



Embedded System

Prototype Pendeteksi Kebakaran Hutan Berbasis Internet

Gizan Guswan¹, Budi Rahmadya*²

^{1,2}Departemen Teknik Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: 15 Maret 2024
Revised: 5 September 2024
Available online: 31 Oktober 2024

KEYWORDS

MQ 135, CO₂, Kebakaran Hutan, GPRS

CORRESPONDENCE

E-mail: budi-r@it.unand.ac.id

A B S T R A C T

As times advance, forests are increasingly threatened and damaged, one of which is forest fires. Forest fires occur due to two factors: natural factors and human factors. Natural factors causing forest fires include climate change and rising temperatures. Another factor is human activity that damages forests for purposes such as industrial interests and land expansion. Currently, forest fires have been designated as a national natural disaster by the government because they have caused significant losses across various sectors. Forest fire management is generally conducted through firefighting and post-fire handling, alongside prevention campaigns aimed at discouraging forest burning among communities. Early warning systems and detection are crucial for forest fire prevention. The technical aspect is supported by government infrastructure such as observation towers to monitor fire-prone areas. Forest or peatland fires can start from small ignition points and escalate into large blazes. During Indonesia's dry seasons, numerous ignition points typically occur in Kalimantan and Sumatra, fueled by dry grass, wood, and other flammable materials. To identify fire-prone areas, the Keetch-Byram Drought Index method is commonly used. This method assesses fire hazard based on dryness levels in specific regions. Accurate analysis helps prevent and manage land fires effectively. Regular education and outreach programs are essential to raise awareness among the public about the dangers of forest fires, prevention methods, and proper fire management. These efforts aim to increase community involvement in forest conservation. Furthermore, education serves as a means to demonstrate practical firefighting techniques and strategies directly in the field."

PENDAHULUAN

Pada tahun-tahun terakhir ini banyak diberitakan kasus kebakaran yang kita simak dalam berbagai media komunikasi atau dalam kehidupan kita sehari-hari, diantaranya pada media elektronik maupun media surat kabar. Kasus kebakaran tersebut dapat terjadi dimana saja, baik terjadi di gedung-gedung, perumahan-perumahan, pusat pusat perbelanjaan maupun hutan. Penyebab kebakaran tersebut sangat beragam, misalkan membuang puntung rokok secara sembarangan atau terjadinya hubungan singkat listrik, ledakan dari tabung gas, suhu ekstrim dan lain-lain, yang dapat menimbulkan kebakaran skala besar. Banyak kerugian yang diderita karena kurangnya kesadaran manusia akan bahaya kebakaran, kerugian yang disebabkan oleh musibah kebakaran bersifat material atau bahkan korban jiwa. [1].

Semakin berkembangnya zaman, hutan terancam dan sudah rusak, salah satunya yaitu kebakaran hutan. Kebakaran hutan terjadi karena ada 2 faktor, yang pertama yaitu faktor alam dan yang kedua faktor dari manusia. Faktor alam yang menyebabkan kebakaran hutan yaitu perubahan iklim dan kenaikan suhu yang cukup tinggi. Faktor lainnya adalah faktor manusia yang merusak hutan untuk kepentingan contohnya kepentingan industri, perluasan lahan. Saat ini kebakaran hutan sudah ditetapkan sebagai bencana alam nasional oleh pemerintah karena sudah menyebabkan kerugian yang cukup besar dari berbagai sektor [2]. Pengendalian kebakaran hutan secara umum dilakukan melalui pemadaman dan penanganan pasca kebakaran dengan mengadakan kampanye pencegahan untuk tidak membakar hutan kepada masyarakat, serta peringatan dan deteksi dini guna pencegahan terjadinya kebakaran hutan. Segi teknis dan penunjang pemerintah juga melengkapi menara pengawas guna untuk memonitoring di titik-titik yang rawan terjadinya kebakaran. Kebakaran hutan atau lahan gambut dapat terjadi oleh

adanya titik api yang kemudian menyebar hingga menjadi api besar. Ketika musim kemarau melanda Indonesia, muncul banyak titik api yang umumnya berada di daerah Kalimantan dan Sumatera. Titik api adalah daerah yang dipenuhi oleh bahan-bahan yang mudah terbakar seperti rumput kering, kayu dan lainnya. Untuk menentukan titik rawan kebakaran di suatu daerah, kita bisa menggunakan metode Indeks Keetch Byram. Metode ini dilakukan dengan penilaian bahaya kebakaran hutan dengan indeks atau tingkat kekeringan pada daerah tertentu. Dengan analisa yang akurat maka peluang terbakarnya lahan dapat dicegah dan ditangani lebih lanjut. Penyuluhan juga dapat dilakukan secara rutin untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai bahaya kebakaran hutan, cara pencegahan dan cara penanganannya. Penyuluhan ini diharapkan dapat meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap kelestarian hutan. Selain itu, penyuluhan juga dapat dimanfaatkan sebagai sarana edukasi dan praktik langsung bagaimana penanganan kebakaran di lapangan [3].

Penulis mempunyai inisiatif agar pemerintahan memberdayakan masyarakat sekitar yang tempat titik rawan kebakaran hutan untuk melakukan dan penanggulangan kebakaran hutan karena masyarakat inilah yang akan langsung menghadapi kebakaran hutan bila terjadi kebakaran. Disamping itu penggunaan teknologi yang cukup canggih juga sangat diperlukan untuk menunjang kegiatan serta pencegahan dini kebakaran hutan untuk itu [4]. Dari data yang penulis paparkan di atas dapat disimpulkan bahwa pemerintah dan masyarakat perlu untuk sadar mengatasi dan meminimalisir terjadinya kebakaran hutan dan lahan untuk mencegah kerugian yang didapatkan dari kebakaran hutan dan lahan.

