

**PROTOTIPE ALAT PENDETEKSI DINI KEBAKARAN HUTAN
MENGUNAKAN NODEMCU DAN IOT**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

FAISAL HAKIM
D 400140127

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PROTOTIPE ALAT PENDETEKSI DINI KEBAKARAN HUTAN
MENGUNAKAN NODEMCU DAN IOT**

PUBLIKASI ILMIAH

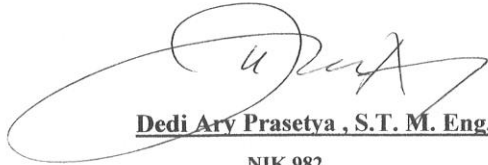
oleh:

FAISAL HAKIM

D 400140127

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Dedi Ary Prasetya , S.T. M. Eng.
NIK.982

HALAMAN PENGESAHAN

**PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI DINI KEBAKARAN HUTAN
MENGUNAKAN NODEMCU DAN IOT**

OLEH

FAISAL HAKIM

D 400140127

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 24/11/2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dedi Ary Prasetya, S.T. M.Eng.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Fajar Suryawan, S.T, M.Eng.Sc, Ph.D
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Pratomo Budi Santoso, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunandono, M.T., Ph. D., IPM

NIK. 662

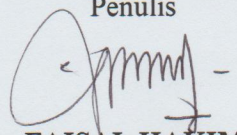
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 24 Januari 2019

Penulis



FAISAL HAKIM
D400140127

PROTOTIPE ALAT PENDETEKSI DINI KEBAKARAN HUTAN MENGUNAKAN NODEMCU DAN IOT

Abstrak

Indonesia adalah Negara dengan kekayaan yang melimpah ruah dan memiliki tanggung jawab yang sama besarnya dengan kekayaan alamnya. Walau di klaim sebagai 'paru-paru dunia', ironisnya Indonesia juga salah satu penyumbang emisi karbon terbesar di dunia, yaitu sekitar 1,98 miliar ton emisi CO² per tahun (WRI, 2012). Hal ini dibenarkan dengan melihat mekanisme mitigasi yang belum bekerja dengan proporsional sehingga upaya pemadaman api hanya bisa dilakukan ketika api sudah sangat besar. Maka dari itu diperlukan sebuah perangkat (*device*) yang mampu dioperasikan di lapangan untuk memantau kondisi hutan secara kontinyu. Perangkat pendeteksi kebakaran hutan adalah sebuah sistem elektronika yang memiliki kemampuan mentransmisi data di lapangan ke operator melalui sambungan internet (IoT) secara *real time*. Data yang ditampilkan berupa suhu dan kadar udara di hutan. Kedua data tersebut penting untuk memantau kondisi hutan agar dapat dilakukan pencegahan dini (mitigasi) dengan harapan tidak terjadi kebakaran hutan yang lebih besar. Alat ini juga difungsikan sebagai peringatan jika sewaktu-waktu terjadi kebakaran agar bisa segera dilakukan penanganan siaga kebakaran maupun untuk melakukan evakuasi kepada warga yang berpotensi terkena dampak dari kebakaran hutan.

Kata Kunci: deforestasi, mitigasi, IoT.

Abstract

Indonesia is a country with abundant natural wealth and responsibility that is as large as its natural wealth. Although claimed to be the 'lung of the world', ironically Indonesia is also one of the largest contributors to carbon emissions in the world, which is around 1.98 billion tons of CO² emissions per year (WRI, 2012). This is justified by looking at mitigation mechanisms that have not worked proportionally so that fire suppression can only be done when the fire is already massive. Therefore we need a device that is capable of being operated in the field to continuously monitor the condition of the forest. The forest fire detection device is an electronic system that has the ability to transmit data in the field to operators via an internet connection (IoT) in real time. Data displayed in the form of temperature and air content in the forest. Both of these data are important for monitoring forest conditions so that early prevention (mitigation) can be carried out in the hope that there will be no greater forest fires. This tool is also used as a warning if at any time there is a fire so that it can immediately handle fire alerts and to evacuate residents who are potentially affected by forest fires.

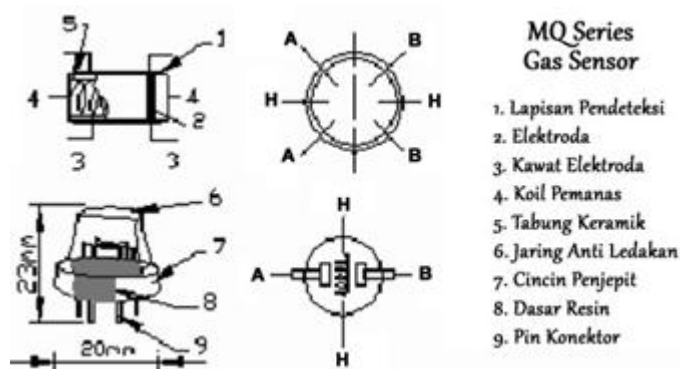
Keywords: deforestations, mitigations, IoT.

