

SENSOR MQ-2 DETEKSI ASAP ROKOK BERBASIS INTERNET OF THINGS

Nuraeni Umar¹⁾, Sahbuddin A. K.²⁾, Lidemar Halide³⁾, Maudy Imayanthi Rusjdi⁴⁾, Ismah Afifah Ijsam⁵⁾.

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang

nuraeni_umar@poliupg.ac.id¹⁾, dinsth@yahoo.com²⁾, lidemarhalide@gmail.com,
maudvir@yahoo.com⁴⁾, ismahafijs@yahoo.com⁵⁾



Abstract

Cigarette smoke contains toxic chemicals such as carbon monoxide (CO), nicotine and tar. The dangerous/poisonous ingredients in cigarettes cause health problems for those who smoke (active smokers) or those who don't smoke (passive smokers). To avoid the accumulation of cigarette smoke in the room, this research was created and carried out to detect cigarette smoke and reduce the levels of cigarette smoke in the room. Fan. will emit cigarette smoke into the room. The results of the detection of cigarette smoke levels will be sent to Labtop. This system was built using an MQ-2 sensor, ESP8266 microcontroller. The implementation of the cigarette smoke detection system is installed in 3 different rooms/places and is accessed by Internet of Things (IoT) network users. The research results show that every room where this system is installed will send data from cigarette smoke detection results to the lab. The MQ-2 sensor detects cigarette smoke, the data is sent to the internet network via the ESP8266, the data will be displayed on the laptop. From the sample test the tool responded well. This system will activate the fan at certain levels of cigarette smoke to reduce the level of cigarette smoke in the room. When the level is 0 ppm with the Green LED indicator on, the fan is not working or OFF. When the level shows 7 ppm the LED indicator lights up yellow and the fan will turn ON. For the red LED, the cigarette smoke level displayed is 32 ppm with the fan ON. These results prove that the system is functioning properly, detecting and controlling the operation of the fan to remove cigarette smoke from the room and transmit data to the internet network.

Keywords: MQ-2 Sensor, Cigarette Smoke Detection, ESP8266, IoT

Abstrak

Asap rokok mengandung bahan kimia beracun seperti arbon monoksida (CO), Nikotin, dan Tar. Bahan berbahaya/racun di dalam rokok mengakibatkan gangguan kesehatan yang merokok (perokok aktif) maupun tidak merokok (perokok pasif). Untuk menghindari terkumpulnya asap rokok pada ruangan tersebut maka penelitian ini dibuat dan dilakukan untuk mendeteksi asap rokok, serta menurunkan kadar asap rokok pada ruangan tersebut. Kipas angin. akan mengeluarkan asap rokok pada ruangan. Hasil deteksi kadar asap rokok akan terkirim ke jaringan internet di terima oleh Labtop. Sistem ini dibangun menggunakan sensor MQ-2, mikrokontroler ESP8266. Implementasi sistem deteksi asap rokok di pasang pada 3 ruang / tempat yang berbeda dan dapat diakses data kadar asap rokok oleh pengguna jaringan *Internet of Things* (IoT). Hasil penelitian menunjukkan setiap ruangan yang terpasang sistem ini, akan mengirim data hasil deteksi asap rokok ke laptop. Sensor MQ-2 mendeteksi asap rokok data dikirim ke jaringan internet melalui ESP8266 data akan ditampilkan pada Laptop. Dari uji *sample* sistem/alat merespon dengan baik. Sistem ini juga akan mengaktifkan kipas angin pada kadar asap rokok tertentu untuk menurunkan kadar asap rokok pada ruangan tersebut. Ketika kadar 0 ppm dengan indikator LED Hijau menyala dengan kipas angin yang tidak bekerja atau OFF. Pada saat kadar menunjukkan 7 ppm dengan indikator LED yang menyala berwarna kuning dan kipas angin akan ON. Untuk LED yang berwarna merah kadar asap rokok yang tampil sebesar 32 ppm dengan kipas angin ON. Hasil ini membuktikan sistem berfungsi dengan baik mendeteksi dan mengontrol kerja kipas angin untuk mengeluarkan asap rokok dalam ruangan serta mengtransmisikan data ke jaringan internet.

Kata Kunci: Sensor MQ-2, Deteksi Asap Rokok, ESP8266, IoT

I. PENDAHULUAN

Asap rokok mengandung bahan kimia beracun seperti Karbon Monoksida (CO) yang menimbulkan bahan berbahaya dan racun didalam rokok tidak hanya mengakibatkan gangguan kesehatan pada orang yang merokok (perokok aktif), namun juga pada orang-orang disekitarnya yang tidak merokok (perokok pasif). Kondisi pencemaran udara karena asap rokok sangat berpengaruh bagi kesehatan manusia. Pengaruh yang paling utama berupa penularan penyakit bersifat *airborne diseases* (penyakit yang ditularkan melalui udara). Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013, sebesar 85 % rumah tangga di Indonesia terpapar asap rokok, estimasinya adalah 8 perokok meninggal karena perokok aktif, satu perokok pasif meninggal karena terpapar asap rokok orang lain.