Berdasarkan latar belakang kasus diatas, maka Penulis berinisiatif untuk membuat alat pendeteksi kebakaran dini dan memberikan judul pada tugas akhir ini yaitu "Prototype Pendeteksi Kebakaran Hutan Berbasis Internet". Perancangan alat pendeteksi kebakaran hutan ini dilengkapi dengan sensor MQ 135 yang mendeteksi jika ada gas kebakaran hutan dan memberikan pemberitahuan lewat Short Message System (SMS) kepada penjaga hutan dengan menggunakan Modul GSM Shield.

LANDASAN TEORI

Kebakaran Hutan

Kebakaran hutan dan lahan merupakan permasalahan yang semakin sering terjadi di Indonesia. Kebakaran hutan dan lahan ini menimbulkan berbagai dampak buruk terhadap fungsi-fungsi hutan dan lahan yang kemudian meningkatkan kerugian dari berbagai aspek,

seperti aspek ekologi, ekonomi, dan sosial. Dampak yang ditimbulkan di antaranya dapat berupa terganggunya kesehatan masyarakat sekitar, menurunnya keanekaragaman hayati, merosotnya 2 nilai ekonomi hutan, dan berubahnya iklim mikro hingga global. (Syam et al. 2018) Salah satu penyebab utama kebakaran hutan tidak dapat ditangani dengan cepat karena perbuatan manusia baik disengaja maupun tidak disengaja seperti membuang puntung rokok sembarangan, dan lupa mematikan api di perkemahan, dan kebakaran hutan yang kerap terjadi belakangan ini disebabkan ulah warga untuk pembukaan lahan yang lebih luas. [5] [6] Adapun penyebab kebakaran hutan lainnya yaitu dipengaruhi oleh faktor alam seperti musim kemarau, sambaran petir, dan perubahan iklim, kondisi ini diperparah dengan tidak adanya jaringan komunikasi khususnya jaringan internet di hutan, ini menyebabkan para petugas dinas kehutanan terlambat menerima informasi bahwa terjadi kebakaran. Apabila informasi kebakaran terlambat diketahui maka kebakaran akan sulit ditangani di karenakan api yang lebih cepat menyebar [7].

Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan komputer yang terdiri dari komponen-komponen elektronika yang kecil, yang dikemas dalam bentuk IC. Mikrokontroler dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu yang berbeda dengan komputer biasa yang bisa digunakan untuk tujuan umum atau universal. Penggunaan mikrokontroler pada saat ini telah banyak digunakan terutama untuk sebuah alat otomatisasi karena anggaran biaya yang sedikit dengan memori dan perangkat input yang terpisah sehingga mikrokontroler mudah untuk dirakit dan rancang. Mikrokontroler yang banyak dipakai pada saat ini adalah ATmega328. Mikrokontroler ATmega328 menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) atau kumpulan set instruksi komputasi yang disederhanakan dengan 28 pin berdaya rendah berbasis AVR[8].

Arduino Uno

Arduino adalah salah satu jenis mikrokontroler yang memiliki banyak keunggulan, yaitu dari segi harga Arduino lebih terjangkau, Arduino mudah dirakit meskipun hanya memiliki sedikit pengetahuan elektronika. Arduino menggunakan Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang mudah dipahami. Board Arduino uno adalah Board Mikrokontroler (Development Board) menggunakan chip mikrokontroler ATmega328 yang fleksibel dan *open-source*, Software dan *Hardware* nya relatif mudah di gunakan sehingga banyak dipakai oleh pemula sampai ahli [9].

- a. Serial: Pin 0 (RX) dan pin 1 (TX).
- b. External Interrupt: INT0 adalah pin 2 dan INT1 adalah pin 3.
- c. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8 bit
- d. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI library.
- e. I2C: A4 adalah SDA dan A5 adalah pin SCL. Komunikasi I2C menggunakan wire library.
- f. LED: 13. Built-in LED terhubung dengan pin digital 13.

Arduino IDE

Arduino IDE merupakan software yang berfungsi untuk memprogram atau menuliskan kode program untuk board Arduino. Setelah kode program dituliskan nantinya akan di compile dan akan di write ke chip Arduino, sehingga Arduino dapat berfungsi. Arduino IDE dibuat dari Bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut dengan wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah [10].

Sensor MQ – 135

Sensor MQ-135 merupakan sensor gas yang dapat mendeteksi senyawa / kadar gas – gas berbahaya yang dapat mengganggu kualitas udara dan mengganggu pernapasan manusia. Sensor MQ-135 memberikan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan pada nilai resistansi analog pada pin outputnya. Sensor MQ-135 memiliki 4 pin, yang terdiri dari: Pin 1 = Vcc (+5Volt) Pin 2 = Ground Pin 3 = Digital Out, dan Pin 4 = Analog out. Sensor MQ135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa NH₃, Nox, alkohol, benzol, gas (CO₂), dan lain – lain. Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistansi (analog) bila terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar. Penyesuaian sensitivitas sensor ditentukan oleh nilai resistansi dari MQ-135 yang berbeda – beda untuk berbagai konsentrasi gas [11].

Sensor DHT - 11

Sensor DHT11 adalah module sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Module sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Kelebihan dari module sensor ini dibanding module sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi. Sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi. Sensor ini memiliki 4 kaki pin, dan terdapat juga sensor DHT11 dengan breakout PCB yang terdapat hanya memiliki 3 kaki [12].

