |
| Rata-rata error | | | 1,8 |

Dari hasil pembacaan sensor DHT11 dan termometer konvensional dapat diketahui pembacaan sensor lebih akurat pada suhu 20-30 °C. Error pembacaan yang didapatkan sebesar 1,8 %

4.4. Kalibrasi Sensor Gas Methana

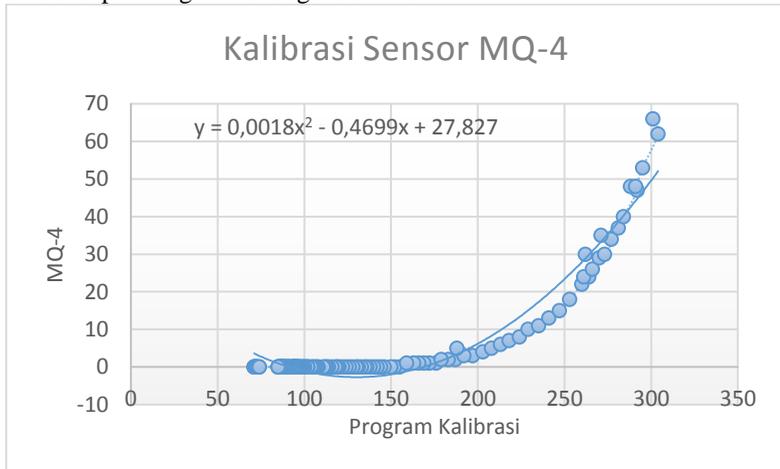
Proses kalibrasi pada sensor MQ-2 digunakan untuk mengubah satuan

pembacaan nilai analog *menjadi part per million* (ppm). Pada proses ini kalibrasi menggunakan program arduino berdasarkan nilai datasheet dari sensor MQ-2. Dimana didapatkan grafik pembacaan sensor sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik karakteristik dari sensitifitas sensor MQ-2

Berdasarkan grafik tersebut didapatkan program arduino untuk kalibrasi sensor MQ-2 dan diuji dengan data pembacaan dari analog input bisa didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Kalibrasi Sensor MQ-2.

Dari grafik pada gambar 4.6, didapatkan fungsi algoritma melalui *microsoft excel* dengan regresi (*trendline*) polynomial orde 2. Pada gambar 4. Didapatkan persamaan $y = 0.0018x^2 + 0.4699x - 27.827$ dimana y adalah CH₄ ppm dan x adalah nilai analog dari sensor MQ-2.

4.5. Pengujian Sensor Gas Methana

Pengujian dilakukan untuk mengetahui respon dari sensor MQ-2 terhadap gas CH₄. Sumber gas methana yang digunakan pada kali ini yakni asap kendaraan bermotor. Sensor didekatkan pada sumber gas dan akan diamati nilai pada serial monitor pada mikrokontroller. Pada program mikrokontroller sudah dimasukkan program kalibrasi berupa nilai ppm dengan rumus kalibrasi sensor. Untuk alat kalibrasi sensor gas CH₄ saya menggunakan program arduino yang berfungsi untuk kalibrasi secara otomatis dan nanti nilai akan dibandingkan dengan nilai dari algoritma regresi polinomial. Data dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5. **Pengujian Sensor MQ-2 Dengan Asap Kendaraan Bermotor.**

| No | Pembacaan Alat Ukur (ppm) | Pembacaan Sensor MQ-2 (ppm) | Error (%) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|
| 1 | 3 | 5,11 | 70,43 |
| 2 | 7 | 10,93 | 56,17 |
| 3 | 15 | 21,58 | 43,85 |
| 4 | 24 | 29,23 | 21,78 |
| 5 | 30 | 33,70 | 12,32 |
| 6 | 47 | 44,09 | -6,19 |
| 7 | 53 | 45,85 | -13,49 |
| 8 | 62 | 51,33 | -17,22 |
| 9 | 66 | 49,47 | -25,05 |
| Error rata-rata | | | 15,85 |

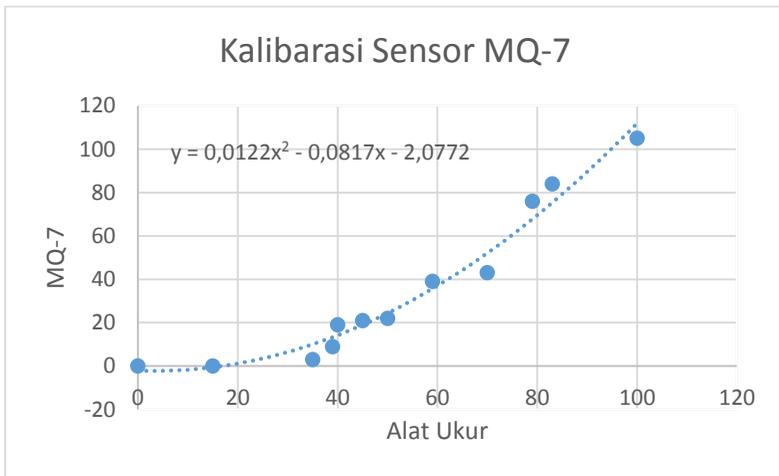
Hasil respon sensor MQ-2 terhadap pengujian dengan asap kendaraan bermotor ditunjukkan pada tabel 4.5. Terdapat error sebesar -15.85 pada saat pengujian.

4.6. Kalibrasi Sensor Gas Karbon Monoksida

Proses kalibrasi MQ-7 digunakan untuk mengubah satuan dari pembacaan nilai analog pada sensor menjadi satuan untuk gas yaitu *part per million* (ppm). Pada proses ini sensor MQ-7 dikalibrasi menggunakan gas karbon monoksida dan alat ukur CO-meter. Hasil kalibrasi akan didapatkan fungsi algoritma untuk konversi nilai analog ke satuan ppm. Proses kalibrasi ini ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan grafik nilai analog terhadap ppm ditunjukkan pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 (a) Kalibrasi Sensor MQ-7. (b) Alat Ukur CO meter.



Gambar 4.7 Grafik Kalibrasi Sensor MQ-7.

Dari grafik pada gambar 4. Didapatkan fungsi algoritma melalui *microsoft excel* dengan regresi (*trendline*) polynomial orde 2. Pada gambar 4.6 didapatkan persamaan $y = 0.0122x^2 - 0.0817x - 2.0772$ dimana y adalah CO ppm dan x adalah nilai analog dari sensor MQ-7.

4.7. Pengujian Sensor Gas Methana

Pengujian dilakukan untuk mengetahui respon dari sensor MQ-7 terhadap gas yang akan dideteksi nantinya. Alat yang digunakan pada pengujian kali ini yakni CO-meter dan sensor gas MQ-7.

Pengujian pertama yakni pengujian pada kendaraan bermotor. Sumber CO yang akan digunakan yakni asap kendaraan bermotor dan asap pembakaran kertas. Sensor dan alat ukur didekatkan pada sumber gas dan akan diamati nilai pada alat ukur dan pada serial monitor pada mikrokontroller. Pada program mikrokontroller sudah dimasukkan program kalibrasi berupa nilai ppm dengan rumus kalibrasi sensor. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4.5 dan 4.6



Gambar 4.8 (a) Pengujian Dengan Asap Kendaraan Bermotor (b) Pengujian Dengan Asap Hasil Pembakaran Kertas.

