

Sistem Pendeteksi Kebakaran Hutan Menggunakan Arduino Uno dan Modul GSM Berbasis IoT

1st Tri Adhi Santoso
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
adhisantoso@telkomuniversity.ac.id

2nd Bambang Setia Nugroho
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

3rd Arif Indra Irawan
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
arifirawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Kebakaran pada hutan merupakan salah satu bencana yang dapat mengakibatkan kerugian besar. Tujuan dari penelitian ini yaitu pengembangan sistem deteksi kebakaran hutan berbasis *Internet of Things* (IoT).

Alat yang dirancang untuk deteksi pada kebakaran hutan terdiri dari sensor api, suhu DHT22, gas MQ-2 dan modul SIM800L GSM/GPRS untuk mengirimkan data sensor ke ThingSpeak.

Hasil Pengujian sensor api, diketahui bahwa api yang kecil dapat dideteksi di jarak kurang dari 60cm, api sedang kurang dari 100cm dan api besar kurang dari 160cm. Selanjutnya hasil pengujian sensor suhu DHT22 setelah dikalibrasi dengan alat ukur pembanding menggunakan Mini Digital Hygrometer Thermometer, diperoleh nilai suhu error maksimum 0,79% dan 5,22% kelembaban untuk ruangan ber-AC. Berikutnya dalam ruangan untuk hasil nilai error suhu maksimum 0,38% dan untuk kelembaban 2,18%. Selanjutnya pada luar ruangan hasil nilai error suhu maksimum 0,79% dan 3,17% kelembaban. Kemudian hasil nilai tertinggi pada pengujian sensor gas MQ-2 asap yang terdeteksi saat satu tisu dibakar adalah 60,4 PPM dan dua tisu dibakar 81,74 PPM. Berikutnya untuk hasil nilai tertinggi pada satu rokok dibakar 60,54 PPM dan saat dua rokok dibakar 67,17 PPM.

Kata kunci : *Internet of Things* (IoT), ThingSpeak, SIM800L GSM/GPRS, sensor api, sensor suhu DHT22, sensor gas MQ-2.

A. PENDAHULUAN

Menurut Kamus Kehutanan Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Kebakaran Hutan (*wild fire free burning, forest fire*) didefinisikan sebagai Kebakaran yang tidak disebabkan oleh unsur kesengajaan yang mengakibatkan kerugian. Kebakaran terjadi karena faktor-faktor: alam (misalnya musim kemarau yang terlalu lama), manusia (misalnya karena kelalaian manusia membuat api di tengah-tengah hutan di musim kemarau atau di hutan-hutan yang mudah terbakar dan bentuk kerusakan hutan yang disebabkan oleh api di dalam areal hutan negara [1].

Upaya kegiatan pencegahan dan pengendalian karhutla (kebakaran hutan dan lahan) dirasa kurang optimal karena masih dilakukan dengan metode konvensional, artinya dengan menerjunkan personil satgas karhutla kedalam hutan. Oleh karena nya, diperlukan perangkat sensor yang dipasang pada daerah rawan kebakaran untuk mendeteksi lebih dini jika terjadi kebakaran [2].

Oleh karena itu telah dibuat alat pendeteksi kebakaran hutan menggunakan sensor api, sensor suhu DHT22 dan sensor asap MQ-2 dengan output berupa SMS yang akan terkirim saat adanya api atau suhu tinggi atau asap yang terdeteksi dan mengupload ke server IoT (*Internet of Things*). Modul yang digunakan untuk output SMS dan upload yaitu SIM800L GSM/GPRS yang akan mengirimkan output SMS yang terdeteksi api, suhu tinggi dan asap yang akan diupload ke ThingSpeak untuk pemantauannya.

B. KAJIAN TEORI

A. *Internet of Things* (IoT)

Internet of things adalah semua hal dan perangkat yang menggunakan jaringan *wireless* maupun jaringan internet pada sistemnya. Perangkat tersebut akan memiliki kemampuan untuk mengirimkan data dan transmisi melalui sebuah jaringan tanpa adanya campur tangan manusia [3]. Cara kerja dari IoT cukup sederhana, pada setiap perangkat IoT mempunyai fungsi tertentu misalnya sensor untuk membaca suatu keadaan seperti sensor suhu, yang dimana akan mengukur suhu lingkungan sekitar kemudian melakukan pengiriman data ke *server* menggunakan internet supaya data suhu tersebut akan tersimpan untuk pemantauan.

B. ThingSpeak

ThingSpeak adalah suatu platform *website* yang biasanya digunakan untuk suatu *project* dengan sistem *Internet of Things* (IoT). ThingSpeak dapat digunakan secara *open source* untuk menjalankan aplikasi dan API [4]. Fungsi dari ThingSpeak sebagai *platform cloud* untuk pengumpul data yang berasal dari perangkat node berupa

sensor-sensor yang sudah terhubung ke internet dan juga memungkinkan pengambilan data dari perangkat lunak untuk keperluan monitoring, kontrol dan analisis data. ThingSpeak dapat menerima data dan dapat menampilkan data untuk dikirimkan ke *device* atau *interface* [5].

C. Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu *development kit* mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Arduino Uno merupakan salah satu *board* dari *family* Arduino [6]. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal colokkan ke *power supply* atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, Arduino Uno ini sudah siap bekerja. Arduino Uno *board* memiliki 14 pin digital *input/output*, 6 analog *input*, sebuah resonator keramik 16MHz, koneksi USB, colokan *power input*, ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*.



Gambar 2.1 Arduino Uno

D. Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 atau ATmega168. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis *Barrel Jack* dan dihubungkan ke computer menggunakan *port* USB Mini-B [7].



Gambar 2.2 Arduino Nano

E. Short Message Service (SMS)

Short Message Service (SMS) (Talukder, 2005.) merupakan sebuah layanan yang banyak diaplikasikan pada sistem komunikasi tanpa kabel, memungkinkan dilakukannya pengiriman pesan dalam bentuk teks. SMS didukung oleh GSM (*Global System For Mobile Communication*), TDMA (*Time Division Multiple Access*), CDMA (*Code Division Multiple Access*) yang berbasis pada telepon seluler yang saat ini banyak digunakan. Fitur SMS ini memungkinkan perangkat Stasiun Seluler Digital (*Digital Cellular Terminal*, seperti Ponsel) untuk dapat mengirim dan menerima pesan-pesan teks dengan panjang sampai dengan 160 karakter melalui jaringan GSM [8].

F. SIM800L GSM/GPRS

SIM800L GSM/GPRS merupakan suatu modul GSM (*Global Standard for Mobile*) dan GPRS (*General Packet Radio Service*) yang dapat bekerja untuk pengiriman data ke internet dengan sistem M2M (*Machine to Machine*) [9]. Modul ini berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan pengguna ponsel. AT Command adalah perintah yang dapat diberikan modul GSM/GPRS seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS [10].