GPRS SHIELD

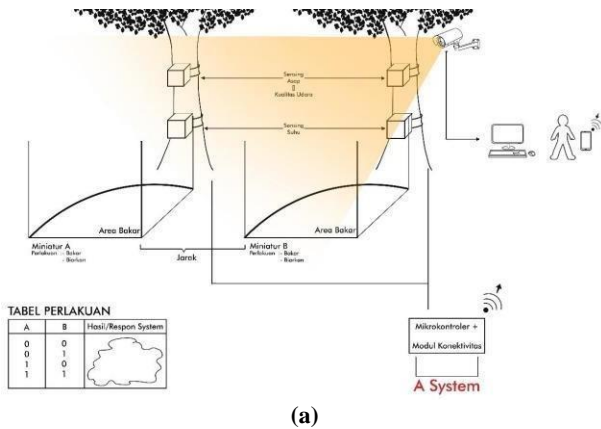
Merupakan modul yang digunakan untuk memungkinkan sistem tertanam menggunakan sinyal GSM/GPRS. Modul SIM900L merupakan versi modul yang sudah banyak beredar di Indonesia pada saat ini. Tipe dengan shield ini banyak digunakan untuk IoT. Untuk saat ini terdapat beberapa tipe dari Breakout Board, tetapi yang paling banyak dijual di Indonesia yaitu versi mini dengan kartu GSM jenis Micro SIM [13].

Camera Webcam Logitech C920

Kamera Serial VC0706 adalah kamera serial yang support terhadap perangkat mikrokontroler salah satunya adalah Arduino, kamera ini terhubung pada board Arduino melalui port TX, RX, GND, 5V. VC0706 memiliki kualitas gambar pada 640x480 , 320x240 atau 160x120 berformat JPG. Pada system ini kamera VC0706 digunakan untuk menangkap gambar ketika terdeteksi suatu pergerakan. Kamera Serial VC0706 module kamera dengan chip controller VIMICRO VC0706 yang dapat di kontrol dengan komunikasi serial (RS232 atau TTL). Kamera serial VC0706 termasuk dalam dalam shield yang dapat digunakan pada board arduino. Kamera ini berfungsi untuk menangkap atau merekam gambar yang sejajar dengan jarak pandang lensa tersebut [14].

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Umum Sistem



Gambar 1 (a) Rancangan Umum Sistem. (b) Rancangan Block Hardware

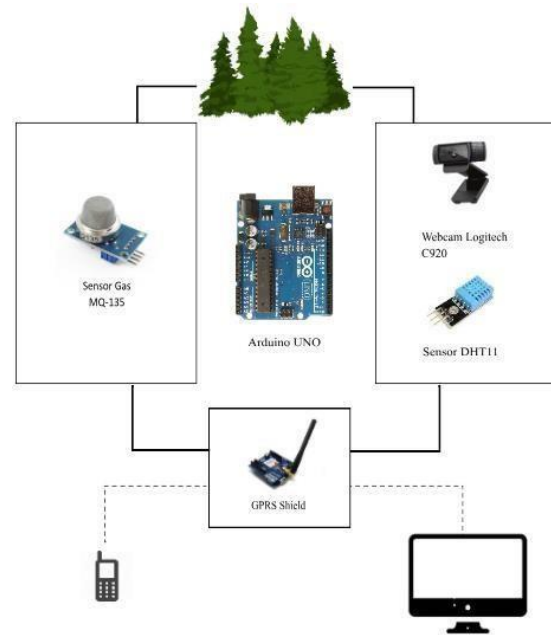
Pada Gambar 1 diatas Rancangan umum system mencakup seluruh komponen yang digunakan dalam merancang sistem. Pada bagian ini akan digambarkan rancangan umum sistem. Proses awal yang akan dilakukan adalah pembakaran pohon miniatur dengan api lalu saat miniatur pohon dibakar maka sensor suhu DHT11 akan langsung mendeteksi suhu kebakaran yang ada pada tempat kejadian dan sensor gas MQ 135 juga akan mendeteksi kadar dari gas dan kadar CO₂ [18]. pada tempat kejadian, Lalu Webcam Logitech C920 akan berfungsi sebagai monitoring untuk Polisi hutan agar terus memonitoring tempat kejadian melalui CCTV yang telah disambungkan langsung dengan Personal Computer.

Rancangan Proses

Rancangan Perangkat Keras

Pada rancangan perangkat keras ini akan menggambarkan sistem fisik dari sistem.

Adapun bentuk rancangan perangkat keras yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 2 Rancangan Perangkat Keras

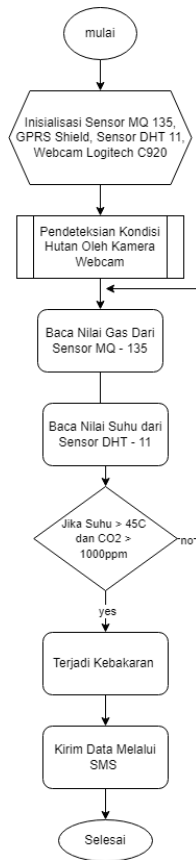
Pada Gambar 2 diatas rancangan sistem ini terdiri dari 2 buah sensor yaitu,

1. Sensor Asap.
2. Sensor Suhu.

Sensor suhu dan asap digunakan untuk monitoring keadaan di hutan untuk mencegah terjadinya kebakaran hutan. GPRS Shield digunakan untuk mengirimkan notifikasi ke handphone berupa SMS dan mengirimkan data hasil monitoring secara *realtime* ke database [19], dan nantinya akan dipantau melalui CCTV.

Rancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian alat ini adalah merancang program yang akan dijalankan pada mikrokontroler yang dimana sebagai otak dari sistem Perancangan pemrograman pada mikrokontroler terdapat flowchart proses dari sensor yaitu sensor suhu gas dan flowchart monitoring. Pada flowchart berikut merupakan fungsi dari monitoring pada alat yang menggunakan sensor temperature DHT11 sebagai komponen utama, sensor ini menerima inputan suhu atau temperatur hutan sebagai inputan.