Tabel 4.6. Pengujian Dengan Asap Kendaraan Bermotor.

| No | Pembacaan Alat Ukur (ppm) | Pembacaan Sensor MQ-7 (ppm) | Error (%) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|
| 1 | 36 | 26,6 | 26,1 |
| 2 | 76 | 62,18 | 18,2 |
| 5 | 84 | 77,14 | 8,17 |
| 4 | 89 | 87,29 | 1,92 |
| 3 | 92 | 93,67 | -1,8 |
| 7 | 98 | 107,08 | -9,3 |
| 6 | 105 | 123,85 | -18 |
| 8 | 117 | 155,37 | -33 |
| 9 | 132 | 199,71 | -51 |
| Error rata-rata | | | -6.53 |

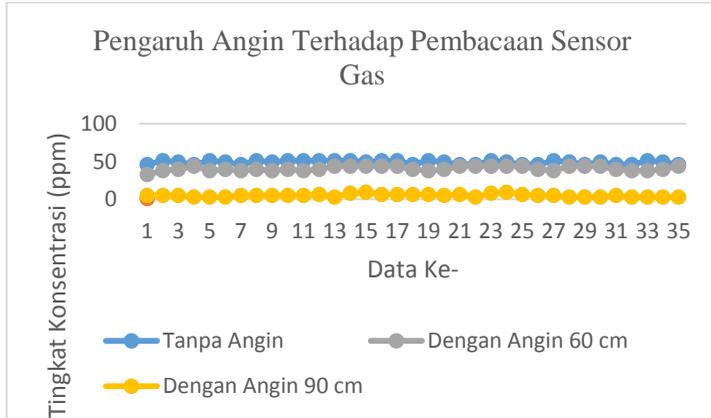
Tabel 4.7. Pengujian Dengan Asap Hasil Pembakaran Kertas.

| No | Pembacaan Alat Ukur (ppm) | Pembacaan Sensor MQ-7 (ppm) | Error (%) |
|----|---------------------------|-----------------------------|-----------|
|----|---------------------------|-----------------------------|-----------|

| | | | |
|-----------|-----|--------|-------|
| 1 | 63 | 41,2 | 34,6 |
| 2 | 67 | 47,21 | 29,54 |
| 3 | 70 | 51,98 | 25,74 |
| 4 | 74 | 58,68 | 20,7 |
| 5 | 86 | 81,13 | 5,663 |
| 6 | 91 | 91,52 | -0,57 |
| 7 | 97 | 104,79 | -8,03 |
| 8 | 111 | 139,17 | -25,4 |
| 9 | 117 | 155,37 | -32,8 |
| Rata-rata | | | 5,497 |

Hasil respon sensor MQ-7 terhadap pengujian dengan asap kendaraan bermotor ditunjukkan pada tabel 4.4 dan asap hasil pembakaran sampah ditunjukkan gambar 4.5. terdapat error sebesar -6.53 pada saat menggunakan asap kendaraan bermotor dan 5.49 pada saat menggunakan asap pembakaran kertas.

4.7.1. Pengaruh Angin Pada Sensor Gas



Gambar 4.9 Grafik Pembacaan Sensor Jika Terkena Angin

Pengujian selanjutnya yakni pengujian sensor gas dengan pengaruh angin. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh angin pada pembacaan sensor gas. Alat yang digunakan pada pengujian kali ini yakni

kipas angin dan sensor gas MQ-7. Cara pengujian pengaruh angin yakni sumber gas akan dikipasi dengan kecepatan angin yang berbeda-beda. Hal ini nanti akan memberikan perbedaan pembacaan sensor gas dengan dan tanpa angin.

Hasil pengujian sensor MQ-7 jika diberi angin menunjukkan adanya perubahan pembacaan nilai analog sensor. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 4.9 dimana rata-rata pembacaan nilai analog sensor jika tidak diberi angina yaitu sekitar 48,97. Sedangkan rata-rata pembacaan nilai analog sensor jika dikenai kipas angin dengan jarak 90 cm yaitu 5,13, jika jarak kipas angin 60cm rata-rata pembacaan nilai analog sensor yaitu 40,88. Faktor hembusan angin berpengaruh dalam pembacaan sensor MQ-7.

4.8. Realisasi Pemasangan Alat Pada Pesawat Tanpa Awak

Pada pengujian perangkat pembuat peta konsentrasi gas, suhu dan kelembaban. Mikrokontroller diletakkan pada bagian dalam pesawat tanpa awak. Untuk sensor gas dan sensor suhu dan kelembaban diletakkan pada bagian samping kanan dan kiri pesawat tanpa awak seperti pada gambar 4.10 dan 4.11. Hal ini dilakukan agar data konsentrasi gas, suhu dan kelembaban pada lingkungan bisa terdeteksi oleh perangkat.

4.9. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian keseluruhan sistem ini diebagi menjadi 2 pengujian yaitu pengujian pada saat di darat dan pengujian pada saat di udara. Paengujian pada saat di darat alat dipasang pada sepeda motor sedangkan pada saat di udara alat dipasang pada pesawat tanpa awak. Untuk pengujian pertama dilakukan di darat.

4.8.1. Pengujian di Darat Rute Keputih – ITS

Pada pengujian ini alat akan dibawa berkeliling kawasan Keputih. Yang diuji pada pengujian ini yaitu UBLOX NEO-M8N, sensor MQ-7, MQ-2, DHT11, sensor BMP280 dan *data logger*. Untuk pengujian, rute yang dilewati yaitu dari daerah Keputih menuju Kampus ITS melewati daerah Pakuwon. Data dari sensor akan diambil setiap 3 detik sekali. Rute hasil pengujian jika dilihat dengan peta ditunjukkan pada Gambar 4.10.

Titik pertama pengujian yaitu pada koordinat – 7.2906208038,



(a)

(b)

Gambar 4.10 (a) Letak sensor MQ-2 (b) Letak sensor MQ-7



(a)

(b)

Gambar 4.11 (a) Letak sensor DHT11 (b) Letak Mikrokontroler dan GPS

112.7924652099 dan berakhir pada koordinat - 7.2897973060, 112.7921600341 dengan jarak tempuh yaitu 6.2 km dihitung menggunakan google maps. Data diambil setiap 3 detik sekali. Data yang diambil antara lain *latitude*, *longitude*, waktu, tekanan udara, ketinggian, nilai analog dari sensor MQ-7, beserta suhu dan kelembaban.

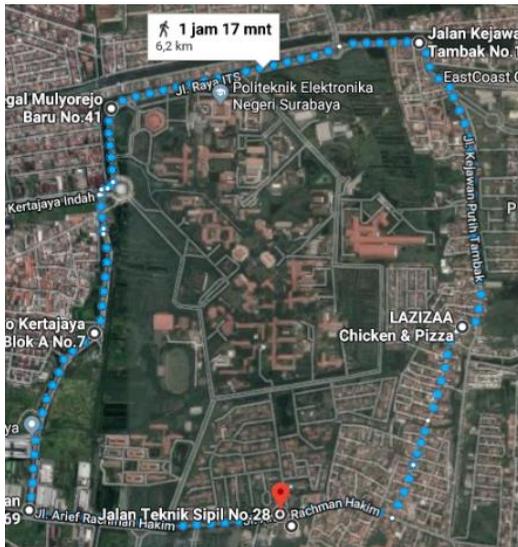
Dari Gambar 4.8 terlihat bahwa titik-titik koordinat yang berhasil disimpan pada microSD masih berada pada posisi jalan yang dilalui pada rute tersebut. Namun masih terdapat *error* pada pembacaan koordinat oleh UBLOX NEO-M8N. *Error* yang terjadi tidak terlalu banyak sehingga data yang terambil masih cukup akurat.