Gambar 2.3 SIM800L GSM/GPRS

G. Sensor Api

Sensor api adalah sensor yang ditujukan untuk mendeteksi cahaya inframerah yang dipancarkan oleh api. Sensor ini memiliki tangangan 3.3v – 5.5v dengan panjang gelombang dalam jangkauan 760 nm - 1100 nm, sudut deteksi pada sensor 60⁰ dan dimensi 1.5cm x 3.6 cm [11]. Sensitivitas modul ini dapat disesuaikan pada bagian depan berwarna biru.



Gambar 2.4 Sensor Api

H. Sensor Suhu DHT22

DHT22 merupakan sensor pengukur suhu dan kelembaban relatif dengan keluaran berupa sinyal digital serta memiliki 4 pin yang terdiri dari *power supply*, data *signal* dan *ground* [12]. Sensor suhu DHT22 menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pada pin data. DHT22 diklaim memiliki kualitas pembacaan yang baik, dinilai dari respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang minimalis, serta dengan harga relatif murah jika dibandingkan dengan alat thermohyrometer [13].



Gambar 2.5 Sensor Suhu DHT22

I. Sensor Gas MQ-2

Sensor gas MQ-2 ini mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output membaca sebagai tegangan analog. Sensor gas MQ-2 dapat langsung diatur sensitifitasnya dengan memutar trimpot. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri. Gas yang dapat

dideteksi diantaranya LPG, *i-butane*, *propane*, *methane*, *alcohol*, *hydrogen*, *smoke* [14].



Gambar 2.6 Sensor Gas MQ-2

J. Step down LM2596S DC-DC LED Voltmeter

Modul LM2596S adalah sirkuit yang berfungsi sebagai Step down *Direct Current* (DC) *converter* yang dapat digunakan untuk menurunkan tegangan input DC sesuai yang dibutuhkan. Untuk menurunkan tegangan dari modul Step down dapat dilakukan dengan cara merubah posisi potensio knob, kemudian pada *display* Step down akan menampilkan *output* yang telah ditentukan sebelumnya. Modul ini memiliki 4 pin, 2 pin input DC dikiri dan 2 pin *output* DC di kanan [15].



Gambar 2.7 Step down LM2596S DC-DC LED Voltmeter

K. Baterai Aki 6v

Baterai Aki adalah komponen untuk menyimpan daya dalam sistem kelistrikan yang dapat menghantarkan listrik. Isi dari aki kering ini bukanlah air aki melainkan berbentuk gel. Tingkat penguapan yang dimiliki oleh aki ini cukup kecil karena penguapannya tidak keluar sehingga volumenya tetap. Pada penelitian ini penulis menggunakan aki sebagai *power supply* karena lebih tahan lama secara pemakaian [16].

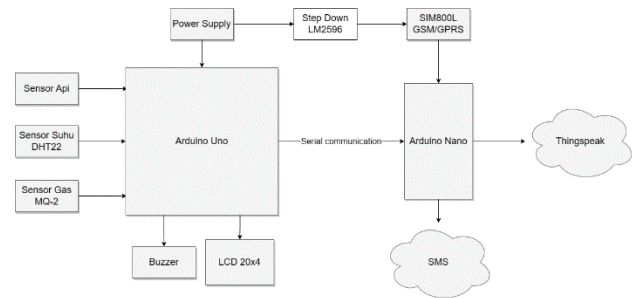


Gambar 2.8 Baterai Aki 6v

C. METODE

A. Diagram Blok

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 skema dari diagram blok pada proyek ini terdiri dari sensor api, sensor suhu DHT22, sensor gas MQ-2, buzzer, lcd 20x4, arduino uno, baterai aki 6v, *step down* LM2596, arduino nano dan SIM800L GSM/GPRS.



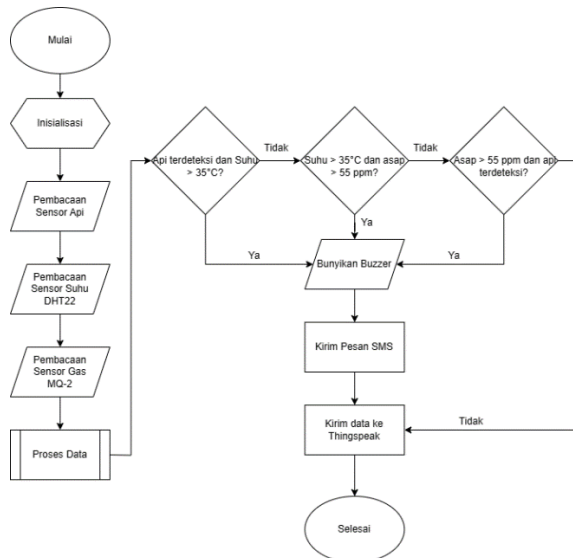
Gambar 3.1 Diagram Blok

Baterai aki dengan tegangan 6v digunakan sebagai *power supply*/sumber tegangan listrik ke arduino uno. Kemudian terdapat *step down* LM2596 yang digunakan sebagai penurun tegangan menjadi 3,6v agar SIM800L GSM/GPRS dapat bekerja dengan baik. Selanjutnya arduino uno sebagai mikrokontroler untuk membaca data sensor dan arduino nano sebagai mikrokontroler untuk mengirimkan data sensor ke ThingSpeak. Jadi arduino uno akan membaca data tiap sensor kemudian mengecek kondisi tertentu yang dianggap terjadi kebakaran, jika kondisi tertentu terpenuhi maka akan diset atau ditetapkan suatu variabel yang menandakan terjadi kebakaran. Kemudian data tiap sensor tersebut dan variabel yang menandakan terjadi kebakaran atau tidak (variabel tersebut dalam bentuk *boolean*) dikirimkan ke arduino nano melalui komunikasi serial serta ditampilkan ke LCD dengan ukuran 20x4. Jika terjadi kebakaran maka arduino uno akan memberi perintah untuk menyalakan buzzer sebagai peringatan. Selanjutnya arduino nano akan menerima data yang dikirimkan melalui serial dan kemudian data tersebut dikirim ke ThingSpeak agar dapat monitoring atau dipantau secara jarak jauh. Selain itu arduino nano juga mengecek variabel yang menandakan apakah terjadi kebakaran atau tidak. Jika variabel tersebut bernilai *true*, maka dianggap sebagai terjadinya kebakaran, lalu akan dikirimkan pesan peringatan kepada *user* bahwa sedang terjadi kebakaran dengan bantuan modul SIM800L GSM/GPRS.