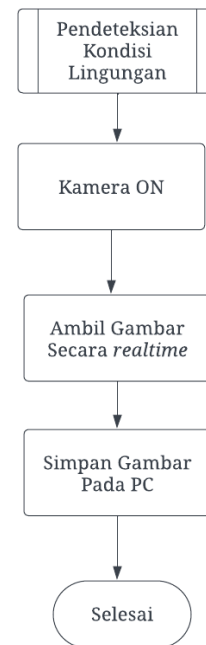


Gambar 3 Flowchart Rancangan Umum Sistem

Berdasarkan pada Gambar 3 Pada perancangan proses terbagi menjadi dua kategori yaitu rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak yang akan dijelaskan bagaimana proses kerja sistem dalam melakukan suatu pengolahan data input hingga dihasilkan output. Berdasarkan Gambar 3 diatas dapat dijabarkan sebagai.

1. Dilakukan pendeklarasian Sensor MQ 135, GPRS SHIELD, Sensor DHT 11, Webcam Logitech C920
2. Sensor DHT 11 akan mendeteksi keadaan suhu pada lingkungan hutan.
3. Sensor MQ 135 akan mendeteksi intensitas CO2 pada lingkungan hutan.
4. Kamera Webcam C920 akan memonitoring Keadaan sekitar lingkungan hutan yang diawasi.
5. Jika sensor tidak mendeteksi intensitas Gas lebih dari 150 ppm dan suhu tidak melebihi dari 45 C, maka sensor tidak akan tertrigger dan akan kembali ke pemrograman awal.

6. Jika Sensor mendeteksi Suhu dan Kadar Gas lebih dari 45 C dan CO2 lebih dari 150 ppm, maka sensor akan tertrigger dan akan mengirimkan sinyal dengan indikasi kebakaran hutan.
7. Lalu sinyal akan diterima pada aplikasi di Handphone yang berisikan data suhu dan kadar CO2 pada lokasi kebakaran.
8. Lalu camera Logitech akan digunakan sebagai monitoring agar bisa mengetahui visual dari tempat kejadian kebakaran.



Gambar 4 Flowchart Monitoring

Pada Gambar 4 Perancangan program yang akan dijalankan pada mikrokontroler yang dimana sebagai otak dari sistem Perancangan pemrograman pada mikrokontroler terdapat flowchart proses dari sensor yaitu sensor suhu gas dan flowchart monitoring. Pada flowchart berikut merupakan fungsi dari monitoring pada alat yang menggunakan sensor temperature DHT11 sebagai komponen utama, sensor ini menerima inputan suhu atau temperatur hutan sebagai inputan. Camera Webcam Logitech C920 akan memonitoring keadaan setempat yang akan dipantau langsung oleh penjaga monitoring, agar bisa melihat kondisi visual langsung pada miniatur hutan.

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Implementasi perangkat keras

Perangkat keras yang akan diimplementasikan berupa sensor MQ 135, sensor DHT11, Camera Logitech C920, GPRS SHIELD SIM900L. Berikut merupakan implementasi perangkat keras pada sistem gambar 4.



Gambar 5 Implementasi Perangkat Keras

Keterangan Gambar 5 diatas :

- Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler.
- Baterai 18650 berfungsi sebagai sumber daya alat Arduino Uno.
- Sensor MQ 135 berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi intensitas gas CO₂ pada sekitaran kebakaran hutan.
- Sensor DHT11 berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi dan mengukur tingkat intensitas suhu pada lingkungan sekitar kebakaran hutan.
- Camera Webcam Logitech C920 sebagai monitoring keadaan miniatur hutan.

- GPRS Shield berfungsi sebagai perangkat keras yang memungkinkan komunikasi melalui jaringan seluler menggunakan protokol GPRS (General Packet Radio Service).

Implementasi Perangkat Lunak

Pada implementasi perangkat lunak terdapat beberapa perintah yang akan dijalankan oleh Arduino Uno. Berikut merupakan hasil pengujian sensor MQ 135 dan DHT11.

```

1 #include <SoftwareSerial.h>
2 SoftwareSerial SIM900(7, 8);
3
4 #include "DHT.h"
5 #define DHTPIN 2
6 #define DHTTYPE DHT11
7 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
8
9 #include <MQUnifiedsensor.h>
10 #define pin A0
11 #define type 135
12 MQUnifiedsensor MQ135(pin, type);
13 float t, co2;
14 int x;
15
16 void setup() {
17   Serial.begin(9600);
18   SIM900.begin(9600);
19   dht.begin();
20   MQ135.inicializar();
21   for (int i = 0; i < 100; i++) {
22     MQ135.update();
23     delay(10);
24   }
25   // sendSMS();
26 }
27

```

Gambar 6 Source Code Sensor MQ 135, DHT 11, dan GPRS Shield Hutan 1

Pada Gambar 6 merupakan coding gabungan antara sensor MQ 135 dan DHT 11 untuk mendeteksi suhu dan mengukur kadar CO₂ dari tempat terjadinya kebakaran hutan.

```

void loop() {
  MQ135.update();
  co2 = MQ135.readSensor("CO2");
  t = dht.readTemperature();

  Serial.print("CO2: ");
  Serial.print(co2, 2);
  Serial.print(" ppm | ");
  Serial.print("Temp: ");
  Serial.print(t, 2);
  Serial.println(" C");

  if (co2 >= 1000 and t>=45 and x != 1) {
    sendSMS();
    x = 1;
  }
  if (co2 < 600 or t<35) x = 0;
  delay(500);
}

```

Gambar 7 Source Code Sensor MQ 135, DHT 11, dan GPRS Shield Hutan 2

Gambar 7 Merupakan coding input dari nilai - nilai intensitas CO2 dan juga untuk mengukur suhu pada sekitaran kebakaran hutan, keluaran dari sensor DHT 11 itu berupa temperatur 45°C dan keluaran sensor dari sensor MQ 135 itu berupa intensitas CO2 melebihi 1000 ppm.

```
void sendSMS() {
  Serial.print("Sending SMS..");
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(500);

  SIM900.println("AT+CMGS=\"082285366407\"");
  delay(500);
  SIM900.println("Terdeteksi kebakaran hutan!");
  delay(100);
  SIM900.println("Lokasi : Hutan 2");
  delay(100);
  SIM900.print("Co2   : ");
  SIM900.print(co2);
  SIM900.println(" ppm");
  delay(100);
  SIM900.print("Temp : ");
  SIM900.print(t);
  SIM900.println("C");
  delay(100);

  SIM900.println((char)26);
  delay(100);
  SIM900.println();
  Serial.print("Sent");
  delay(5000);
}
```

Gambar 8 Source Code Keluaran MQ 135, DHT 11, dan GPRS Shield

Pada Gambar 8 Merupakan coding output dari sensor MQ 135 dan sensor DHT11 yang akan langsung dikirimkan melalui GPRS SHIELD menggunakan kartu SIM card ke Handphone yang akan dituju untuk dikirimkan notifikasi mengenai kebakaran hutan yang terjadi.