Untuk data ketinggian yang terambil yaitu antara 2 m sampai 4 m dan pada jalan yang datar rentan perubahannya kurang lebih 0.5 m, data ini cukup akurat jika sensor digunakan pada pesawat dengan ketinggian saat terbang lebih dari 100 meter dari permukaan tanah.

Data yang terambil dari sensor MQ-7 terdapat perubahan pada rute yang dilewati pada percobaan ini. Nilai tertinggi dari pembacaan sensor yaitu 349 ppm dan nilai terendahnya yaitu 29 ppm. Pada pengujian *data logger* sudah tercapai. Hal ini dapat dilihat dari data pada Tabel 4.6. Data

berupa *latitude*, *longitude*, ketinggian dan pembacaan sensor MQ-7 sudah tersimpan pada microSD seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.6. Waktu penyimpanan data dari sensor ke microSD sudah sesuai, hal ini ditunjukkan pada tabel 4.4 yaitu selang antara data satu dengan data selanjutnya yaitu 3 detik sekali.

Hasil pemetaan pemetaan pengujian didarat pada rute Keputih diperlihatkan pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Tampilan Rute Keputih – ITS pada Peta.

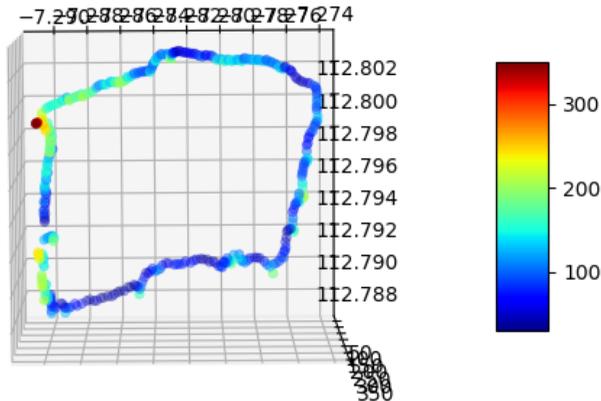
4.8.2. Pengujian di Darat Rute ITS

Rute pengujian selanjutnya yaitu melintasi jalan ITS. Pengujian ini dilakukan pada saat sore hari. Pada pengujian rute ini, penyimpanan data akan dilakukan setiap 3 detik sekali. Rute pengujian dilihat melalui peta diperlihatkan pada Gambar 4.13.

Jarak tempuh pada rute ini yaitu 4 km. Titik pertama pengujian yaitu pada koordinat $-7.2850732803, 112.7970657348$ dan berakhir pada koordinat $-7.2851152420, 112.7969512939$. Penyimpanan data pada microSD pada pengujian rute ITS dilakukan setiap 3 detik sekali.

Untuk data ketinggian yang terambil yaitu antara 5 m sampai 7 m dan untuk jalan yang datar rentan perubahannya kurang lebih 1 m. Data

ketinggian tertinggi yang terambil ditunjukkan pada Gambar 4.14 dengan simbol lingkaran warna merah sedangkan ketinggian terendah ditunjukkan dengan simbol lingkaran warna hijau.



Gambar 4.13 Hasil Pemetaan Kondisi Gas Rute Keputih – ITS.

Pada data yang terambil dari sensor MQ-7 terdapat perubahan. Nilai tertinggi yang didapat yaitu 142 ppm ditunjukkan pada Gambar 4.14 dengan simbol persegi dengan warna merah tua. Sedangkan nilai terendah yang terambil yaitu 4 ppm ditunjukkan pada Gambar 4.14 dengan simbol persegi warna biru muda.

Pada pengujian *data logger* sudah tercapai. Data berupa *latitude*, *longitude*, ketinggian dan nilai analog dari sensor MQ-7 sudah tersimpan pada microSD. Waktu penyimpanan data dari sensor ke microSD sudah sesuai, yaitu selang antara data satu dengan data selanjutnya yaitu 3 detik sekali.

4.8.3. Pengujian Keseluruhan Sistem di Udara tanpa *Flight Controller*

Pada pengujian di udara yang pertama digunakan pesawat tanpa awak untuk menguji alat yang tidak dilengkapi *flight controller*. Pengujian dilakukan di Halamam Gedung Robotika ITS, Keputih, Sukolilo, Jawa Timur Pada pengujian ini data yang akan diambil yaitu *latitude*, *longitude*, ketinggian, tekanan udara, waktu, nilai analog dari

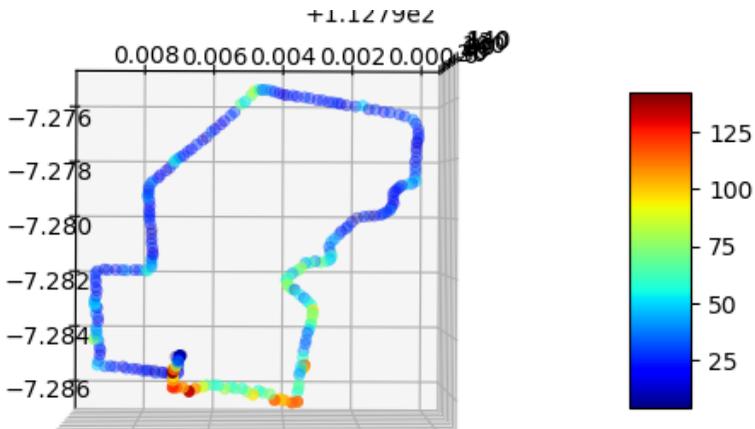


Gambar 4.14 Tampilan Rute ITS pada Peta.

sensor MQ-7 dan MQ-2, dan pembacaan suhu dan kelembaban dari DHT11. Tempat pengujian ditampilkan pada gambar 4.2. Gambar pesawat yang akan digunakan dalam pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 4.10. Pemasangan *board* mikrokontroler pada pesawat ditunjukkan pada Gambar 4.11.

Dari data yang didapatkan pada saat pengujian menggunakan pesawat masih terdapat kesalahan pembacaan UBLOX NEO M8N. Akan tetapi kesalahan pembacaan masih bisa dimaklumi dan didapatkan data yang cukup akurat.