1. PENDAHULUAN

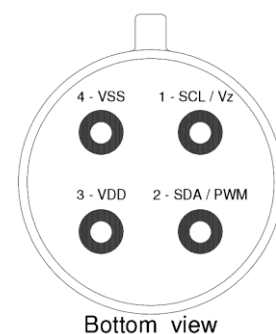
Faktor geografis dan luasnya hutan di Indonesia menjadi kendala utama dalam upaya mitigasi Karhutla. Menurut data Direktorat Jendral Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), luas hutan (*forest cover*) Indonesia pada tahun 2017

seluas 93,6 juta ha. Secara faktual, salah satu penyebab terjadinya deforestasi adalah akibat kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Upaya kegiatan pencegahan dan pengendalian karhutla 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.

Secara umum definisi sensor merupakan alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Fenomena fisik yang mampu menstimulus sensor memerlukan stimulus berupa fenomena fisika maupun kimia untuk menghasilkan sinyal elektrik seperti, tekanan, daya, temperatur, gas, dan sebagainya. Temperatur dan gas merupakan dua fenomena yang dapat dijadikan indikator kebakaran. Temperatur dinyatakan pada satuan derajat Celcius/Fahrenheit ($^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$), sedangkan gas mempunyai satuan *part per million (ppm)*. Satuan Celcius atau Fahrenheit hanya dipakai untuk menyatakan satuan suhu. Sedangkan ppm banyak dipakai dalam analisis kimiawi untuk menyatakan satuan konsentrasi.. Sensor MLX90614 adalah sebuah *device* yang mampu mendeteksi dua objek yang berbeda, yaitu suhu lingkungan dan suhu objek. Sensor ini dibekali dengan tingkat akurasi pembacaan tinggi dan resolusi pengukuran yang lebar. Memiliki 4 konfigurasi pin yang difungsikan sebagai protocol sambungan komunikasi (I2C), input digital, suplai tegangan, dan *ground*. Sedangkan sensor MQ 7 adalah sensor yang mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur (*durability*) Panjang. MQ 7 menggunakan catu daya heater 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian 5V DC dengan jarak pengukuran 10 – 10.000 *part per million (ppm)* untuk mengukur kadar gas karbon monoksida dengan RL (resistansi komponen) sebesar 1000 Ω . Struktur dan konfigurasi MQ-7 sensor gas ditunjukkan melalui rumus $R_s = (V_c \cdot R_L / V_{RL}) - R_L$.



Gambar 1.1 Sensor Gas Karbon Monoksida MQ-7



Gambar 1.2 Sensor Suhu

Teknologi internet saat ini sangat masif digunakan di hampir semua sektor kehidupan. Maka tidak heran jika banyak perangkat yang dapat terhubung jaringan internet dengan berbagai fungsi seperti, kontrol dan monitoring. Teknologi komunikasi antar perangkat ini yang sekarang dikenal dengan istilah *Internet of Things (IoT)*. Dengan memanfaatkan teknologi ini, upaya mitigasi karhutla dapat berjalan lebih efisien. Fenomena fisika dan kimia yang ditangkap sensor yaitu, temperatur dan gas sebagai indikator kebakaran, ditransmisikan ke operator menggunakan nodeMCU melalui sambungan nirkabel (*wireless*). Perangkat NodeMCU merupakan sebuah *device* yang mengintegrasikan keseluruhan komponen sensor menjadi sebuah sistem. Agar NodeMCU bisa mengirimkan data di lapangan, alat ini harus terhubung dengan jaringan internet melalui sambungan wi-fi.



Gambar 1.3 Modul nodeMCU

Operator dapat mengakses data di lapangan melalui antar muka *smartphone* menggunakan aplikasi yang bernama Blynk. Aplikasi ini mudah untuk di program serta memiliki desain visual yang baik, tujuannya untuk memudahkan operator dalam pembacaan data di lapangan. Fungsi aplikasi ini adalah menerima informasi berupa data suhu dan aktivitas karbon monoksida, serta sebagai peringatan ketika sensor mendeteksi adanya asap dan peningkatan suhu. Keseluruhan sistem yang terintegrasi ini diharapkan dapat mempermudah upaya mitigasi dan mampu meminimalisir terjadinya kebakaran hutan dalam skala besar.

1.1 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana cara mitigasi/mendeteksi kebakaran hutan menggunakan teknologi *Internet of Things*?

1.2 Tujuan Penelitian

- a. Membuat prototype sistem pendeteksi kebakaran hutan yang mudah diaplikasikan, dan
- b. Mengaplikasikan *Internet of Things* untuk membantu mitigasi Karhutla,