Implementasi Sistem

Implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak yang digunakan akan digabungkan menjadi satu sehingga menjadi sebuah sistem yang dapat diimplementasikan secara keseluruhan. Sistem Pendeteksi kebakaran hutan dimulai dengan memanaskan sensor suhu untuk meningkatkan temperatur panas pada kondisi kejadian, kemudian pembakaran kertas agar menghasilkan gas CO2. Kadar gas dan suhu pada tempat kejadian akan terdeteksi oleh sensor gas MQ 135 dan sensor suhu DHT11. Jika intensitas gas CO2 dan kadar suhu melebihi 1000 ppm dan 45°C, sensor akan mengirimkan sinyal melalui GPRS SHIELD yang akan langsung diterima oleh polisi hutan melalui notifikasi SMS berisikan informasi intensitas gas dan kadar suhu di sekitaran hutan pada handphone.



Gambar 9 Implementasi Keseluruhan Sistem

Pengujian dan Analisa

Pengujian dan Analisa Perangkat Keras

Terdapat tiga tahapan dalam pengujian dan analisa yaitu Pengujian dan Analisa Perangkat Keras, Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak, serta Pengujian dan Analisa Sistem secara Keseluruhan.

Pengujian Dan Analisa Sensor MQ 135 dan DHT 11

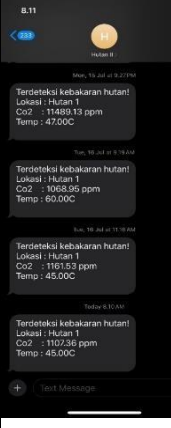
Sensor Gas MQ-135 sudah terkalibrasi melalui library dan bagian program baris ke 11 yaitu "#define type 135". Nilai 135 adalah nilai Rzero yang diaplikasikan dan dari itu sistem dapat menyesuaikan diri terhadap pembacaan lingkungan miniatur yang dibakar. Sedangkan DHT11 pada sistem ini dapat dikalibrasikan dengan instrument ukur yaitu thermometer digital, tetapi dengan batasan maksimal suhu adalah 43 derajat celcius. Oleh karena itu, pengujian dilakukan dengan pembacaan DHT11 yang tidak mencapai 43 derajat.


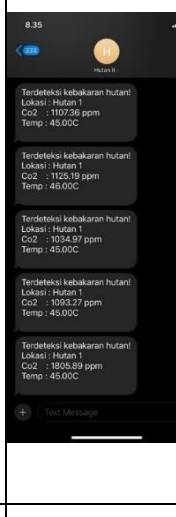
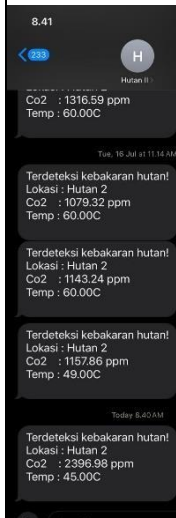
Rumus perhitungan persen galat (*error*) adalah nilai selisih dibagi dengan nilai seharusnya dikali 100%. Nilai dari kalibrator adalah nilai yang dimaksud sebagai nilai sesungguhnya alias nilai acuan.

No	DHT11(C °)	Termometer Digital(C °)	Selisih(C °)	Galat(%)
1	40	39	1	2.564103
2	41	40.5	0.5	1.234568
3	40	39	1	2.564103
4	40	39	1	2.564103
5	40	39.5	0.5	1.265823
6	40	39	1	2.564103
7	40	39.5	0.5	1.265823
8	40	39	1	2.564103
9	42	40.5	1.5	3.703704
10	41	40.5	0.5	1.234568
Rata-rata galat Sistem Hutan 1(baris 1 s.d. 5)				2.03854
Rata-rata galat Sistem Hutan 2(baris 6 s.d. 10)				2.26646

Tabel 1 Kalibrasi Sensor Suhu DHT 11

Pengujian dan Analisa Sensor MQ 135 dan DHT 11 Hutan pada kondisi sinyal yang buruk

NO	Hasil Pengiriman Sinyal Ke Handphone	Serial Monitor
		<p>08:10:41.934 -> CO2: 812.28 ppm Temp: 45.00 C</p> <p>08:10:42.582 -> CO2: 1107.36 ppm Temp: 45.00 C</p> <p>08:10:42.582 -> Sending SMS..SentCO2: 7750.11 ppm Temp: 45.00 C</p> <p>08:10:50.682 -> CO2: 8369.81 ppm Temp: 45.00 C</p>

	<p>08:10:41.934 -> CO2: 812.28 ppm Temp: 45.00 C</p> <p>08:10:42.582 -> CO2: 1107.36 ppm Temp: 45.00 C</p> <p>08:10:42.582 -> Sending SMS..SentCO2: 7750.11 ppm</p> <p>08:10:50.682 -> CO2: 8369.81 ppm Temp: 45.00 C</p>
	<p>08:34:29.724 -> CO2: 1738.22 ppm Temp: 44.00 C</p> <p>08:34:30.582 -> CO2: 1805.89 ppm Temp: 45.00 C</p> <p>08:34:30.582 -> Sending SMS..SentCO2: 8821.65 ppm</p> <p>08:34:38.671 -> CO2: 9185.94 ppm Temp: 44.00 C</p>
	<p>08:39:59.342 -> CO2: 2266.06 ppm Temp: 44.00 C</p> <p>08:40:00.253 -> CO2: 2396.98 ppm Temp: 45.00 C</p> <p>08:40:00.253 -> Sending SMS..SentCO2: 4364.64 ppm </p> <p>08:40:08.355 -> CO2: 4123.91 ppm Temp: 46.00 C</p>