B. Flowchart

Pada bagian ini flowchart terbagi menjadi 2 yaitu proses a dan proses b. Secara umum proses a yaitu pembacaan data sensor, pengecekan kondisi kebakaran dan mengirimkan data sensor ke arduino nano. Sedangkan proses b yaitu mengirimkan data sensor ke ThingSpeak dan mengirimkan SMS jika terjadi kebakaran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada sub-bab berikutnya.

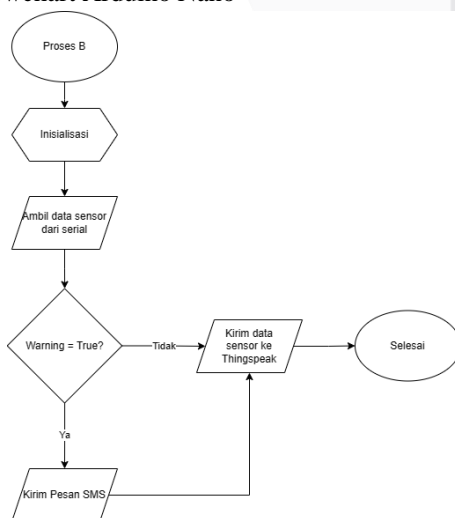
1. Flowchart Arduino Uno



Gambar 3.2 Flowchart Arduino Uno

Dilihat dari Gambar 3.2 proses dari alur kerja alat mulai pada inialisasi pada sistem terhadap sensor. Kemudian pembacaan sensor api untuk medeteksi adanya api, pembacaan sensor suhu DHT22 untuk mengukur suhu lingkungan dan kelembaban, pembacaan sensor gas MQ-2 untuk deteksi asap. Setelah itu proses input pengolahan data dari tiap sensor untuk menghasilkan data output. Saat sensor api terdeteksi dan sensor suhu DHT22 $> 35^{\circ}\text{C}$ / sensor suhu DHT22 $> 35^{\circ}\text{C}$ dan sensor gas MQ-2 > 55 ppm / sensor gas MQ-2 > 55 ppm dan sensor api terdeteksi, maka *set warning = true* dan buzzer berbunyi, kemudian menampilkan data sensor pada LCD dan mengirimkan data melalui serial communication. Jika sensor api dan sensor suhu DHT22 $< 35^{\circ}\text{C}$ / sensor suhu DHT22 $< 35^{\circ}\text{C}$ dan sensor gas MQ-2 < 55 ppm / sensor gas MQ-2 < 55 ppm dan sensor api tidak terdeteksi, maka data sensor akan ditampilkan melalui LCD dan mengirimkan data melalui serial communication.

2. Flowchart Arduino Nano



Gambar 3.3 Flowchart Arduino Nano

Inisialisasi sistem, kemudian mengambil data sensor dari arduino uno melalui serial communication. Pengecekan kondisi nilai variabel *warning*. Jika *warning = true* maka akan dikirimkan pesan SMS ke user. Upload data ke ThingSpeak.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengurangi resiko kebakaran hutan sebelum besarnya api. Alat pendukung dalam penelitian ini adalah Arduino Uno, sensor api, sensor suhu DHT22, sensor gas MQ-2, buzzer, SIM800L GSM/GPRS, baterai aki 6v dan Step down LM2596S LED. Prinsip pengoperasian pada keadaan awal alat diaktifkan, SIM800L GSM/GPRS akan mencari sinyal yang berfungsi untuk mengirimkan data secara *real-time* ke server ThingSpeak yang akan menampilkan hasil pembacaan tiap sensor untuk pemantauan dan saat terjadi 2 sensor mulai terdeteksi maka akan mengirimkan pesan SMS ke ponsel.

A. Hasil Pengujian Sensor Api

Pengujian Sensor Api dilakukan dengan menggunakan korek api pada jarak tertentu dengan 3 kondisi yang berbeda yaitu api kecil, sedang dan besar. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, sensor api memiliki akurasi yang rendah saat api kecil mulai menyala pada jarak tertentu. Dari Tabel 4.1 api kecil hanya dapat terdeteksi mulai dari jarak 10cm-60cm.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian sensor api untuk api yang kecil

| Api Kecil | | |
|-----------|------------|-------------|
| No | Jarak (cm) | Kondisi 1/0 |
| 1 | 10 | 1 |
| 2 | 20 | 1 |
| 3 | 30 | 1 |
| 4 | 40 | 1 |
| 5 | 50 | 1 |
| 6 | 60 | 1 |
| 7 | 70 | 0 |
| 8 | 80 | 0 |
| 9 | 90 | 0 |
| 10 | 100 | 0 |

Untuk pengujian kedua yaitu dengan api yang sedang dan didapatkan hasil sesuai pada Tabel 4.2 yang dimana sensor dapat mendeteksi api sedang mulai dari jarak 10cm-90cm.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor api untuk api yang sedang

| Api Sedang | | |
|------------|------------|-------------|
| No | Jarak (cm) | Kondisi 1/0 |
| 1 | 10 | 1 |
| 2 | 20 | 1 |
| 3 | 30 | 1 |
| 4 | 40 | 1 |
| 5 | 50 | 1 |
| 6 | 60 | 1 |

| | | |
|----|-----|---|
| 7 | 70 | 1 |
| 8 | 80 | 1 |
| 9 | 90 | 1 |
| 10 | 100 | 0 |

Pengujian terakhir dilakukan dengan api yang besar dan dari hasil yang diperoleh pada Tabel 4.3, api besar dapat dideteksi oleh sensor mulai dari jarak 10cm-150 cm.

Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor api untuk api yang besar

| Api Besar | | |
|-----------|------------|-------------|
| No | Jarak (cm) | Kondisi 1/0 |
| 1 | 10 | 1 |
| 2 | 20 | 1 |
| 3 | 30 | 1 |
| 4 | 40 | 1 |
| 5 | 50 | 1 |
| 6 | 60 | 1 |
| 7 | 70 | 1 |
| 8 | 80 | 1 |
| 9 | 90 | 1 |
| 10 | 100 | 1 |
| 11 | 110 | 1 |
| 12 | 120 | 1 |
| 13 | 130 | 1 |
| 14 | 140 | 1 |
| 15 | 150 | 1 |
| 16 | 160 | 0 |

B. Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT22

Pada pengujian sensor suhu DHT22 dilakukan sebanyak 3 kali dengan kondisi yang berbeda yaitu ruangan ber-AC, dalam ruangan tanpa AC dan luar ruangan. Kemudian data yang diambil sebanyak 10 kali untuk setiap 1 menit. Berdasarkan percobaan yang dilakukan untuk mengambil data, sensor suhu DHT22 di bandingkan dengan alat ukur pembanding menggunakan Mini Digital Hygrometer Thermometer dan memperoleh hasil nilai error yang besar. Agar pembacaan kelembaban dan suhu lebih akurat maka diperlukan kalibrasi sensor dengan menggunakan metode regresi linier. Berikut adalah Tabel hasil percobaan sensor suhu DHT22 dengan alat ukur Mini Hygrometer Thermometer.