1.3 Batasan Penelitian

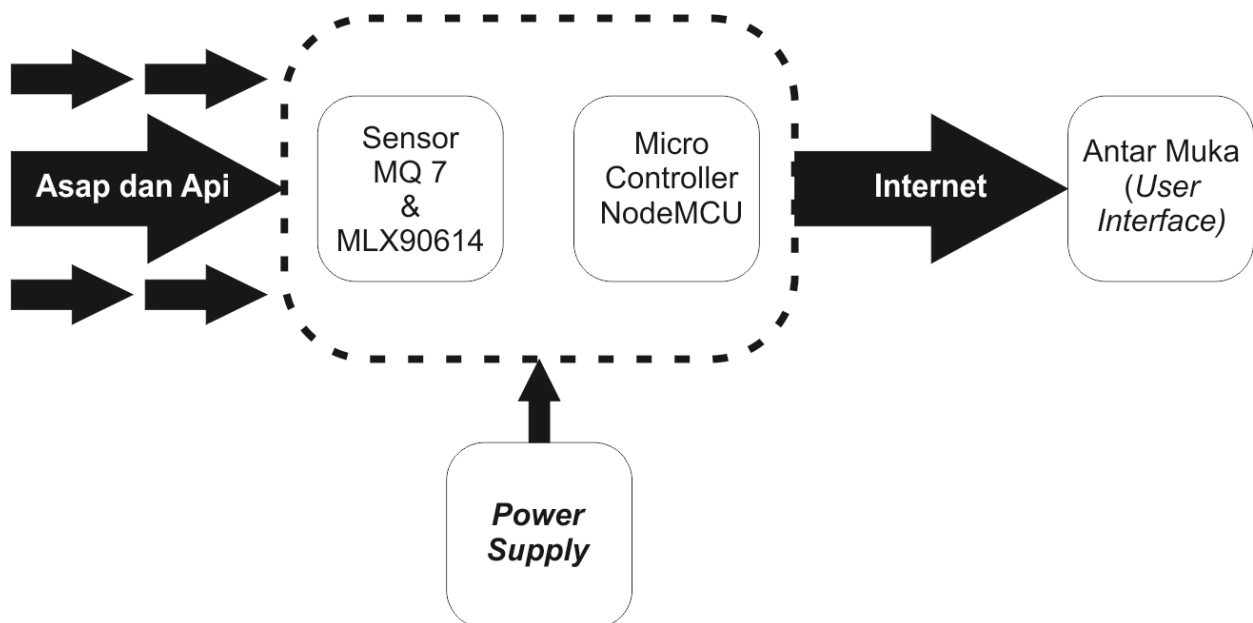
Batasan penelitian prototype sistem pendeteksi dini kebakaran hutan adalah sebagai berikut :

- Pada penelitian ini tidak menjelaskan detail tentang sumber energi yang dipakai untuk mengoperasikan alat,
- Penelitian ini mengesampingkan faktor jaringan internet yang dipakai, dan
- Tidak membahas secara spesifik ataupun menguji ketahanan *device* dalam penggunaan yang sebenarnya.