Berdasarkan tabel 4.2, Pengujian pendeteksi kebakaran menggunakan sensor MQ135 dan DHT11 menunjukkan hasil yang akurat dalam mendeteksi kebakaran. Ditunjukkan bahwa sinyal dari handphone pada percobaan notifikasi hutan 1 dan hutan dua tidak lebih dari 3 bar sinyal, dengan berhasilnya juga delay 2 detik pada pengiriman sinyal ke handphone. Pengiriman sinyal berupa intensitas suhu dan gas yang akurat pada kondisi sinyal yang tidak bagus..

Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak

Tujuan pengujian perangkat lunak adalah untuk mengetahui apakah aplikasi yang dikembangkan kompatibel dengan sistem. Program pada aplikasi Arduino IDE yang akan memproses notifikasi untuk program yang dikembangkan menjadi subjek pengujian ini. Pada Miniatur Forest Serial Monitor Arduino Uno, hasil program ditampilkan pada tabel berikut:

No	Waktu baca (ms)	Waktu harap (ms)	Selisih (ms)	Keterangan
1	648	2000	-1352	Tanggap
2	607		-1393	Tanggap
3	622		-1378	Tanggap
4	874		-1126	Tanggap
5	858		-1142	Tanggap
6	648		-1352	Tanggap
7	607		-1393	Tanggap
8	858		-1142	Tanggap
9	911		-1089	Tanggap
911		Tanggapan sistem paling lambat		

Tabel 2 Pengujian Delay Sensor Suhu dan Gas

Tabel di atas adalah rangkuman dari sembilan pengujian waktu berdasarkan harapan terhadap sistem. Sistem awalnya diharapkan dapat mengirimkan informasi kebakaran hutan tidak melebihi 2 detik. Pada tabel ini 2 detik dikonversikan menjadi 2000 milidetik agar dapat diketahui kehandalan sistem dalam menanggapi kejadian kebakaran, yang diproses oleh sistem sebenarnya adalah dalam satuan milidetik. Kolom "Waktu baca" adalah hasil perhitungan manual dari tampilan serial monitor tabel 4.1(keseluruhan) dan tabel 4.3(baris 1 sampai 4). Keseluruhan pengujian kehandalan dinilai "Tanggap" terhadap kebakaran meskipun dalam kondisi jaringan seluler yang buruk(tiga baris sinyal).

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Nilai Ukur}} \times 100$$

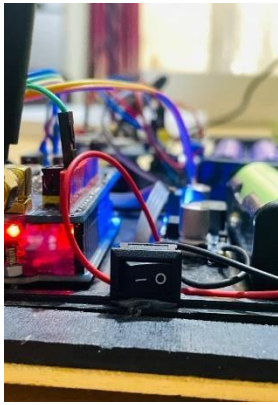
No	Hasil Pengujian Sensor	Tampilan Handphone	GAS	SUHU
1	08:10:41.934 -> co2: 812.28 ppm Temp: 45.00C 08:10:42.582 -> co2: 1107.36 ppm Temp: 45.00C 08:10:42.582 -> Sending SMS..SentCO2: 1107.36 ppm Temp: 45.00C 08:10:50.682 -> co2: 8369.81 ppm Temp: 45.00C	Terdeteksi kebakaran hutan Lokasi : Hutan 1 Co2 : 1107.36 ppm Temp : 45.00C	1107.07 ppm	45.00°C
2	08:14:33.331 -> co2: 992.10 ppm Temp: 46.00C 08:14:33.938 -> co2: 1125.19 ppm Temp: 46.00C 08:14:33.938 -> Sending SMS..SentCO2: 2383.61 ppm Temp: 46.00C 08:14:42.038 -> co2: 2534.24 ppm Temp: 46.00C 08:14:42.617 -> co2: 2548.32 ppm Temp: 46.00C	Terdeteksi kebakaran hutan Lokasi : Hutan 1 Co2 : 1125.19 ppm Temp : 46.00C	1125.19 ppm	46.00°C
3	08:22:37.901 -> co2: 761.12 ppm Temp: 45.00C 08:22:38.523 -> co2: 1034.97 ppm Temp: 45.00C 08:22:38.523 -> Sending SMS..SentCO2: 1034.97 ppm Temp: 45.00C 08:22:46.652 -> co2: 5441.76 ppm Temp: 45.00C	Terdeteksi kebakaran hutan Lokasi : Hutan 1 Co2 : 1034.97 ppm Temp : 45.00C	1034.97 ppm	45.00°C
4	08:26:56.926 -> co2: 982.41 ppm Temp: 45.00C 08:26:57.800 -> co2: 1093.27 ppm Temp: 45.00C 08:26:57.800 -> Sending SMS..SentCO2: 1093.27 ppm Temp: 45.00C 08:27:05.897 -> co2: 1728.00 ppm Temp: 45.00C	Terdeteksi kebakaran hutan Lokasi : Hutan 1 Co2 : 1093.27 ppm Temp : 45.00C	1093.27 ppm	45.00°C
5	08:34:29.724 -> co2: 1738.22 ppm Temp: 45.00C 08:34:30.582 -> co2: 1805.89 ppm Temp: 45.00C 08:34:30.582 -> Sending SMS..SentCO2: 1805.89 ppm Temp: 45.00C 08:34:38.671 -> co2: 9185.94 ppm Temp: 45.00C	Terdeteksi kebakaran hutan Lokasi : Hutan 1 Co2 : 1805.89 ppm Temp : 45.00C	1805.89 ppm	45.00°C

Tabel 3 Pengujian notifikasi pada sinyal buruk

Berdasarkan tabel 4.4, Pengujian pendeteksi kebakaran menggunakan sensor MQ135 dan DHT11 menunjukkan hasil yang akurat dalam mendeteksi kebakaran. Sensor MQ135 efektif dalam mendeteksi peningkatan konsentrasi gas berbahaya yang sering muncul saat kebakaran, sementara sensor DHT11 memantau perubahan suhu dan kelembapan yang signifikan selama kebakaran. Sistem ini mampu mengirimkan SMS peringatan kebakaran dalam waktu sekitar 2 detik setelah mendeteksi anomali.