Tabel 4.4 Hasil percobaan sensor suhu DHT22 pada ruangan ber-AC

| Data ke-1 Ruangan Ber-AC | | | | | | |
|--------------------------|-----------|----------------|------------|----------------|-----------|----------------|
| No | DHT22 | | Hygrometer | | Error | |
| | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
| 1 | 29.6 | 61.2 | 30.4 | 47 | 2.63% | 30.21% |
| 2 | 29.6 | 60.2 | 30.5 | 48 | 2.95% | 25.42% |
| 3 | 29.7 | 60.1 | 30.3 | 48 | 1.98% | 25.21% |
| 4 | 29.6 | 60.4 | 30.3 | 48 | 2.31% | 25.83% |
| 5 | 29.6 | 60.3 | 30.3 | 48 | 2.31% | 25.63% |
| 6 | 29.5 | 60.4 | 30.3 | 48 | 2.64% | 25.83% |
| 7 | 29.6 | 60.6 | 30.3 | 48 | 2.31% | 26.25% |
| 8 | 29.5 | 60.5 | 30.2 | 48 | 2.32% | 26.04% |
| 9 | 29.4 | 61 | 30.2 | 48 | 2.65% | 27.08% |
| 10 | 29.5 | 61 | 30.1 | 48 | 1.99% | 27.08% |
| | | | Rata-rata | | 2.41% | 26.46% |

Tabel 4.5 Hasil percobaan sensor suhu DHT22 pada dalam ruangan

| Data ke-2 Dalam Ruangan | | | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------|------------|----------------|-----------|----------------|
| No | DHT22 | | Hygrometer | | Error | |
| | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
| 1 | 34.6 | 70.6 | 33.5 | 64 | 3.28% | 10.31% |
| 2 | 34.6 | 70.7 | 33.5 | 64 | 3.28% | 10.47% |
| 3 | 34.6 | 70.5 | 33.6 | 64 | 2.98% | 10.16% |
| 4 | 34.6 | 70.2 | 33.6 | 64 | 2.98% | 9.69% |
| 5 | 34.6 | 70.2 | 33.6 | 64 | 2.98% | 9.69% |
| 6 | 34.6 | 70.3 | 33.5 | 64 | 3.28% | 9.84% |
| 7 | 34.7 | 70.1 | 33.6 | 64 | 3.27% | 9.53% |
| 8 | 34.6 | 70 | 33.5 | 64 | 3.28% | 9.38% |
| 9 | 34.6 | 70.1 | 33.5 | 64 | 3.28% | 9.53% |
| 10 | 34.7 | 70.3 | 33.4 | 65 | 3.89% | 8.15% |
| | | | Rata-rata | | 3.25% | 9.67% |

Tabel 4.6 Hasil percobaan sensor suhu DHT22 pada luar ruangan

| Data ke-3 Luar Ruangan | | | | | | |
|------------------------|-----------|----------------|------------|----------------|-----------|----------------|
| No | DHT22 | | Hygrometer | | Error | |
| | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
| 1 | 36.8 | 59 | 35.1 | 54 | 4.84% | 9.26% |
| 2 | 36.7 | 59.7 | 35.1 | 54 | 4.56% | 10.56% |
| 3 | 36.8 | 58.7 | 35.2 | 54 | 4.55% | 8.70% |
| 4 | 36.7 | 60 | 35.2 | 54 | 4.26% | 11.11% |
| 5 | 36.8 | 59.3 | 35.2 | 54 | 4.55% | 9.81% |
| 6 | 36.8 | 59.5 | 35.3 | 54 | 4.25% | 10.19% |
| 7 | 36.8 | 59.1 | 35.2 | 54 | 4.55% | 9.44% |
| 8 | 36.8 | 58.8 | 35.4 | 54 | 3.95% | 8.89% |
| 9 | 36.8 | 59.4 | 35.4 | 54 | 3.95% | 10.00% |
| 10 | 36.8 | 59.3 | 35.3 | 54 | 4.25% | 9.81% |
| | | | Rata-rata | | 4.37% | 9.78% |

Cara menghitung error rate adalah dari nilai perbandingan uji coba sensor suhu DHT22 dengan alat hygrometer dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Error} = \frac{x-y}{y} \times 100\%$$

Keterangan :

X = Pengukuran oleh sensor suhu DHT22

Y = Pengukuran oleh alat hygrometer

Contoh Perhitungan dari data ke-3 luar ruangan:

$$1. \text{Error} = \frac{36,8-35,1}{35,1} \times 100\% = 4,84\% \text{ suhu}$$

$$2. \text{Error} = \frac{59-54}{54} \times 100\% = 9,26\% \text{ kelembaban}$$

Rata rata kesalahan :

$$\% \text{ rata rata kesalahan} = \frac{\text{jumlah \% kesalahan}}{\text{banyaknya data}}$$

$$\% \text{ rata rata kesalahan} = \frac{43,71\%}{10}$$

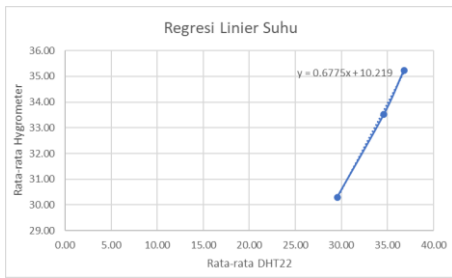
$$\% \text{ rata rata kesalahan} = 4,37\% \text{ suhu}$$

$$\% \text{ rata rata kesalahan} = \frac{97,78\%}{10}$$

$$\% \text{ rata rata kesalahan} = 9,77\% \text{ kelembaban}$$

Tabel 4.7 Data regresi linier suhu

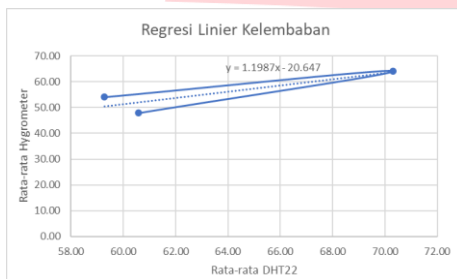
| No | Data | Suhu | | | | |
|----|----------------|----------------------|---------------------------|----------------|----------------|---------|
| | | Rata-rata DHT22 (°C) | Rata-rata Hygrometer (°C) | x ² | y ² | xy |
| 1 | Ruangan ber-ac | 29.56 | 30.29 | 873.79 | 917.48 | 895.37 |
| 2 | Dalam Ruangan | 34.62 | 33.53 | 1198.54 | 1124.26 | 1160.81 |
| 3 | Luar Ruangan | 36.78 | 35.24 | 1352.77 | 1241.86 | 1296.13 |