2. METODE

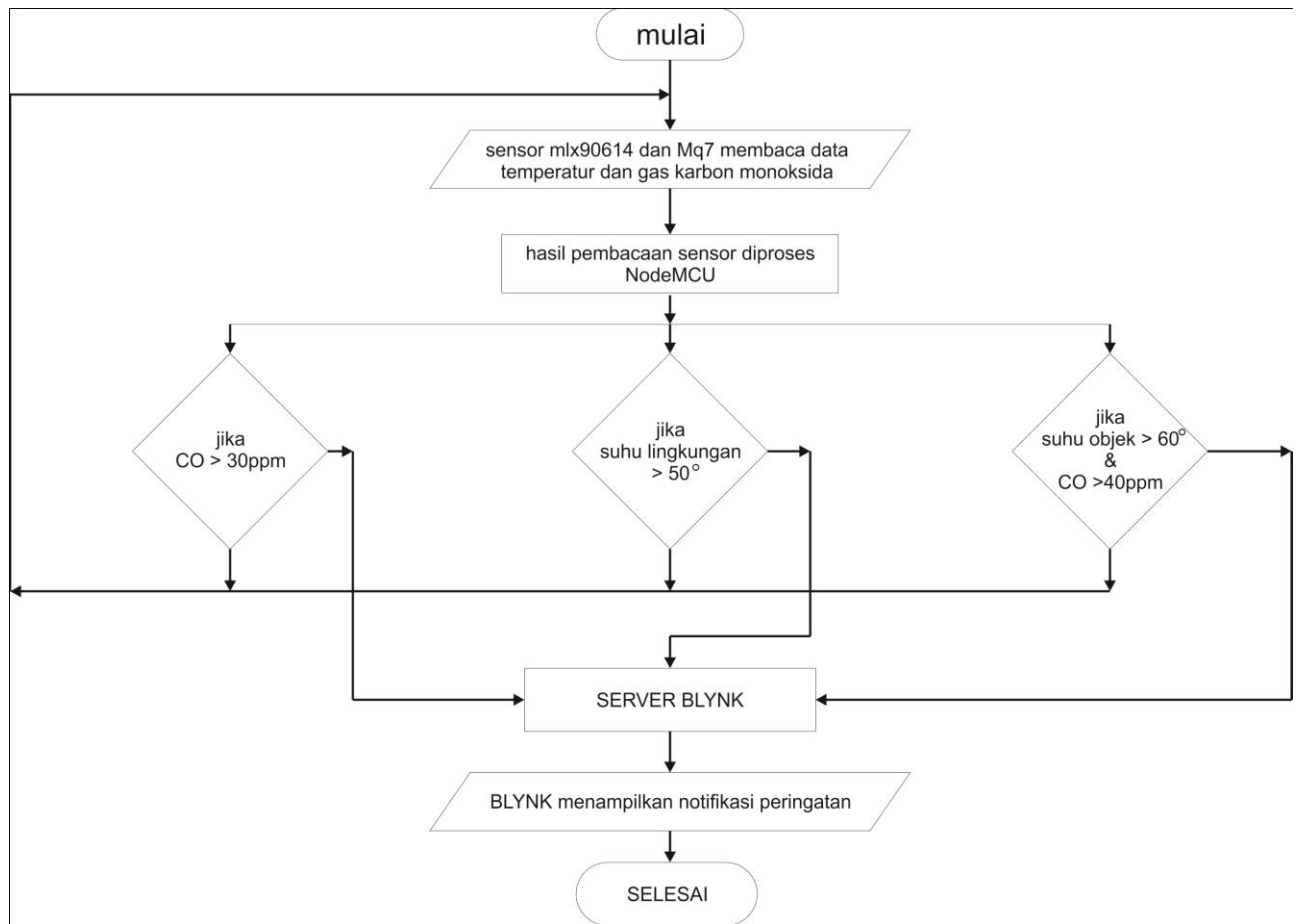
2.1 Perancangan sistem

Internet of Things (IoT) menjadi bagian penting dari sistem ini sebagai fungsi jembatan komunikasi antara perangkat yang mendeteksi adanya kebakaran dengan perangkat antar muka (*user interface*). Secara keseluruhan, sistem dijabarkan melalui diagram blok dibawah.



Gambar 2.1 Blok diagram alat pendeteksi dini kebakaran hutan

Pada sistem perancangan monitoring kebakaran hutan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1, dimulai dari pembacaan data analog oleh sensor MQ 7 dan mlx90614 lalu diproses di modul NodeMCU dengan catu daya input sebesar 3,3V. Setelah melalui proses olah data pada NodeMCU data di transmisikan secara nirkabel dan ditampilkan pada sistem antar muka (*interface*).

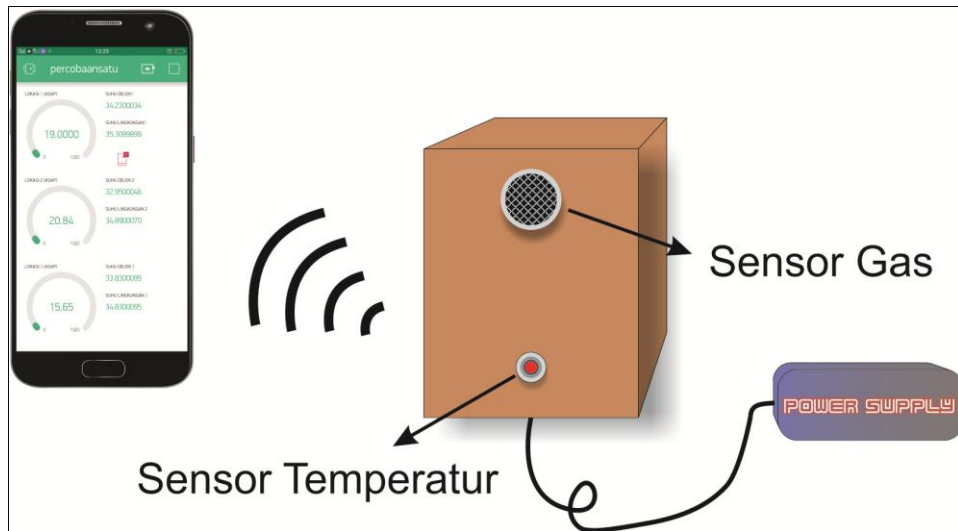


Gambar 2.2 *Flowchart* alat pendeteksi dini kebakaran hutan

NodeMCU memproses 3 kemungkinan atau 3 parameter terjadinya kebakaran, yaitu indikator asap, indikator peningkatan suhu objek maupun lingkungan, dan indikator peningkatan suhu sekaligus terdeteksinya asap. Pada masing-masing indikator menampilkan notifikasi yang berbeda. Jika sensor MQ 7 mendeteksi adanya peningkatan karbon monoksida (CO) sebanyak 30 ppm, sistem akan mengirim notifikasi “Ada asap!!!”, sedangkan peningkatan suhu lingkungan yang terdeteksi sensor mlx90614 mencapai 50°C, maka sistem akan memberikan notifikasi “Ada peningkatan suhu!!!”, dan jika kedua sensor mendeteksi suhu objek > 60°C dan CO > 40 ppm, maka sistem akan mengirim notifikasi “Peringatan Kebakaran!!!”.

2.2 Desain Hardware

Desain *hardware* secara garis besar dibuat dengan menyesuaikan prinsip kerja alat, yaitu untuk mendeteksi adanya asap dan aktivitas suhu. Sensor gas dan suhu diletakkan sejajar dimaksudkan agar fungsi deteksi kebakaran dapat bekerja optimal.



Gambar 2.3 Desain alat pendeteksi dini kebakaran hutan

Pada gambar 2.3 rancangan sistem terdiri dari satu buah sensor MQ 7, satu buah sensor mlx90614, satu buah modul NodeMCU yang terhubung *power supply* dan ponsel pintar berbasis android. Sistem yang terintegrasi ini akan bekerja jika komponen utama mendapatkan catu daya dan terhubung pada jaringan internet. Alat ini bekerja secara *real time*, artinya setiap data pembacaan di lapangan dapat dipantau melalui sistem antar muka.