Untuk data ketinggian pesawat pada saat menggunakan pesawat di udara berubah-ubah. Hal ini dikarenakan pengambilan data dilakukan menggunakan mode kendali manual. Sehingga data yang didapatkan juga

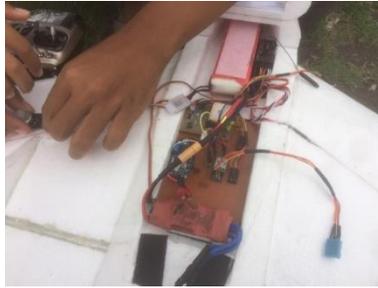


Gambar 4.14 Pemetaan Kondisi Gas Rute ITS – Keputih.

tidak konstan pada ketinggian tertentu. Untuk ketinggian pesawat sebelum lepas landas sekitar 13 meter. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Timur ketinggian rata-rata daratan di Surabaya adalah 7.42 meter di atas permukaan laut. Namun pada saat pengujian tidak dilakukan pengukuran tekanan udara, sehingga masih terdapat kesalahan pengukuran ketinggian. Untuk itu data ketinggian akan ditambahkan dengan selisih dari ketinggian sebenarnya dari wilayah Kota Surabaya. Pada saat belum lepas landas ketinggian pesawat pada pembacaan data yakni $13 - 7.42 = 5.58$. Sehingga ketinggian pesawat sebelum lepas landas yakni sebesar 5.58 meter di atas permukaan laut. Grafik ketinggian bisa ditampilkan pada gambar 4.19



Gambar 4.15 Pesawat yang Digunakan pada Pengujian.



Gambar 4.16 Peletakan *Board* Mikrokontroler pada Pesawat.



Gambar 4.17 Grafik Ketinggian Pesawat pada saat Pengujian.

Pada pembacaan CO, nilai terendah yang terbaca pada sensor MQ-7 adalah 4 ppm dan nilai tertinggi yang terbaca adalah 134 ppm. Sedangkan pada MQ-2 terbaca data konsentrasi gas CH₄ dengan nilai terendah -3 dan nilai tertinggi 6. Terdapat nilai minus dikarenakan terjadi error penghitungan pada kalibrasi menggunakan regresi polinomial orde 2. Sedangkan pada pembacaan DHT11, nilai terendah dan tertinggi pada pembacaan suhu dalam celcius yakni sebesar 27 dan 29. Pada kelembaban tercatat nilai terendah dan tertinggi sebesar 78 dan 87.

Untuk *data logger* dari sistem ini berjalan dengan lancar. Hal ini ditunjukkan pada tabel 4.5 dimana data yang tersimpan pada microSD

yaitu setiap 3 detik sekali. Data dari UBLOX NEO-M8N, nilai sensor MQ-7, MQ-2, DHT11 dan BMP280 sudah tersimpan pada microSD.

4.8.4. Pengujian Keseluruhan Sistem di Udara dengan *Flight Controller*

Pada pengujian alat di udara yang kedua yakni menggunakan pesawat tanpa awak dan dilengkapi *flight controller*. Penggunaan flight controller untuk membantu mengendalikan pesawat tetap pada jalur pengambilan data. Sehingga data yang didapatkan bisa merata. Pengujian dilakukan di Kawasan Perumahan Pakuwon Indah Keputih Sukolilo Surabaya. Pada pengujian kali ini juga data yang diambil adalah data posisi longitude, latitude, waktu, ketinggian, tekanan udara, konsentrasi gas CO dan CH₄, suhu serta kelembaban. Tempat pengujian ditunjukkan pada gambar 4.8 dan pesawat tanpa awak yang digunakan ditunjukkan pada gambar 4.9.

Dari data yang didapatkan, masih terdapat sedikit kesalahan pembacaan pada UBLOX NEO M8N. Kesalahan tersebut dapat ditoleransi.

Untuk data ketinggian didapatkan data yang cukup konstan dikarenakan mode terbang otomatis sehingga dapat menjaga ketinggian terbang pada pesawat tanpa awak. Mungkin sedikit tekanan udara yang berpengaruh pada pembacaan sensor BMP280.



Gambar 4.18 Lapangan Perumahan Pakuwon City Dilihat dari Google Maps



Gambar 4.19 Rute Terbang Pesawat tanpa Awak



Gambar 4.20 Pesawat yang Digunakan pada Pengujian.

Untuk ketinggian pesawat sebelum lepas landas sekitar 8.46 meter. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Timur ketinggian rata-rata daratan di Surabaya adalah 7.42 meter diatas permukaan laut. Namun pada saat pengujian tidak dilakukan pengukuran tekanan udara, sehingga masih terdapat kesalahan pengukuran ketinggian. Untuk itu data ketinggian akan ditambahkan dengan selisih dari ketinggian sebenarnya dari wilayah Kota Surabaya. Pada saat belum lepas landas ketinggian pesawat pada pembacaan data yakni $8.46 - 7.42 = 1.04$. Sehingga ketinggian pesawat sebelum lepas landas yakni sebesar 1.04 meter di atas permukaan laut. Grafik ketinggian bisa ditampilkan pada gambar 4.13



Gambar 4.21 Grafik Ketinggian Pesawat pada saat Pengujian.

Pada pembacaan CO, nilai terendah yang terbaca pada sensor MQ-7 adalah -2 ppm dan nilai tertinggi yang terbaca adalah 28 ppm. Sedangkan pada MQ-2 terbaca data konsentrasi gas CH₄ dengan nilai terendah -3 dan nilai tertinggi 21. Terdapat nilai minus dikarenakan terjadi error penghitungan pada kalibrasi menggunakan regresi polinomial orde 2. Sedangkan pada pembacaan DHT11, nilai terendah dan tertinggi pada pembacaan suhu dalam celcius yakni sebesar 24 dan 36. Pada kelembaban tercatat nilai terendah dan tertinggi sebesar 67% dan 87%.

Untuk *data logger* dari sistem ini berjalan dengan lancar. Hal ini ditunjukkan pada tabel 4.5 dimana data yang tersimpan pada microSD yaitu setiap 3 detik sekali. Data dari UBLOX NEO-M8N, nilai sensor MQ-7, MQ-2, DHT11 dan BMP280 sudah tersimpan pada microSD.

4.10. Pembuatan Peta Kondisi Gas

Pada proses ini akan dijelaskan pembuatan peta kondisi gas melalui beberapa proses. Setelah mendapatkan data *latitude*, *longitude*, nilai analog sensor MQ-7 dan MQ-7, serta pembacaan suhu dan kelembaban sensor DHT11 dari pengujian di udara yang tersimpan pada microSD. Proses selanjutnya yaitu mengolah data dan foto tersebut menjadi sebuah peta kondisi gas di halaman Gedung Robotika ITS.

4.9.1. Pengolahan Data Sensor

Pada proses pengolahan data ini yakni menggunakan *min-max*

normalization untuk pengolahan data posisi GPS. Data dari longitude dan latitude dimodifikasi sehingga bisa dalam rentang [-1,1]. Hal ini berguna untuk menentukan posisi masing-masing data dari pengolahan data GPS. *min-max normalization* ini digunakan pada program python sebagai berikut

```
Xscala = int((Xmax - Xmin) * 100000)
Yscala = int((Ymax - Ymin) * 100000)

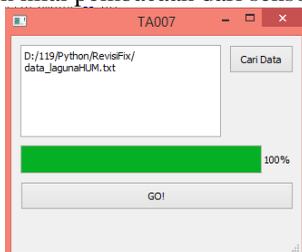
normalized_CO = np.full((Xscala, Yscala), -1)

normalized_X = np.arange(Xscala)
normalized_Y = np.arange(Yscala)
normalized_X, normalized_Y = np.meshgrid(normalized_X,
normalized_Y)
```