Gambar 4.1 Grafik regresi linier suhu

Tabel 4.8 Data regresi linier kelembaban

| Kelembaban | | | | | | |
|------------|----------------|---------------------|--------------------------|----------------|----------------|---------|
| No | Data | Rata-rata DHT22 (%) | Rata-rata Hygrometer (%) | x ² | y ² | xy |
| 1 | Ruangan ber-ac | 60.57 | 47.90 | 3668.72 | 2294.41 | 2901.30 |
| 2 | Dalam ruangan | 70.30 | 64.10 | 4942.09 | 4108.81 | 4506.23 |
| 3 | Luar ruangan | 59.28 | 54.00 | 3514.12 | 2916.00 | 3201.12 |



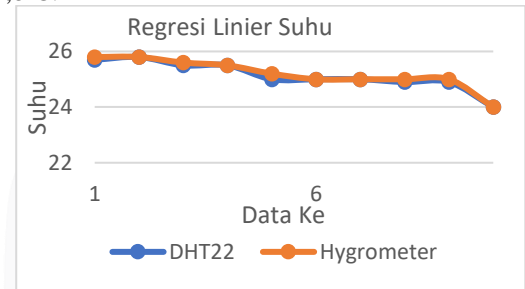
Gambar 4.2 Grafik regresi linier kelembaban

Berdasarkan data suhu dan kelembaban yang didapatkan sebelum kalibrasi pada Tabel 4.4, Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 terlihat bahwa pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan sensor suhu DHT22 dengan alat ukur pembandingan menggunakan Mini Digital Hygrometer Thermometer memiliki nilai rata-rata error yang besar. Pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 menunjukkan data variabel yang digunakan untuk mengkalibrasi alat dengan analisis regresi linier. Gambar 4.1 menunjukkan grafik hasil analisis regresi dari Tabel 4.7 rata-rata suhu sensor suhu DHT22 dengan alat ukur Hygrometer dan Gambar 4.2 menunjukkan grafik hasil analisis regresi dari Tabel 4.8 rata-rata kelembaban sensor suhu DHT22 dan alat hygrometer, dari grafik tersebut didapatkan model persamaan regresi yang akan digunakan untuk meningkatkan akurasi pada pengukuran suhu dan kelembaban pada sensor suhu DHT22. Hasil pengambilan data suhu dan kelembaban setelah kalibrasi ditunjukkan pada Tabel 4.9. Dari hasil tersebut menunjukkan nilai maksimal error pada suhu yaitu 0,79% dan nilai maksimal error pada kelembaban yaitu 5,22%. Error yang didapatkan jauh lebih kecil dibanding sebelum kalibrasi sehingga sensor DHT22 sudah lebih akurat dalam mendeteksi suhu dan kelembaban.

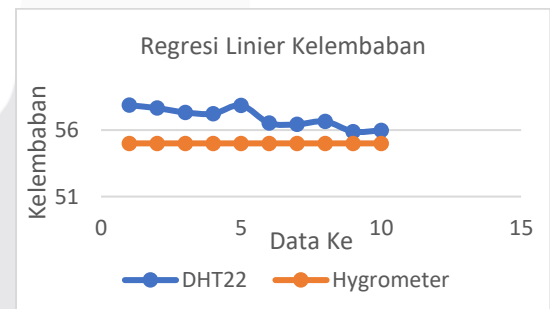
Tabel 4.9 Hasil pengukuran ruangan ber-ac setelah kalibrasi

| Data ke-1 Ruangan Ber-AC | | | | | | |
|--------------------------|-----------|----------------|------------|----------------|-----------|----------------|
| No | DHT22 | | Hygrometer | | Error | |
| | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
| 1 | 25.7 | 57.87 | 25.8 | 55 | 0.39% | 5.22% |
| 2 | 25.8 | 57.65 | 25.8 | 55 | 0.00% | 4.82% |
| 3 | 25.5 | 57.33 | 25.6 | 55 | 0.39% | 4.24% |
| 4 | 25.5 | 57.23 | 25.5 | 55 | 0.00% | 4.05% |
| 5 | 25 | 57.86 | 25.2 | 55 | 0.79% | 5.20% |
| 6 | 25 | 56.53 | 25 | 55 | 0.00% | 2.78% |
| 7 | 25 | 56.43 | 25 | 55 | 0.00% | 2.60% |
| 8 | 24.9 | 56.65 | 25 | 55 | 0.40% | 3.00% |
| 9 | 24.9 | 55.89 | 25 | 55 | 0.40% | 1.62% |
| 10 | 24 | 55.97 | 24 | 55 | 0.00% | 1.76% |
| Rata-rata | | | | | 0.24% | 3.53% |

Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan pengukuran suhu dan kelembaban pada DHT22 dan Hygrometer. Untuk grafik regresi linier suhu mendapatkan hasil nilai terkecil 24°C dan terbesar 25,8°C pada sensor suhu DHT22, kemudian untuk alat hygrometer nilai terkecil adalah 24°C dan terbesar 25,8°C.



Gambar 4.3 Grafik pengukuran suhu setelah kalibrasi pada ruangan ber-ac



Gambar 4.4 Grafik pengukuran kelembaban setelah kalibrasi pada ruangan ber-ac

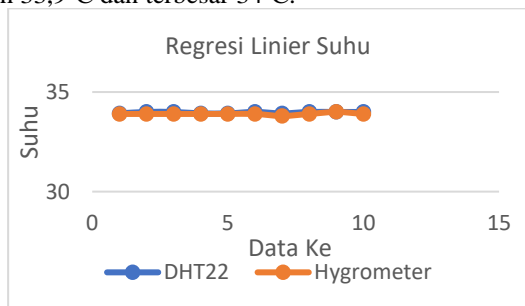
Gambar 4.4 adalah hasil grafik dari kelembaban antara sensor suhu DHT22 dengan alat hygrometer. Nilai terkecil yang didapat dari sensor suhu DHT22 55,89% dan 57,87% nilai terbesar, untuk alat hygrometer stabil diangka 55% kelembaban. Berikutnya hasil pengambilan data suhu dan kelembaban setelah kalibrasi pada dalam ruangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.10. Dari hasil tersebut menunjukkan nilai maksimal error pada suhu yaitu 0,38% dan nilai maksimal error pada kelembaban yaitu 2,18%. Error yang didapatkan jauh lebih kecil dibanding sebelum kalibrasi sehingga sensor DHT22

sudah lebih akurat dalam mendeteksi suhu dan kelembaban.