2.3 BLYNK Interface

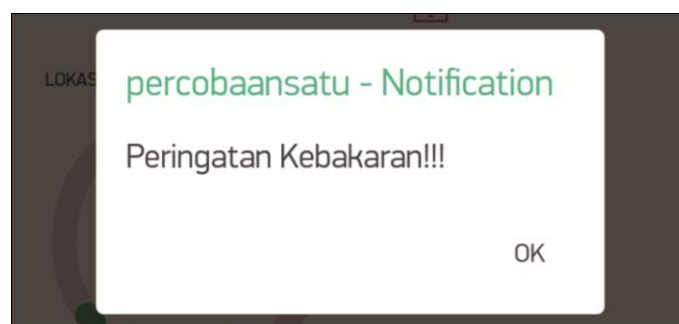


Gambar 2.4 Desain antar muka alat pendeteksi dini kebakaran hutan

Konsep *interface* atau antar muka di desain menggunakan aplikasi *mobile* bernama Blynk. Blynk sendiri merupakan sebuah layanan server data untuk lingkungan *smartphone*. Aplikasi ini berguna untuk mendukung proyek-proyek *Internet of Things*. Salah satunya untuk membuat jaringan komunikasi antar alat. Server Blynk merupakan fasilitas *Backend Services* berbasis *Cloud* yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara *hardware* dengan *smartphone*. Aplikasi ini juga memungkinkan untuk membuat proyek *interface* dengan berbagai macam komponen input output yang mendukung pengiriman maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai komponen yang dipakai.



Gambar 2.5 Halaman pengaturan blynk



Gambar 2.6 Notifikasi peringatan kebakaran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian alat pendeteksi dini kebakaran hutan dilakukan melalui simulasi kebakaran secara bertahap. Dimaksudkan agar alat dapat bekerja secara optimal dengan luaran mempermudah satgas karhutla dalam upaya mitigasi bencana karhutla. Tidak bisa dipungkiri, pembacaan sensor MQ 7 dan sensor mlx90614 sangat bergantung pada kondisi alam. Seperti sensor MQ 7 bergantung pada arah angin dan sensor mlx90614 bergantung pada suhu lingkungan. Maka dari itu, penting pengujian alat dengan menyesuaikan pada kondisi alam untuk mengukur kemampuan masing-masing komponen. Uji alat dilakukan beberapa kali dengan parameter uji yang berbeda. Komponen yang diuji antara lain, sensor MQ 7, sensor mlx90614, NodeMCU, dan uji keseluruhan sistem.

3.1 Pengujian Sensor MQ 7

Sensor MQ 7 merupakan *device* yang sensitif terhadap gas CO. Sensor ini memiliki *range* pembacaan antara 10-10.000 ppm. Untuk pengujian sensor MQ 7 dilakukan dengan menggunakan material bahan terbakar yang berbeda.

Tabel 1. Spesifikasi sensor MQ 7

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remark
Vc	circuit voltage	$5V \pm 0.1$	Ac or Dc
V _H (H)	Heating voltage (high)	$5V \pm 0.1$	Ac or Dc
V _H (L)	Heating voltage (low)	$1.4V \pm 0.1$	Ac or Dc
R _L	Load resistance	Can adjust	
R _H	Heating resistance	$33 \Omega \pm 5\%$	Room temperature
T _H (H)	Heating time (high)	60 ± 1 seconds	
T _H (L)	Heating time (low)	90 ± 1 seconds	
PH	Heating consumption	About 350mW	

Tabel 2. Hasil pengujian sensor MQ 7 berdasarkan jenis materi yang dibakar

SENSOR MQ 7		
Asap Kertas	Asap Rokok	Asap Simulasi Kebakaran Hutan
24 – 46 ppm	28 – 120 ppm	30 – 241 ppm

Tabel 3. Hasil pengujian sensor MQ 7 dengan metode simulasi kebakaran dengan perbandingan jarak

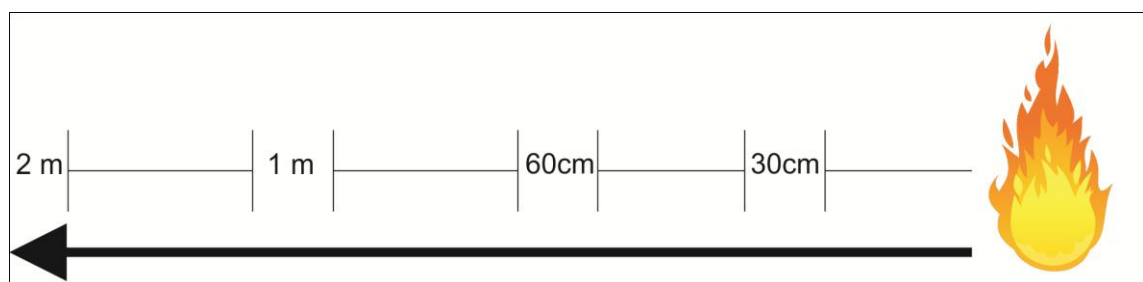
Durasi	30 cm	60 cm	1 m	2 m
5 detik	36 ppm	32 ppm	23 ppm	17 ppm
10 detik	62 ppm	46 ppm	28 ppm	17 ppm
30 detik	142 ppm	79 ppm	53 ppm	20 ppm
60 detik	221 ppm	144 ppm	83 ppm	31 ppm

Keterangan :

- Pembacaan optimal oleh sensor
- Pembacaan tidak optimal oleh sensor

3.2 Pengujian Sensor MLX90614

Sensor mlx90614 atau GY-906 adalah sensor suhu yang bisa melakukan dua pembacaan sekaligus yaitu, objek dan lingkungan. Untuk membaca suhu objek sensor dibekali dengan teknologi *infra red* sehingga memungkinkan untuk mendeteksi panas lebih cepat dan juga dapat mengukur dari jarak yang lebih jauh dibandingkan sensor suhu induksi. Sedangkan untuk mengukur suhu lingkungan, sensor ini menggunakan sistem induksi.