4.9.2. Pembuatan Peta Kondisi Gas

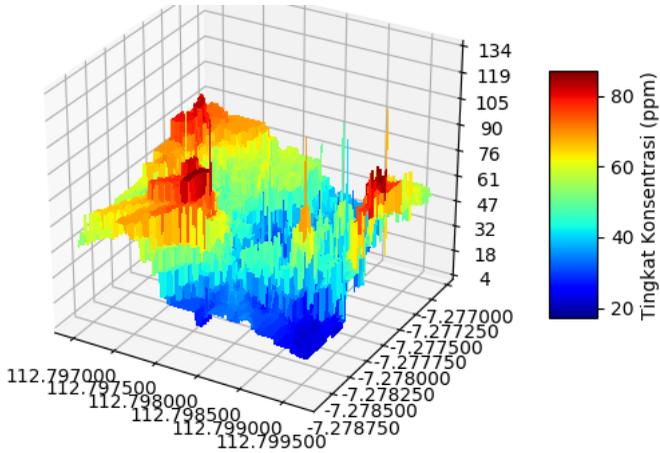
4.9.2.1. Peta Kondisi Gas Robotik

Peta kondisi gas dibuat dengan menggabungkan hasil data dari longitude, latitude, dan nilai pembacaan dari sensor gas CO.

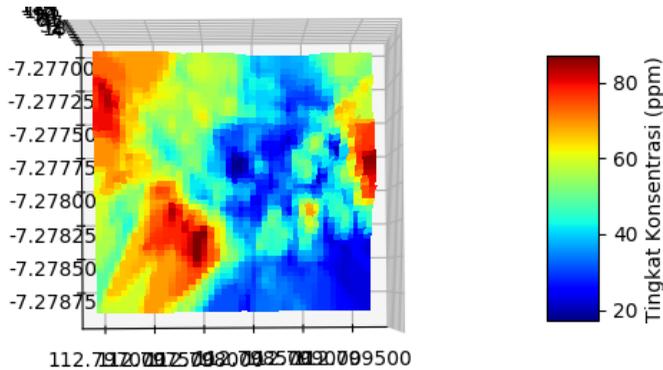


Gambar 4.22 *Graphical User Interface (GUI)* Program Pembuat Peta Konsentrasi Gas

Nilai dari sensor MQ-7 ditunjukkan pada Gambar 4.23 yaitu semakin warna merahnya muda maka nilai dari sensor MQ-7 semakin tinggi. Jika warnanya semakin biru maka nilai dari sensor MQ-7 semakin besar.



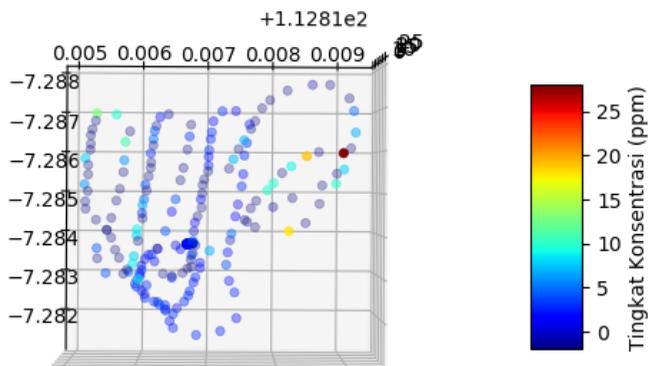
Gambar 4.23.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas.



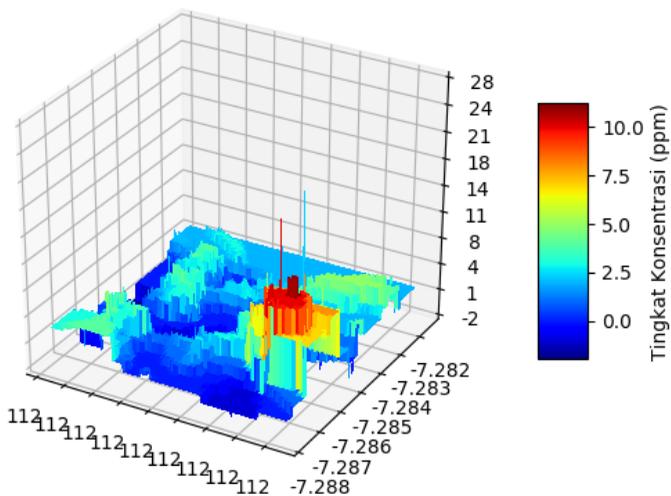
Gambar 4.24.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas.

4.9.2.2. Peta Kondisi Gas Pakuwon

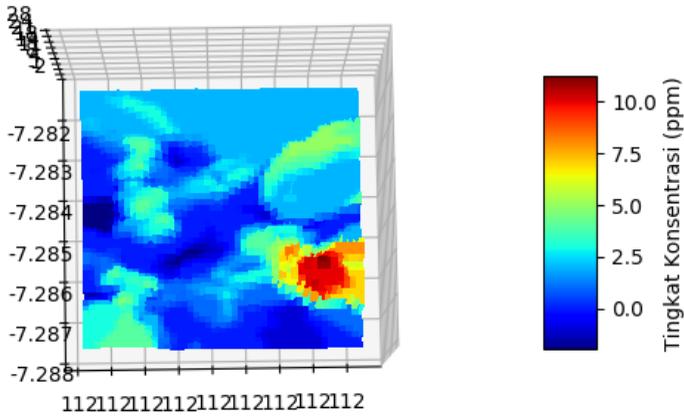
Peta kondisi gas dibuat dengan menggabungkan hasil data dari longitude, latitude, dan nilai pembacaan dari sensor gas CO.



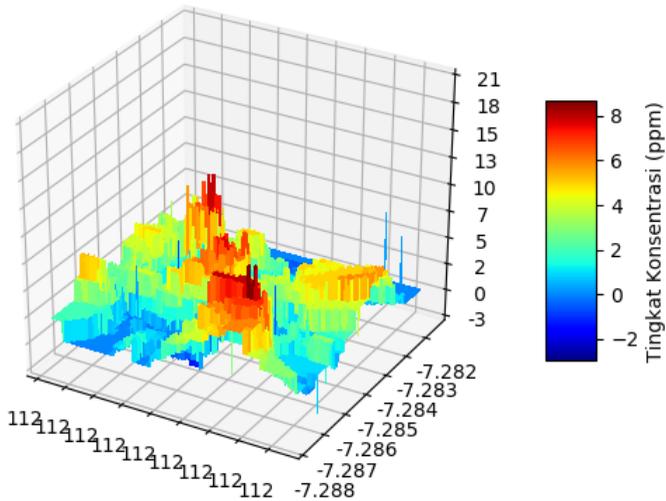
Gambar 4.25 Hasil Pemetaan Kondisi Gas Karbon Monoksida menggunakan Data Scatter



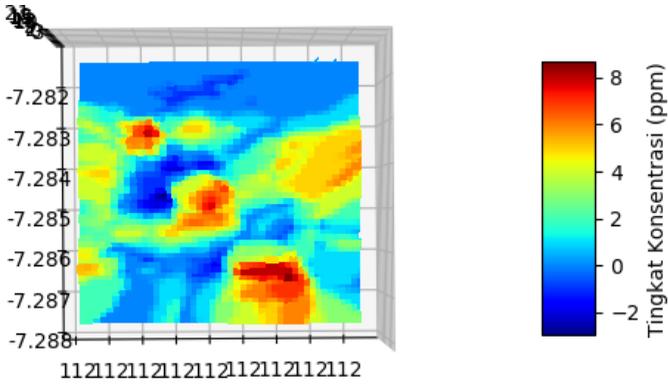
Gambar 4.26.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas Karbon Monoksida