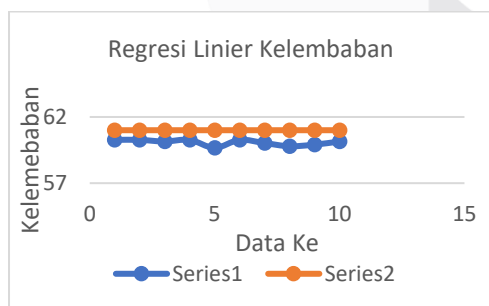
Tabel 4.10 Hasil pengukuran dalam ruangan setelah kalibrasi

| Data ke-2 Dalam Ruangan | | | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------|------------|----------------|-----------|----------------|
| No | DHT22 | | Hygrometer | | Error | |
| | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
| 1 | 33.93 | 60.27 | 33.9 | 61 | 0.09% | 1.20% |
| 2 | 34 | 60.27 | 33.9 | 61 | 0.29% | 1.20% |
| 3 | 34 | 60.15 | 33.9 | 61 | 0.29% | 1.39% |
| 4 | 33.93 | 60.27 | 33.9 | 61 | 0.09% | 1.20% |
| 5 | 33.93 | 59.67 | 33.9 | 61 | 0.09% | 2.18% |
| 6 | 34 | 60.27 | 33.9 | 61 | 0.29% | 1.20% |
| 7 | 33.93 | 60.03 | 33.8 | 61 | 0.38% | 1.59% |
| 8 | 34 | 59.79 | 33.9 | 61 | 0.29% | 1.98% |
| 9 | 34 | 59.91 | 34 | 61 | 0.00% | 1.79% |
| 10 | 34 | 60.15 | 33.9 | 61 | 0.29% | 1.39% |
| | | | Rata-rata | | 0.21% | 1.51% |

Gambar 4.5 menunjukkan perbandingan pengukuran suhu dan kelembaban pada DHT22 dan Hygrometer. Untuk grafik regresi linier suhu mendapatkan hasil nilai terkecil 33,93°C dan terbesar 34°C pada sensor suhu DHT22, kemudian untuk alat hygrometer nilai terkecil adalah 33,9°C dan terbesar 34°C.



Gambar 4.5 Grafik pengukuran suhu setelah kalibrasi pada dalam ruangan



Gambar 4.6 Grafik pengukuran kelembaban setelah kalibrasi pada dalam ruangan

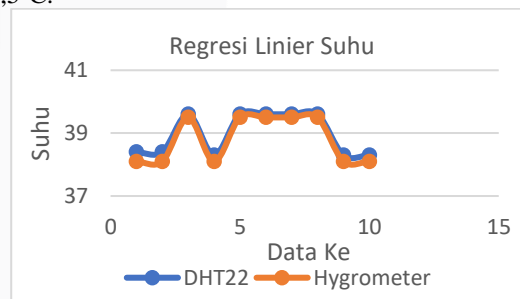
Gambar 4.6 adalah hasil grafik dari kelembaban antara sensor suhu DHT22 dengan alat hygrometer. Nilai terkecil yang didapat dari sensor suhu DHT22 59,67% dan 60,27% nilai terbesar, untuk alat hygrometer stabil diangka 61% kelembaban. Berikutnya hasil pengambilan data suhu dan kelembaban setelah kalibrasi pada luar ruangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.11. Dari hasil tersebut menunjukkan nilai maksimal error pada suhu yaitu

0,79% dan nilai maksimal error pada kelembaban yaitu 3,17%. Error yang didapatkan jauh lebih kecil dibanding sebelum kalibrasi sehingga sensor DHT22 sudah lebih akurat dalam mendeteksi suhu dan kelembaban.

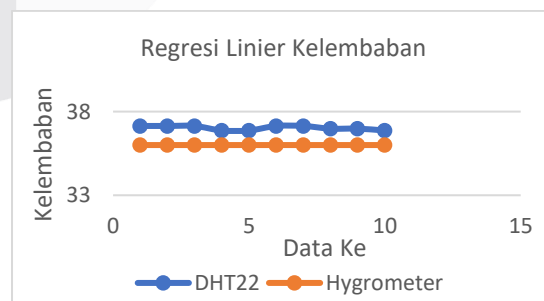
Tabel 4.11 Hasil pengukuran luar ruangan setelah kalibrasi

| Data ke-3 Luar Ruangan | | | | | | |
|------------------------|-----------|----------------|------------|----------------|-----------|----------------|
| No | DHT22 | | Hygrometer | | Error | |
| | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
| 1 | 38.4 | 37.14 | 38.1 | 36 | 0.79% | 3.17% |
| 2 | 38.4 | 37.14 | 38.1 | 36 | 0.79% | 3.17% |
| 3 | 39.6 | 37.14 | 39.5 | 36 | 0.25% | 3.17% |
| 4 | 38.3 | 36.87 | 38.1 | 36 | 0.52% | 2.42% |
| 5 | 39.6 | 36.87 | 39.5 | 36 | 0.25% | 2.42% |
| 6 | 39.6 | 37.14 | 39.5 | 36 | 0.25% | 3.17% |
| 7 | 39.6 | 37.14 | 39.5 | 36 | 0.25% | 3.17% |
| 8 | 39.6 | 36.98 | 39.5 | 36 | 0.25% | 2.72% |
| 9 | 38.3 | 36.98 | 38.1 | 36 | 0.52% | 2.72% |
| 10 | 38.3 | 36.87 | 38.1 | 36 | 0.52% | 2.42% |
| | | | Rata-rata | | 0.44% | 2.85% |

Gambar 4.7 menunjukkan perbandingan pengukuran suhu dan kelembaban pada DHT22 dan Hygrometer. Untuk grafik regresi linier suhu mendapatkan hasil nilai terkecil 38,3°C dan terbesar 39,6°C pada sensor suhu DHT22, kemudian untuk alat hygrometer nilai terkecil adalah 38,1°C dan terbesar 39,5°C.



Gambar 4.7 Grafik pengukuran suhu setelah kalibrasi pada luar ruangan

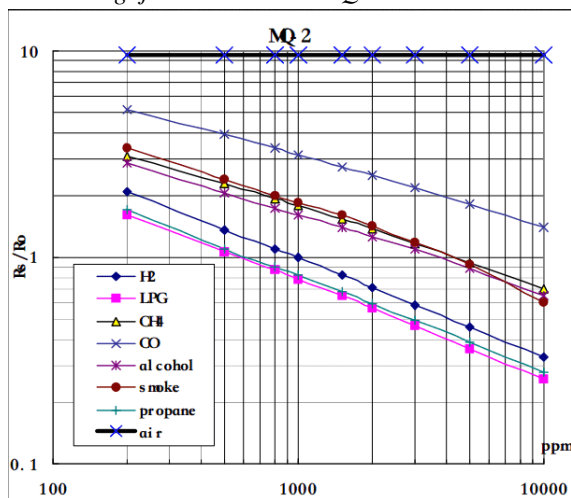


Gambar 4.8 Grafik pengukuran kelembaban setelah kalibrasi pada luar ruangan

Gambar 4.8 adalah hasil grafik dari kelembaban antara sensor suhu DHT22 dengan alat hygrometer. Nilai terkecil yang didapat dari sensor suhu DHT22

36,87% dan 37,14% nilai terbesar, untuk alat hygrometer stabil diangka 36% kelembaban.