Gambar 3.1 Sketsa uji coba pengukuran suhu

Pada pengujian sensor mlx90614 dilakukan dengan cara membuat perbandingan jarak antara titik panas dengan titik sensor. Selain menggunakan perbandingan jarak, pengujian juga dilakukan berdasarkan waktu yaitu, pagi, siang, dan malam untuk melihat perbedaan pada pembacaannya, dengan asumsi perbedaan suhu lingkungan mempengaruhi pembacaan sensor. Intensitas api yang dihasilkan berkisar radius ± 45 cm.

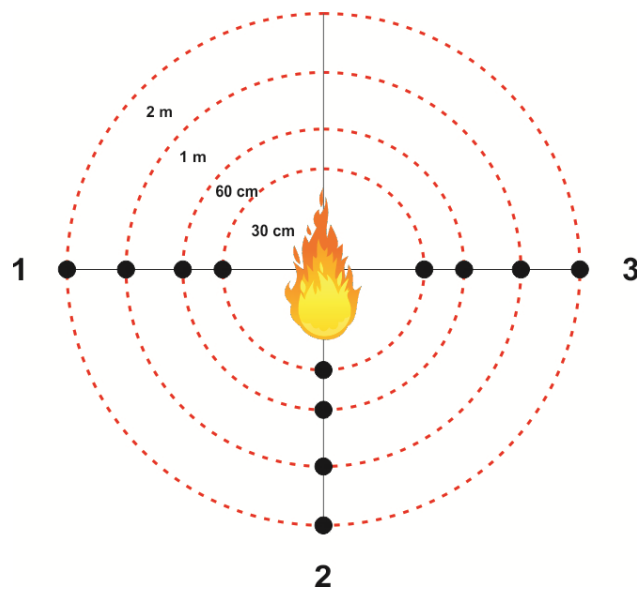
Tabel 4. Hasil pengujian suhu objek menggunakan mlx90614

Pagi				Siang				Malam			
30cm	60cm	1m	2m	30cm	60cm	1m	2m	30cm	60cm	1m	2m
88,1°	47,3°	33,9°	31,3°	148,0°	114,3°	57,6°	34,23°	74,6°	44,24°	34,7°	31,0°

Tabel 5. Hasil pengujian suhu lingkungan menggunakan mlx90614

Durasi	Pagi				Siang				Malam			
	30cm	60cm	1m	2m	30cm	60cm	1m	2m	30cm	60cm	1m	2m
5 sec	30,3°	28,9°	28,1°	27,8°	40,4°	37,6°	35,2°	35,2°	29,6°	29,0°	27,5°	27,4°
10 sec	31,4°	30,2°	29,9°	28,1°	49,1°	39,4°	36,0°	35,3°	31,3°	29,8°	27,7°	27,4°
30 sec	45,6°	32,3°	31,2°	28,9°	56,7°	51,0°	39,4°	35,5°	44,8°	38,0°	28,4°	28,0°
60 sec	53,2°	38,6°	35,5°	31,2°	61,4°	58,5°	42,1°	35,5°	56,1°	45,3°	30,1°	28,1°

3.3 Pembahasan

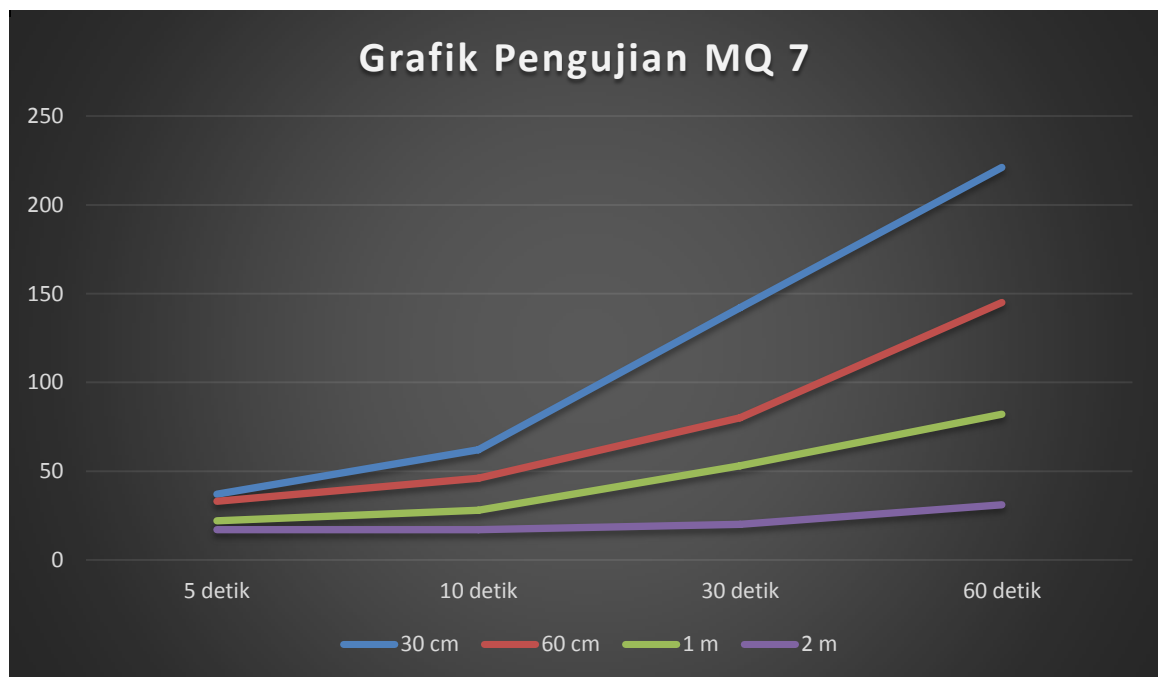


Gambar 3.2 Sketsa mekanisme pengujian alat

Keterangan :