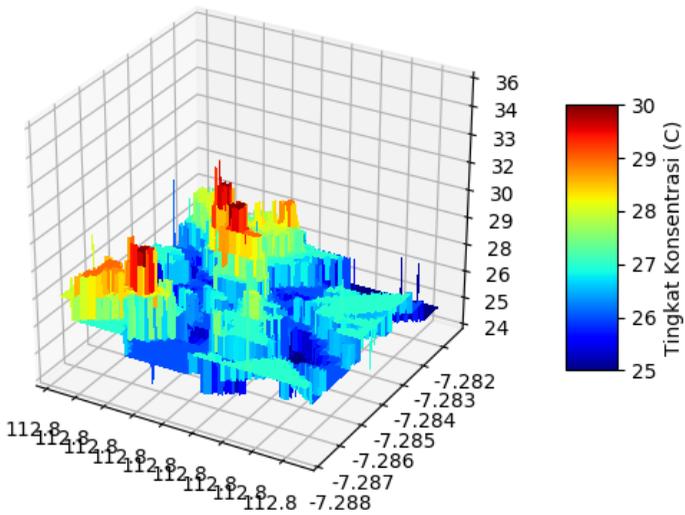
Gambar 4.26.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas Karbon Monoksida



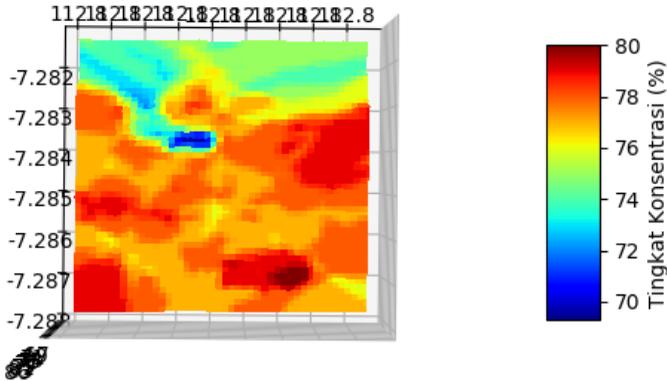
Gambar 4.27.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas Methana



Gambar 4.27.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Gas Methana



Gambar 4.28.a Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Suhu



Gambar 4.29.b Hasil Pengolahan Peta Konsentrasi Kelembaban

Nilai dari sensor MQ-7 ditunjukkan pada Gambar 4.21 yaitu semakin warna merahnya muda maka nilai dari sensor MQ-7 semakin tinggi. Jika warnanya semakin biru maka nilai dari sensor MQ-7 semakin besar.

4.11. Analisa Keseluruhan Sistem

Alat pembuat kondisi gas yang dipasang pada UAV dilengkapi dengan sensor gas, sensor suhu dan kelembaban, sensor barometer, dan GPS. Data dari sensor-sensor tersebut akan disimpan pada microSD dalam format .csv.

Secara keseluruhan, alat ini mampu berkerja dengan baik sesuai tujuan pembuatan. Pertama, penyimpanan data dari sensor dan GPS ke microSD dalam format .csv berjalan dengan baik. Kedua, sensor dan GPS dapat berfungsi saat pesawat berada diudara.

GPS dapat mendeteksi koordinat pesawat saat berada diudara, sehingga data yang diterima GPS cukup baik dan akurat. Namun ada beberapa error yang tidak terlalu berpengaruh pada pembacaan pada GPS. Sensor barometer mendeteksi tekanan udara dengan baik saat pesawat berada di darat dan diudara sehingga data ketinggian yang didapat cukup baik. Pembacaan sensor gas masih memiliki kesalahan pembacaan diakibatkan angin yang bertiup akibat kecepatan pesawat yang cukup tinggi sehingga pembacaan sensor gas tidak begitu merata. Akan tetapi karena alat bisa bekerja bersama-sama sehingga setiap koordinat memiliki nilai konsentrasi gas yang bermacam-macam sehingga bisa dibuat peta konsentrasi gas. Akan tetapi karena pengambilan data setiap

3 detik sekali maka ada beberapa daerah yang tidak memiliki nilai konsentrasi gas, oleh karena itu kami menggunakan metode K Nearest Neighbour sehingga bisa mengambil data dari nilai terdekat.

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan pada pelaksanaan tugas akhir ini didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pengembangan alat pembuat peta konsentrasi gas suhu dan kelembaban pada pesawat tanpa awak dibuat untuk mengatasi pembacaan koordinat yang tidak memiliki nilai konsentrasi gas.
- b. Alat pembuat peta konsentrasi gas suhu dan kelembaban pada pesawat tanpa awak bekerja pada dimensi alat sebesar (6.5 cm x 5 cm x 2 cm)
- c. Masalah pada daerah yang tidak memiliki nilai dapat diatasi dengan menggunakan metode KNN (K Nearest Neighbour).
- d. Nilai error rata-rata pada pembacaan sensor gas sebesar 5.497% pada sensor gas MQ-7.
- e. Nilai error rata-rata pada pembacaan sensor DHT11 yakni sebesar 1.8%.

5.2. Saran

Sebagai sarana pengembangan alat ukur konsentrasi gas ini, maka terdapat beberapa saran dari penulis berdasarkan hasil yang diperoleh saat percobaan, yaitu sebagai berikut:

- a. Pembacaan sensor BMP280 berubah ubah diakibatkan tekanan udara yang berubah-ubah. Diperlukan sebuah alat kalibrasi untuk BMP280 sehingga tidak perlu untuk merubah program.
- b. Sensor yang digunakan tidak dilakukan kalibrasi alat ukur melainkan menggunakan program kalibrasi.

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. D. Ratnani, "Teknik Pengendalian Pencemaran Udara yang Diakibatkan Oleh Partikel," *Momentum*, vol. 4, no. 1, pp. 27-32, 2008.
- [2] Y. L. R. P. S. Ratih Andika A.R, "Pengaruh Paparan Gas Metana (CH₄), Karbon Dioksida (CO₂) Dan Hidrogen Sulfida (H₂S) Terhadap Keluhan Gangguan Pernapasan Pemulung Di Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Klotok Kota Kediri," *EKOSAINS*, vol. VII, pp. 105-116, 2015.
- [3] "Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Propinsi Jawa Timur," Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 4 Desember 2018. [Online]. Available: <http://iku.menlhk.go.id/index/index/kabkota/3578/prop/35/id/ID-JI>. [Diakses 4 Desember 2018].
- [4] M. R. R. D. Irfan F. Priyanta, "Pemetaan Distribusi Gas Polutan Menggunakan Quadcopter Berbasis Autonomous Waypoint Navigation," vol. 5, no. 2, pp. 154-159, 2016.
- [5] D. R. H. S. a. B. Pramujati, "Rancang Bangun Prototype Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dengan Tiga Rotor," *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [6] Arduino, "Arduino MEGA 2560," [Online]. Available: https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-mega2560_R3-sch.pdf. [Diakses 07 01 2018].
- [7] A. e. al., Harte und weiche Echtzeitsysteme Material zur Vorlesung Echtzeitsysteme I + II im Studienfach Technische Informatik an der, Atmel Corporation, 2015.
- [8] H. Electronic, "Mq-7 Gas Sensor," Carbon Monoxide, 2006.
- [9] "Technical Data Mq-2 Gas Sensor," Hanwei Electronics Co.,Ltd, 2006.
- [10] J. Parthasarathy, "Positioning and Navigation System Using Gps," *Int. Arch. Photogramm*, vol. 36, no. 6, pp. 208-212, 2006.
- [11] Posse, "Ublox M8N Breakout Not Detecting Satellites," [u-blox.com](https://forum.u-blox.com), 05 06 2017. [Online]. Available: <https://forum.u-blox.com/index.php/11224/ublox-m8n-breakout-not-detecting->

satellites. [Diakses 15 12 2017].