C. Hasil Pengujian Sensor Gas MQ-2



Gambar 4.9 Grafik kalibrasi MQ-2

$$y = ax + b$$

Dimana : y = variabel dependen
 X = variabel independent
 a = kemiringan (slope) garis
 b = intercept

Untuk skala log-log, rumusnya terlihat seperti ini:

$$\log(y) = a \times \log(x) + b$$

Cari slope dan pilih titik-titik (200, 3,4) dan (10000, 0,6) :

$$a = [\log(y) - \log(y_0)] / [\log(x) - \log(x_0)]$$

$$a = \log(y/y_0) / \log(x/x_0)$$

$$a = \log(0,6/3,4) / \log(10000/200)$$

$$a = -0,44$$

Cari intercept dan pilih titik (5000, 0,94) :

$$\log(y) = a \times \log(x) + b$$

$$b = \log(y) - a \times \log(x)$$

$$b = \log(0,94) - (-0,44) \times \log(5000)$$

$$b = 1,6$$

Cari konsentrasi gas:

$$\log(x) = [\log(y) - b] / a$$

Namun, untuk mendapatkan nilai sebenarnya dari konsentrasi gas menurut log-log plot, kita perlu mencari invers log dari x :

$$x = 10^{([\log(y)-b]/a)}$$

Pada pengujian sensor gas MQ-2 dilakukan dengan membakar tisu dan rokok yang dimasukkan kedalam kotak kosong supaya mendapatkan hasil yang maksimal. Kemudian data yang diambil sebanyak 10 kali setiap 1 detik. Pada percobaan yang didapatkan sensor gas MQ-2 menghasilkan nilai mulai dari 41,42 PPM dimana kondisi tersebut hanya membakar 1 buah tisu, kemudian nilai PPM meningkat naik hingga data tertinggi 81,74 PPM dengan kondisi tisu yan dibakar dua buah. Hasil nilai yang diperoleh pada percobaan ini meningkat seiring banyaknya asap yang dihasilkan oleh pembakaran tisu. Berikut adalah tabel percobaan dari sensor gas MQ-2.

Tabel 4.12 Hasil percobaan menggunakan tisu

| Tisu dibakar | | |
|--------------|-------|-------|
| No | PPM | |
| | 1 | 2 |
| 1 | 41.42 | 77.93 |
| 2 | 43.13 | 79.18 |
| 3 | 53.34 | 79.18 |
| 4 | 55.34 | 79.18 |
| 5 | 56.36 | 79.18 |
| 6 | 56.36 | 80.45 |
| 7 | 56.36 | 79.18 |
| 8 | 58.43 | 79.18 |
| 9 | 59.48 | 81.74 |
| 10 | 60.54 | 81.74 |

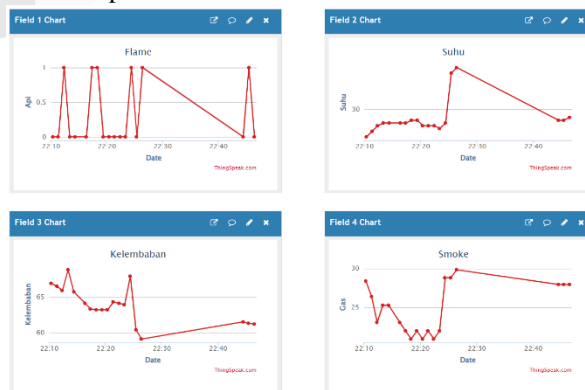
Tabel 4.13 Hasil percobaan menggunakan rokok

| Rokok dibakar | | |
|---------------|-------|-------|
| No | PPM | |
| | 1 | 2 |
| 1 | 58.43 | 60.54 |
| 2 | 58.43 | 62.7 |
| 3 | 59.48 | 64.91 |
| 4 | 58.43 | 64.91 |
| 5 | 58.43 | 64.91 |
| 6 | 59.48 | 64.91 |
| 7 | 58.43 | 66.03 |
| 8 | 59.48 | 66.03 |
| 9 | 59.48 | 67.17 |
| 10 | 60.54 | 67.17 |

Pada Tabel 4.13 hasil dari rokok yang dibakar satu buah mendapat nilai tertinggi sebesar 60,54 PPM dan untuk hasil dari rokok yang dibakar dua buah 67,17 PPM pada nilai tertinggi. Berdasarkan dari Tabel 4.12 dan Tabel 4.13, hasil dari tisu yang dibakar mendapat angka yang lebih besar dibandingkan dengan rokok yang dibakar.

D. Hasil dan Analisis Data

Berikut adalah hasil yang didapatkan dari sensor api, sensor suhu DHT22 dan sensor gas MQ-2 yang telah diupload oleh modul SIM800L GSM/GPRS.



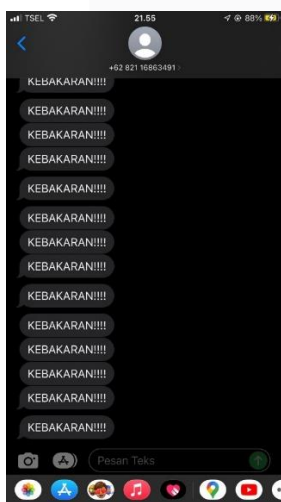
Gambar 4.10 Hasil Thingspeak

Pada field 1 didapatkan dari sensor api, angka 1 yang menandakan terdeteksi adanya api dan angka 0 tidak terdeteksi adanya api, kemudian pembacaan sensor api dapat terdeteksi selama 1 menit. Untuk field 2 dan 3 mendapatkan hasil dari sensor suhu DHT22 dengan pengambilan data dari dalam ruangan, field 2 suhu dapat terdeteksi mulai dari 29°C dan suhu stabil disekitaran 29,5°C, kemudian suhu tertinggi pada 31,5°C. Field 3 pada kelembaban sensor suhu DHT22 mendapatkan hasil tertinggi 68,8% dan nilai terendah yang diperoleh 59,1%. Dan untuk field 4 adalah hasil pembacaan dari sensor gas MQ-2 dengan mendeteksi adanya asap dalam ruangan pada nilai tertinggi sekitar 29,84 PPM dan untuk nilai terendah adalah sekitar 20,89 PPM, pada ruangan tersebut dalam kondisi netral atau tidak ada asap.