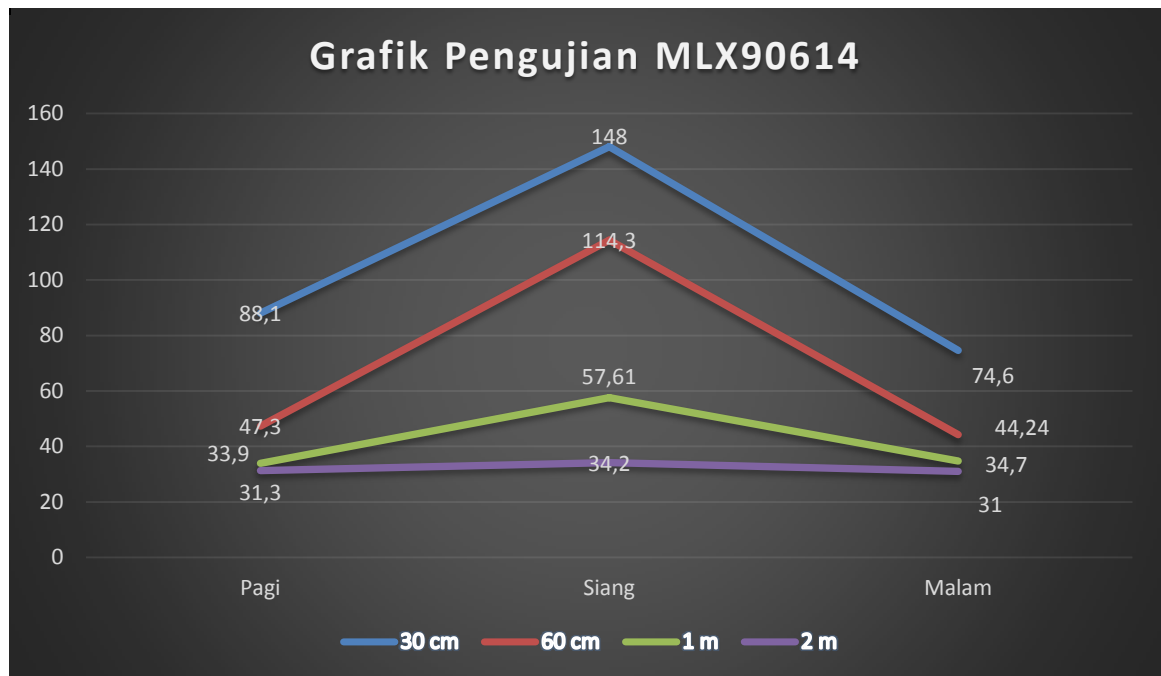
1. Alat 1
2. Alat 2
3. Alat 3

Hasil pembahasan berdasarkan pengujian pada masing-masing komponen dapat diketahui *range* pembacaan yang optimal. Pengujian sistem dilakukan di tempat terbuka dengan membuat simulasi kebakaran hutan. Pada hasil pengujian sensor MQ 7, seperti yang tertera pada tabel 3, setelah beberapa kali percobaan diperoleh rata-rata ppm tertinggi yang ditangkap sensor. Tabel merah menunjukkan bahwa sensor pada posisi optimal untuk mendeteksi adanya asap melalui senyawa karbon monoksida. Jarak sensor dari titik asap sangat mempengaruhi nilai pembacaan karena, karakter asap pembakaran yang berada di tempat terbuka sangat mudah memuai. Dengan intensitas simulasi kebakaran yang tergolong kecil, intensitas api yang dihasilkan berkisar $\pm 900 \text{ cm}^2$, sensor masih dapat bekerja dengan jarak terjauh saat pengujian sejauh 2 meter. Disamping itu hasil pengukuran berdasarkan durasi pengukuran juga dapat mempengaruhi tingkat kepekatan asap, sehingga makin pekat asap sensor akan semakin mudah juga terdeteksi oleh sensor.



Gambar 3.3 grafik pengukuran kadar CO (* dalam satuan ppm)

Dari grafik diatas diperoleh angka kadar gas CO sebesar 30ppm yang mana cukup untuk memberi sinyal peringatan bahwa ada asap. Sedangkan pada pengujian sensor MLX90614 diperoleh *range* jarak dan waktu yang optimal untuk pembacaan suhu objek maupun *ambient temperature*. Hasil pengujian sensor mlx90614 seperti yang tertera pada tabel 4 dan tabel 5 diperoleh beberapa informasi. Pada pembacaan suhu objek yang menggunakan infra merah, sensor seketika dapat membaca setiap perubahan temperatur terhadap objek yang di ukur, sehingga variabel waktu tidak dicantumkan pada tabel pengukurannya.