Pengujian dan Analisa Sistem Keseluruhan

Pengujian dan analisis sistem dilakukan untuk menjamin sistem deteksi gas dan suhu dapat diimplementasikan sesuai dengan tujuan perancangan yang ditentukan. Pengujian sistem ini menggunakan miniatur hutan berukuran 57 x 40 cm. Sistem ini berjalan menggunakan Sensor MQ 135 dan DHT 11 yang di tempelkan kepada masing masing pohon. Diawali dengan menyalakan Arduino UNO agar semua sistem dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 10 Button Pada Arduino UNO

Disaat Arduino menyala secara utuh, maka Sensor Gas dan Sensor Suhu akan menunjukan indikator lampu berwarna merah pada pohon yang sudah dipasangkan komponen pendeteksi gas dan suhu.



Gambar 11 Indikator Lampu Pada miniatur hutan

Kemudian Dilakukan penghidupan sinyal pada gprs shield yang tujuannya agar bisa mengirimkan notifikasi kepada hp melalui sms dengan menekan tombol pada gprs shield selama 2-3 detik sampai indikator lampu menunjukan 2 bar agar menunjukkan sistem sudah berjalan dengan sempurna.



Gambar 12 Indikator sinyal menyala pada GPRS SHIELD

Lalu dilakukan pengujian dengan membakar tisu kepada dua pohon minatur guna agar sinyal dapat mengirimkan sinyal bahwa terdapat kebakaran dari masing masing hutan.



Gambar 13 Pembakaran Tisu Untuk Trigger Sensor Suhu dan Gas

Setelah pembakaran tisu maka sensor akan mendeteksi gas dan suhu pada kondisi hutan. Jika sensor sudah mendeteksi intensitas gas dan suhu sesuai dengan yang sudah di program, Maka sensor akan langsung mengirimkan sinyal melalui GPRS SHIELD yang langsung akan dikirimkan ke pada handphone berupa short messages

Setelah pembakaran tisu maka sensor akan mendeteksi gas dan suhu pada kondisi hutan. Jika sensor sudah mendeteksi intensitas gas dan suhu sesuai dengan yang sudah di program, Maka sensor akan langsung mengirimkan sinyal melalui GPRS SHIELD yang langsung akan dikirimkan ke pada handphone berupa short messages system (SMS) yang berindikasikan intensitas suhu dan gas pada kondisi masing – masing hutan.

No	Notikasi Kebakaran Hutan
1.	
2.	

Tabel 4 Notikasi Kebakaran Hutan

Berikut Hasil Pengujian keseluruhan sistem yang dilakukan dapat dilihat pada

Tabel 5 Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Butt on	Kondisi ada atau tidak suhu dan Gas	Bar sinyal pada handp hone	Notifikasi		Delay Pengiri man (ms)
				Gas (CO2)	Suhu(C °)	
1	ON	Ada	3 bar	2396 ppm	45 C	648ms
2	ON	Ada	2 bar	1086.27ppm	45 C	607ms
3	ON	Ada	3 bar	1268.41ppm	47 C	874ms
4	ON	Ada	3 bar	1805.89ppm	45 C	858ms
5	ON	Ada	3 bar	1125.19ppm	46 C	648ms
6	ON	Ada	4 bar	1107.36ppm	45 C	991ms
% Rata Rata Delay Pengiriman Suhu Dan Gas						2.3646%

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan yaitu pengujian pertama sampe ke enam kondisi tombol pada alat di hidupkan agar dapat mendeteksi adanya suhu dan gas saat di ujikan, Lalu di ujikan dengan pembakaran tisu agar menciptakan suhu yang panas dan gas co2, Lalu di ujikan melalui sinyal bar handphone yang buruk terdiri dari 2 bar, 3 bar dan 4 bar sinyal pada handphone. Lalu dihasilkan keluaran gas CO2 dan Suhu pada Pengujian, Delay pengiriman yang di hasilkan oleh sensor – sensor tersebut adalah 648ms sampai dengan 991ms. Dibuktikan bahwa pengujian ini tidak membutuhkan sinyal yang sangat bagus dan signifikan untuk mencapai hasil yang maximal dalam pengiriman notifikasi kebakaran dari alat menuju ke user handphone.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, Prototype Pendeteksi Kebakaran Hutan Berbasis Internet dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem yang dirancang mampu memonitoring kondisi hutan secara efektif menggunakan kamera dan sensor suhu untuk mendeteksi kenaikan suhu yang berpotensi memicu kebakaran. Kamera memberikan visualisasi area yang diawasi, sedangkan sensor suhu mengukur suhu yang berada disekitar hutan.
2. Sistem ini dilengkapi dengan sensor gas menggunakan sensor MQ135 yang mampu mendeteksi adanya komponen gas tertentu yang dihasilkan saat terjadi kebakaran. Sensor gas ini berfungsi untuk memberikan peringatan dini ketika terdeteksi adanya perubahan komposisi gas di udara yang mengindikasikan kebakaran.