Selanjutnya untuk pengiriman SMS terjadi saat pembacaan sensor yang terdeteksi lebih dari 1, seperti salah satu kondisi berikut :

- Sensor api dan sensor suhu DHT22
- Sensor suhu DHT22 dan sensor gas MQ-2
- Sensor gas MQ-2 dan sensor api

Hal ini dilakukan untuk memastikan saat terjadi adanya kebakaran atau tidak dilokasi tersebut, karena untuk di hutan kemungkinan besar sensitif terhadap sinar matahari atau lingkungan panas. Jika hanya menggunakan 1 sensor saja yang terdeteksi adanya kebakaran seperti sensor api telah terdeteksi adanya api kemudian mengirimkan SMS kebakaran dan saat di lokasi yang sebenarnya tidak ada api tetapi hanya terkena sinar matahari, maka dari itu supaya tidak terjadi kesalah pahaman yaitu menggunakan 2 sensor untuk memastikan adanya api yang telah terdeteksi kebakaran atau tidak.



Gambar 4.11 SMS

E. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, sensor api dapat diketahui bahwa api yang kecil hanya bisa dideteksi di jarak kurang dari 60cm, api sedang kurang dari 100cm dan api besar kurang dari 160cm. Selanjutnya untuk hasil pengujian sensor suhu DHT22 setelah dikalibrasi

dengan alat ukur pembanding menggunakan Mini Digital Hygrometer Thermometer, diperoleh nilai suhu error maksimum 0,79% dan 5,22% kelembaban untuk ruangan ber-AC. Berikutnya untuk hasil suhu maksimum dalam ruangan 0,38% dan untuk kelembaban 2,18%. Selanjutnya untuk suhu maksimum pada luar ruangan 0,79% dan 3,17% kelembaban. Kemudian untuk hasil nilai tertinggi pada pengujian sensor gas MQ-2 asap yang terdeteksi ketika satu tisu dibakar adalah 60,4 PPM dan dua tisu dibakar adalah 81,74 PPM. Berikutnya untuk hasil nilai tertinggi pada satu rokok dibakar 60,54 PPM dan saat dua rokok dibakar adalah 67,17 PPM. Selain itu modul SIM800L GSM/GPRS yang dirancang juga berhasil mengirimkan data dari tiap masing-masing sensor ke ThingSpeak untuk monitoring dan SMS untuk peringatan ketika terjadi kebakaran saat 2 sensor telah terdeteksi.

REFERENSI

- [1] F. B. Fatkhurozzi and I. Nawawi, "RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN HUTAN WISATA MENGGUNAKAN SENSOR ASAP MQ-7, MAX6675 THERMOCOUPLE SENSOR DAN SENSOR API BERBASIS MODUL GSM," *THETA OMEGA : JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING, COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGY*, p. 1, 2020.
- [2] F. Hakim, "PROTOTIPE ALAT PENDETEKSI DINI KEBAKARAN HUTAN MENGGUNAKAN NODEMCU DAN IOT," UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA, SURAKARTA, 2019.
- [3] A. P. Safira, "Internet of Things: Pengertian, Contoh, & Komponen IOT," golden fast network, 12 Juli 2021. [Online]. Available: <https://www.goldenfast.net/blog/internet-of-things-adalah/>. [Accessed 5 Januari 2023].
- [4] w. "Kelebihan Thingspeak untuk Project IoT," Indobot Academy, 28 Desember 2022. [Online]. Available: <https://indobotacademy.com/kelebihan-thingspeak-untuk-project-iot/>. [Accessed 8 Januari 2023].
- [5] K. Y. Maulana, "Thingspeak.com, Web Server IoT Gratis Buat Kamu Yang Suka Gratisan," Anak Teknik Indonesia, 9 September 2021. [Online]. Available: <https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/thingspeakcom-web-server-iot-gratis-buat-kamu-yang-suka-gratisan>. [Accessed 8 Januari 2023].
- [6] F. "Apa itu Arduino Uno?," ndoWare, 9 April 2014. [Online]. Available: <https://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>. [Accessed 8 Januari 2023].
- [7] D. Hendriono, "Mengenal Arduino Nano," 1 Januari 2021. [Online]. Available: <https://henduino.github.io/library/board/mengenal-arduino-nano/>. [Accessed 10 November 2023].
- [8] Y. Wiharto, "SISTEM INFORMASI AKADEMIK BERBASIS SMS GATEWAY," *JURNAL*

TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

(*TEKNOMATIKA*), vol. 1, no. 1, Januari 2011.

- [9] Y. S. Handayani and A. Kurniawan, "Rancang Bangun Prototipe Pengendali Pintu Air Berbasis SMS (Short Message Service) Untuk Pengairan Sawah Menggunakan Arduino," *Jurnal Amplifier*, vol. 10, no. 2, November 2020.
- [10] A. E. Kurniawan, M. W. K and A. A. B, "PERANCANGAN PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS ARDUINO UNO R3 DENGAN MODUL SIM800L DAN ESP8266 SEBAGAI MEDIA INFORMASI," *JTE UNIBA*, vol. 4, no. 2, April 2020.
- [11] J. M. Waworundeng, "Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT," *Cogito Smart Journal*, vol. 6, no. 1, Juni 2020.
- [12] H. I. Islam, N. Nabilah, S. S. Atsaurry, D. H. Saputra, G. M. Pradipta, A. Kurniawan, H. Syafutra, I. and I. , "SISTEM KENDALI SUHU DAN PEMANTAUAN KELEMBABAN UDARA RUANGAN BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT22 DAN PASSIVE INFRARED (PIR)," *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, vol. 5, Oktober 2016.
- [13] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozzi and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," *JURNAL FISIKA DAN APLIKASINYA*, vol. 16, no. 1, 2020.
- [14] S. Mulyati and S. , "INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PROTOTYPE PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MQ-2 dan SIM800L," *Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang*, vol. 7, no. 2, pp. 64 - 72, Juli - Desember 2018.
- [15] F. A. Lutfi, "PERANCANGAN PURWARUPA SISTEM PERINGATAN KEBOCORAN GAS LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)," Juli 2018.
- [16] S. "Ternyata Ini Perbedaan Aki Kering dan Basah Pada Motor," Suzuki, 7 Maret 2022. [Online]. Available: <https://www.suzuki.co.id/tips-trik/ternyata-ini-perbedaan-aki-kering-dan-basah-pada-motor?pages=all>. [Accessed 8 Januari 2023].
- [17] S. P. Sari, O. Candra and J. Asmi, "Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan SMS," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, 2020.