- [12] D. Purwanto, "Control Design Principles," Electrical Engineering, ITS, Surabaya.
- [13] B. Sensortec, "BMP180 Digital pressure sensor," B. Sensortec, 2013.
- [14] O. Electronics, "DHT11 Humidity & Temperature Sensor," Mouser Electronics, 2015.
- [15] Wikipedia, "MicroSD," 2016. [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/MicroSD>. [Diakses 4 Desember 2018].
- [16] xlsemi, "XL4005 Datasheet Preview," XLSEMI.COM, 2014.
- [17] M. H. Assiddiqi, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Kolam Renang," Departemen Teknologi Elektro, ITS, Surabaya, 2017.
- [18] L. Yuni dan Y. Lestari, "Bahaya Karbon Monoksida Bagi Kesehatan Manusia," *Artikel*.
- [19] N. N., Regresi Polinomial Lokal, Skripsi, 2009.
- [20] Sumarlin, "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor Sebagai Pendukung Keputusan Klasifikasi Penerima Beasiswa PPA dan BBM," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 1, no. 1, pp. 52-62, 2015.
- [21] M. R. a. R. D. I. F. Priyanta, "Pemetaan Distribusi Gas Polutan Menggunakan Quadcopter Berbasis Autonomous Waypoint Navigation," vol. 5, no. 2, pp. 154-159, 2016.
- [22] M. F., P. A. R. dan T. B. R., "Implementation of Hazardous Chemical Gas Monitoring System Using," pp. 163-168, 2016.
- [23] S. B. dan H. S., "Design of real-time gas Monitoring system Based-on Wireless Sensor Networks for," *ICITACEE*, vol. 1, pp. 30-34, 2014.
- [24] Z. Y., Z. Y., C. L., L. C. dan S. Y., "Research in automobile exhaust gas of sulfur dioxide and nitrogen dioxide monitoring WSN and optimization coverage algorithm," *Int. Conf. Instrum. Meas. Comput. Commun. Control. IMCCC*, pp. 1202-1205, 2016.
- [25] A. N., K. S. dan K. M., "Monitoring Co Dan Deteksi Dini Kebocoran Gas Lpg Pada Perumahan Menggunakan Wireless

Sensor Network Co Monitoring and Lpg Leakage Early Detection on,” pp. 1-8, 2015.

- [26] M. Rivai, “untuk Monitoring Pencemaran Udara di Lingkungan Outdoor,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro Inform. SNTel*, pp. 41-49, 2015.
- [27] S. S., “Internet-based monitoring and warning system of methane gas generated in garbage center,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 105, pp. 0-6, 2018.

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

LAMPIRAN A

Program Arduino Alat Pembuat Peta Kondisi Gas, Suhu dan Kelembaban pada Pesawat tanpa Awak

```
#include <TinyGPS++.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>
#include <DHT.h>
#include "CH4.h"
#include "CO.h"

#define BMP_SCK 13
#define BMP_MISO 12
#define BMP_MOSI 11
#define BMP_CS 10
#define DHTPIN 37
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

Adafruit_BMP280 bmp; // I2C

const int chipSelect = 4;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
unsigned long delaymil = 500;
int delay_Data = 2000;

float x = 1010.40;
float alt_before = 0;
float CO_ppm = analogRead(A1);
float CH4_ppm = analogRead(A0);
float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();

TinyGPSPlus gps;
File data;

float expFilter(float input, float smoothBefore, float alpha){
    return smoothBefore+alpha*(input-smoothBefore);
}

void setup()
```

```

{
  Serial.begin(9600);
  Serial2.begin(GPSBaud);
  delaymil = millis();

  //===== Inialisasi GY-BME =====
  if (!bmp.begin(0x76)) {
    Serial.println(F("Could not find a valid BMP280 sensor, check
wiring!"));
    while (1);
  }

  //=====Inialisasi DHT11=====
  dht.begin();

  //=====Kalibrasi Sensor=====
  Serial.print("Calibrating...\n");
  Ro = MQCalibration(MQ_PIN);
  Ro1 = MQCalibration1(MQ_PIN);
  Serial.print("Calibration is done...\n");
  Serial.print("Ro=");
  Serial.print(Ro);
  Serial.print("kohm \t");
  Serial.print("Ro1=");
  Serial.print(Ro1);
  Serial.print("kohm");
  Serial.print("\n");

  //===== Inialisasi SD card =====
  while (!Serial) {
    ;
  }
  Serial.print("Initializing SD card...");
  if (!SD.begin(4)) {
    Serial.println("initialization failed!");
    return;
  }
  //===== Membuat File =====
  Serial.println("create file...");
  data = SD.open("data.csv", FILE_WRITE);
  data.close();

  //===== cek file =====
  if (SD.exists("data.csv")){
    Serial.println("data.csv exists.");
  } else {
    Serial.println("data.csv doesn't exists.");
  }
}

```

```

}

void loop()
{
  while (Serial2.available() > 0)
    if (gps.encode(Serial2.read()))
      // displayGPS();

  if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
  {
    Serial.println(F("No GPS detected: check wiring."));
    while(true);
  }
  //===== Read Sensor Gas =====
  CO_ppm = analogRead(A1);
  CH4_ppm = analogRead(A0);

  float COa = 0.0122*CO_ppm*CO_ppm;
  float COb = (-0.0817)*CO_ppm;
  float COkal1 = COa + COb - 2.0772;

  float COd = 0.0201*CO_ppm*CO_ppm;
  float COe = (-4.127)*CO_ppm;
  float COkal2 = COd + COe + 177.29;

  float CH4a = 0.0018*CH4_ppm*CH4_ppm;
  float CH4b = (-0.4699)*CH4_ppm;
  float CH4kal1 = CH4a + CH4b + 27.827;

  //===== Read Altitude =====
  float alt = expFilter (bmp.readAltitude(x), alt_before, 0.1);
  float alt_before = bmp.readAltitude(x);

  //=====Read DHT11=====
  h = dht.readHumidity();
  t = dht.readTemperature();

  //===== Menulis Data =====
  if (millis()-delaymil>delay_Data)
  {
    int jam = gps.time.hour() + 7;

    data = SD.open("data.csv", FILE_WRITE);
    if (data) {
      if (jam > 23){
        jam = jam - 24;
      }
    }
  }
}