<https://doi.org/10.25077/chipset.5.02.98-109.2024>

3. Salah satu fitur utama sistem ini adalah kemampuan mengirimkan notifikasi berupa SMS kepada peneliti. Fitur ini memastikan bahwa tindakan cepat dapat diambil untuk mengatasi kebakaran lebih baik.
4. Sistem menyediakan monitoring real-time terhadap kondisi hutan, terutama terkait suhu dan keberadaan asap. Data yang diperoleh dari sensor suhu dan sensor gas dikirimkan secara berkala melalui SMS, memungkinkan pemantauan terus-menerus dan respons yang cepat jika terdeteksi sesuatu yang mengindikasikan potensi kebakaran.

Saran

Berdasarkan hasil Protoype Pendeteksi Kebakaran Hutan Berbasis Internet yang telah dilakukan, ada saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dilakukan pengembangan seperti penggunaan CCTV dengan metode wireless.
2. Untuk penelitian selanjutnya, Diharapkan menggunakan komponen-komponen yang berbeda seperti perbedaan jenis penggunaan sensor yang berkaitan dengan sensor kebakaran hutan
3. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menambahkan fitur lainnya seperti adanya alarm kebakaran ataupun melakukan panggilan langsung ke petugas pemadam kebakaran terdekat
4. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menambahkan antenna pada GPRS Shield sehingga kemampuan menangkap sinyal dapat lebih baik

REFERENSI

- “Microcontroller Arduino Untuk Pemula”. Malang : Jasakom ISBN 978- 602-0823-35-5. Hal 14-15.
- [1] Faisol Nur Rochim, Agung Nilogiri, ST.,MKom, Dr. Ir. Rusgianto, MM. 2019. Simulasi Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Sensor Asap MQ2, Sensor Suhu LM35, Dan Modul Wifi ESP8266 Berbasis Mikrokontroler Arduino.
- [2] Bambang Hero Saharjo, Uswatun Hasanah. 2023. Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Kebakaran Hutan Dan Lahan Kabupaten Pulang Pisang, Kalimantan Tengah.
- [3] Waspada! Kebakaran Hutan dan Lahan. 2022. [Online]. Available: <https://portal.ketapangkab.go.id/cara-mencegah-kebakaran-hutan-dan-lahan/>
- [4] Irvan Tri Harnanda. 2021. Peran Badan Penanggulangan Bencana Daerah Dalam Pengendalian Kebakaran Hutan Di Provinsi Riau (Studi Kabupaten Rokan Hilir).
- [5] Ardiatma Maulana, Priyono Suryanto, Widiyanto, Eny Farida, Bambang Suwignyo. 2019. Dinamika Suksepsi Vegetasi pada Areal Pasca Perladangan Berpindah di Kalimantan Tengah.
- [6] Agus Setiawan. 2022. Keanekaragaman Hayati Indonesia: Masalah dan Upaya Konservasinya.
- [7] Melaponty, Dwi Agustien Putri. Fahrizal. Manurung, Togar Fernando. 2019. Keanekaragaman Jenis Vegetasi Tegakan Hutan Pada Kawasan Kota Bukit Senja Kecamatan Singkawang Tengah Kota Singkawang. Jurnal Hutan Lestari, Vol. 7 (2) hal 893 – 904.
- [8] Studi Elektronika. “Mikrokontroler – Pengertian, Jenis, Fungsi, Bedanya dengan Mikroprosesor”. *webstudi.site*, 2019. [Online]. Available: <https://www.webstudi.site/2019/02/Mikrokontroler.html>
- [9] Suprianto, Dodit. Firdaus, Vipkas Alhadid. Agustina, Rini. Wibowo, Dimas Wahyu. 2019. “Microcontroller Arduino Untuk Pemula”. Malang : Jasakom ISBN 978- 602-0823-35-5. Hal 1-2.
- [10] Suprianto, Dodit. Firdaus, Vipkas Al Hadid. Agustina, Rini. Wibowo, Dimas Wahyu. 2019. “Microcontroller Arduino Untuk Pemula”. Malang : Jasakom ISBN 978- 602-0823-35-5. Hal 14-15.
- [11] Arinda A Rosa and Bryan A Simon, "Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135," ULTIME Computing, vol. XII, NO 1, p. 24, Juni 2020.
- [12] Agung Dwi Fathur Rohman, Josep Dedy Irawan, Deddy Rudhistiar. 2021. Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Kamar Kosong Pada Hotel Dampak Covid-19 Berbasis IOT.
- [13] FamosaStudio. SIM900 GSM/GPRS Shield for Arduino. 2022. [Online]. Available: <https://famosastudio.com/icomat-gsm-gprs-shield>.
- [14] Pikiran Warga. Spesifikasi Logitech C920 HD Pro Webcam. 2021. [Online] Available:<https://www.pikiranwarga.com/5422/spesifikasi-dan-review-harga-logitech-c920-hd-pro-webcam.html>.
- [15] Adelita Putri Noviana .2020. Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things (IoT) Dengan Perangkat Arduino..
- [16] Farikha. 2019. Rancang bangun sistem pendeteksi kebakaran hutan wisata menggunakan Sensor asap MQ-7, MAX6675 THERMOCOUPLE SENSOR dan sensor api berbasis MODUL GSM.
- [17] Yuda Irawan, Rometdo Muzawi, Agus Alamsyah. 2022. Sistem Real Time Monitoring Pendeteksi Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Provinsi Riau.
- [18] HermantoD. and YendriD., “Rancang Bangun Sistem Pembersih Kotoran Otomatis pada Kandang Kelinci Berbasis IoT (Internet Of Things)”, *chipset*, vol. 3, no. 02, pp. 146-154, Oct. 2022.
- [19] HayaA. F., KasoepW., and NovaniN. P., “Rancang Bangun Smart Case Sistem Monitoring Tabung Gas Elpiji Berbasis Mikrokontroler”, *chipset*, vol. 1, no. 02, pp. 61-68, Oct. 2020.