Gambar 3.4 Grafik pengukuran suhu objek

Dari grafik diatas diketahui adanya perbedaan pengukuran karena terdapat perbedaan jarak antara titik api dengan *device* dan juga pengukuran dilakukan pada waktu yang berbeda , dengan asumsi perbedaan suhu lingkungan dapat mempengaruhi pembacaan. Pada siang hari, sensor membaca tekanan suhu yang lebih tinggi dibandingkan waktu lainnya. Angka maksimal yang dicapai adalah 148° Celcius pada jarak 30 cm dari titik panas. Hasil yang berbeda terlihat ketika pengukuran dilakukan pada pagi hari ataupun malam hari, dimana suhu pembacaan tidak lebih dari angka 100° Celcius pada jarak yang sama. Namun sensor masih membaca dengan akurat pada jarak ini. Pada jarak 60 cm, sensor juga masih dapat membaca dengan baik. Pada jarak 1 meter dan 2 meter tingkat akurasi sensor sangat berkurang. Terlihat pada pembacaannya yang turun sangat signifikan dari kedua pengukuran sebelumnya, namun sensor masih dapat memberitahukan adanya perubahan suhu walaupun nilainya sangat kecil.

Hasil yang berbeda terlihat pada pengukuran suhu lingkungan pada tabel. Sensor ini menggunakan sistem induksi, sehingga membutuhkan waktu lebih lama dari infra merah melalui proses induksi suhu sekitar dengan sensor. Dengan nyala api yang memiliki radius sekitar 45 cm, pembacaan terbaik sensor pada jarak 30 cm selama 60 detik percobaan, namun semakin melemah pembacaannya jika jaraknya semakin jauh. Perbedaan waktu pengukuran juga mempengaruhi proses penghantaran panas. Terlihat pada temperatur pagi dan malam hari, terbukti dapat mereduksi panas. Sehingga nilai pembacaan tidak semaksimal yang dicapai pada pengukuran di

siang hari. Kendati demikian, dari serangkaian uji coba diatas dapat ditentukan tingkat sensitifitas alat untuk mengirimkan sinyal pemberitahuan bahaya.

4. PENUTUP

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian pembuatan prototype alat pendeteksi dini kebakaran hutan menggunakan nodeMCU dan IoT ini adalah hasil pembacaan sensor temperatur dan sensor gas dapat digunakan untuk memantau, sekaligus mendeteksi adanya kebakaran hutan. Disamping itu, parameter kebakaran juga dapat dianalisa dan disempurnakan agar sesuai dengan kondisi yang sesungguhnya. Kelemahan alat ini adalah berkaitan dengan jarak *device* dari titik kebakaran. Semakin jauh jaraknya, kemungkinan untuk terdeteksi pun semakin kecil. Jarak yang optimal untuk mendeteksi kebakaran adalah kurang dari satu meter. Namun jika skala api lebih besar dari simulasi kebakaran maka dapat dipastikan akan mempengaruhi nilai pengukurannya.

Secara keseluruhan, asumsi yang dipakai adalah ketika sensor objek berada pada area *blank spot* atau tidak dalam jangkauan sudut nya, sensor lingkungan tetap dapat menangkap adanya peningkatan suhu di titik tersebut. Sedangkan sensor MQ 7 diasumsikan pada skala asap yang lebih besar, sensor dapat mendeteksi adanya peningkatan karbon dioksida sebelum sensor suhu dapat mendeteksi adanya panas. Jika ada salah satu atau kedua parameter yang meningkat, maka sistem akan memberi peringatan berupa notifikasi. Dengan keseluruhan sistem ini diharapkan mampu diupayakan mitigasi karhutla yang lebih efektif lagi.

PERSANTUNAN

Alhamdulillahirabbil ‘aalamiin dengan selesainya penulisan jurnal ilmiah ini, telah selesai juga serangkaian penelitian yang dilakukan penulis. Rasa syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat akal, nikmat sehat, dan nikmat ilmu yang masih diberikan. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang besar kepada Bapak Dedi Ary Prasetya selaku dosen pembimbing, dosen penguji, serta pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan Bapak/Ibu, dan saudara-saudara sekalian.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, I, dkk (2018). Deforestasi Tanpa Henti "Potret deforestasi di Sumatera Utara, Kalimantan Timur dan Maluku Utara (hal. 11). Bogor : Forest Watch Indonesia.
- Anggara I. S, dkk (2016). Alat ukur kualitas udara di Yogyakarta. Jurnal Ilmiah Vol. 2, No. 1 : Universitas Ahmad Dahlan

Dominico. A. W. A. S (2017). Sistem pemantauan tingkat karbon monoksida pada suatu ruangan tertutup menggunakan esp8266

Einstronic (2017). *Introduction to NodeMCU ESP8266*. Einstronic Enterprise

Haeridhayanti, dkk (2015). Perancangan dan Realisasi Pendeteksi Asap Rokok dan Kebakaran Serta Penetralisir Udara Dengan Memanfaatkan Sensor SHT-11 dan MQ-7 Berbasis SMS Gateway. Jurnal ilmiah Vol.2, No.2 : Universitas Telkom

Hanwei (2015). *Technical data MQ 7 Gas sensors*. <http://hwsensor.com>