```

```

    data.print(gps.location.lat(), DEC);
    data.print(",");
    data.print(gps.location.lng(), DEC);
    data.print(",");
    data.print(jam);
    data.print(":");
    data.print(gps.time.minute());
    data.print(":");
    data.print(gps.time.second());
    data.print(",");
    data.print(gps.date.day());
    data.print("-");
    data.print(gps.date.month());
    data.print("-");
    data.print(gps.date.year());
    data.print(",");
    data.print(bmp.readPressure());
    data.print(",");
    data.print(bmp.readAltitude(1009.30));
    data.print(",");
    data.print(CO_ppm);
    data.print(",");
    data.print(COka11);
    data.print(",");
    data.print(COka12);
    data.print(",");
    data.print(MQGetGasPercentage(MQRead(MQ_PIN)/Ro,GAS_CO));
    data.print(",");
    data.print(CH4_ppm);
    data.print(",");
    data.print(CH4ka11);
    data.print(",");
    data.print(MQGetGasPercentage1(MQRead(MQ_PIN)/Ro,GAS_CH4));
    data.print(",");
    data.print(t);
    data.print(",");
    data.print(h);
    data.println(",");
    data.close();
}
delaymil=millis();
}
}

void displayGPS()
{
    Serial.print(F("Location: "));
    if (gps.location.isValid())

```

```

    {
        Serial.print(gps.location.lat(), 6);
        Serial.print(F(", "));
        Serial.print(gps.location.lng(), 6);
    }
    else
    {
        Serial.print(F("INVALID"));
    }

    Serial.print(F(" Date/Time: "));
    if (gps.date.isValid())
    {
        Serial.print(gps.date.month());
        Serial.print(F("/"));
        Serial.print(gps.date.day());
        Serial.print(F("/"));
        Serial.print(gps.date.year());
        Serial.print(F("|"));
    }
    else
    {
        Serial.print(F("INVALID"));
    }

// Serial.print(F(" "));
    if (gps.time.isValid())
    {
        int jam = gps.time.hour() + 7;
        if (jam > 23)
            jam = jam - 24;
        if (jam < 10) Serial.print(F("0"));
        Serial.print(jam);
        Serial.print(F(":"));
        if (gps.time.minute() < 10) Serial.print(F("0"));
        Serial.print(gps.time.minute());
        Serial.print(F(":"));
        if (gps.time.second() < 10) Serial.print(F("0"));
        Serial.println(gps.time.second());
//    Serial.print(F("."));
//    if (gps.time.centisecond() < 10) Serial.print(F("0"));
//    Serial.print(gps.time.centisecond());
//===== GY-BMP =====
//    Serial.print(F("Temperature = "));
//    Serial.print(bmp.readTemperature());
//    Serial.println(" *C");
        Serial.print(F("Pressure = "));
        Serial.print(bmp.readPressure());

```

```

    Serial.println(" Pa");
    Serial.print(F("Altitude = "));
    Serial.print(bmp.readAltitude(1012.00)); // this should be
adjusted to your local forcase
    Serial.println(" m");

//===== Sensor Gas =====
Serial.print("CO = ");
Serial.print(CO_ppm);
Serial.print(" ");
Serial.print("CO ppm = ");
Serial.print(MQGetGasPercentage(MQRead(MQ_PIN)/Ro,GAS_CO));
Serial.print("CH4 = ");
Serial.print(CH4_ppm);
Serial.print(" ");
Serial.print("CH4 ppm = ");
Serial.print(MQGetGasPercentage1(MQRead1(MQ_PIN1)/Ro1,GAS_CH4));
Serial.println();
//=====Sensor DHT11=====
Serial.print("Suhu = ");
Serial.print(t);
Serial.print(" ");
Serial.print("Kelembaban");
Serial.print(h);
Serial.println();
}
delay(500);
}

```

LAMPIRAN B

Program Pemetaan Pycharm

```
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib import cm
from matplotlib.ticker import LinearLocator, FormatStrFormatter
import numpy as np

from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor

fig = plt.figure()
ax = fig.gca(projection='3d')

# Make data.
Y, X, CO = np.loadtxt('data_robotik1.txt',
                      unpack = True,
                      delimiter = ',')

data_len = len(X)

X = np.array(X)
Y = np.array(Y)
CO = np.array(CO)

Xmin = min(X)
Ymin = min(Y)
COmin = min(CO)

Xmax = max(X)
Ymax = max(Y)
COmax = max(CO)

Xscala = int((Xmax - Xmin) * 100000)
Yscala = int((Ymax - Ymin) * 100000)

normalized_CO = np.full((Xscala, Yscala), -1)
# print(np.shape(normalized_CO))

normalized_X = np.arange(Xscala)
normalized_Y = np.arange(Yscala)
normalized_X, normalized_Y = np.meshgrid(normalized_X,
normalized_Y)

for i in range(data_len):
```

```

    normalized_CO[int((X[i] - Xmin) * 100000) - 1][int((Y[i] - Ymin)
* 100000) - 1] = CO[i]

# print(np.shape(normalized_X))
# print(np.shape(normalized_Y))
# print(np.shape(normalized_CO))
#
# print(min(normalized_CO.ravel()))

X = (X - Xmin) * 100000
X = X.astype(int)
Y = (Y - Ymin) * 100000
Y = Y.astype(int)
dataset = np.column_stack((X, Y))
label = CO
# reg = LinearRegression().fit(dataset, label)
reg = KNeighborsRegressor().fit(dataset, label)

# tes hasil regresi
# reg.score(dataset, label)
# reg.coef_
# reg.intercept_

for i in range(Xscala):
    for j in range(Yscala):
        if normalized_CO[i][j] == -1:
            normalized_CO[i][j] = reg.predict(np.array([[i, j]]))

# Plot the surface.
surf = ax.plot_surface(normalized_X, normalized_Y,
np.transpose(normalized_CO), cmap=cm.jet,
                linewidth=0, antialiased=False)

ax.auto_scale_xyz([0, max(Xscala, Yscala)], [0, max(Xscala,
Yscala)], [0, 100])
ax.zaxis.set_major_locator(LinearLocator(10))
ax.xaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%d'))
ax.yaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%d'))
ax.zaxis.set_major_formatter(FormatStrFormatter('%d'))



# Add a color bar which maps values to colors.
fig.colorbar(surf, shrink=0.5, aspect=5)


plt.show()

```

LAMPIRAN C

Dokumentasi Kegiatan Tugas Akhir





BIODATA PENULIS



Muhammad Faiz Ardiansyah lahir di Mojokerto pada tanggal 27 Agustus 1995. Anak kedua dari tiga bersaudara. Menyelasaikan pendidikan dasar di SD Al Ishlah Rejeni, dilanjutkan pendidikan menengah di SMP Negeri 1 Krembung dan tingkat atas di MA Negeri Rejoso. Memulai perkuliahan di Teknik Elektro ITS pada tahun 2014. Selama masa perkuliahan penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan di Jurusan maupun Institusi. Penulis juga aktif dalam divisi Workshop Himpunan Teknik Elektro. Selain itu juga tercatat sebagai asisten praktikum di bidang studi elektronika

Email : faizmuhammaad27@gmail.com

Hp/WA : 082132341965

Facebook : Muhammad Faiz Ardiansyah

Line : faizmuhammaad