Untuk mengurangi resiko yang terjadi akibat asap rokok baik itu terhadap perokok aktif maupun perokok pasif, untuk itu dibuatlah suatu sistem yang dapat mendeteksi asap rokok dan meminimalisir asap rokok pada ruangan tersebut. Sistem deteksi asap rokok dengan Sensor MQ-2 dan mikrokontroler ESP8266 terkoneksi dengan Teknologi *Internet of Things (IoT)*.

II. KAJIAN LITERATUR

A. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah suatu konsep dimana objek tertentu punya kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer. Adapun kemampuannya bermacam-macam contohnya dalam berbagi data, menjadi *remote control*, pengolahan bahan pangan, elektronik, suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa terbatas jarak.

B. Pengertian Asap Rokok

Asap rokok mengandung bahan kimia beracun seperti Karbon monoksida (CO), Nikotin, dan Tar. Asap rokok tidak hanya mengakibatkan gangguan kesehatan perokok (perokok aktif), namun juga tidak merokok (perokok pasif). Perokok pasif mempunyai resiko lebih tinggi untuk menderita kanker paru-paru dan penyakit jantung *iskhemia*. Sedangkan pada janin, bayi dan anak-anak, mempunyai resiko lebih besar untuk menderita *bronchitis*, *pneumonia*, berat badan rendah, infeksi rongga telinga dan asma.

Ada dua macam asap rokok yang mengganggu kesehatan, yaitu asap utama (*main stream*) dan asap sampingan (*side stream*). Asap utama (*main stream*) adalah asap yang dihisap oleh si perokok. Asap sampingan (*side stream*) adalah asap yang merupakan pembakaran dari ujung rokok yang kemudian menyebar ke udara. Asap sampingan memiliki konsentrasi yang lebih tinggi, karena tidak melalui proses penyaringan yang cukup, dengan demikian pengisap asap sampingan memiliki resiko yang lebih tinggi untuk menderita gangguan kesehatan akibat rokok.

C. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sistem *computer* yang mempunyai fungsi yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi.

1. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan modul WIFI ESP8266, jadi NodeMCU sama seperti arduino, kelebihanannya sudah memiliki WIFI, sehingga sangat cocok untuk proyek IoT. Dengan menggunakan modul ESP8266 sebuah mikrokontroller

yang dibuat oleh Espressif. ESP8266 ini adalah sebuah *System on aChIP* (SoC) yang memiliki kemampuan untuk 2.4 GHz Wi-Fi, 16 GPIO (*General Purpose Input/Output*), I²C (*Inter Integrated Circuit*),

10-bit ADC (*Analog to Digital Conversion*), SPI (*Serial PerIPheral Interface*), UART dan PWM (*Pulse Width Modulation*) sehingga menjadi primadona pada pengembangan IoT

NodeMCU berukuran panjang 4,83 cm, lebar 2,54 cm, dan berat 7 gram Board ini dilengkapi dengan fitur WiFi dan *Firmware*nya yang bersifat *opensource*.

Seperti halnya pada Arduino modul ESP8266 memiliki 16 GPIO, PWM dan *built-in* 2.4 GHz Wi-Fi sehingga memudahkan dalam menghubungkan ke jaringan internet dan mendukung protokol MQTT.

2. Relay Module 5V 1 Channel

Terdapat 2 *channel relay* pada modul ini, dengan tegangan 3.3V/5V DC untuk melakukan kontrol terhadap *relay*. Relay yang digunakan ialah SPDT atau *single pole double throw* dengan arus dan tegangan maksimal 10A/250V AC. *Ground* pada koil *relay* terpisah dengan *ground* pada sinyal input. Namun keduanya dapat disatukan dengan memberikan *jumper* pada *header*.

3. Aduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* yang digunakan untuk memprogram di Arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram *board* Arduino. Arduino IDE ini berguna sebagai *text editor* untuk membuat, mengedit, dan juga memvalidasi kode program. bisa juga digunakan untuk meng-*upload* ke *board* Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino "*sketch*" atau disebut juga

source code arduino, dengan ekstensi *file source code .ino*. Arduino IDE ada 3 yaitu: *Editor, Compiler, Uploader*.

4. Protokol MQTT

Protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) adalah protokol yang berjalan pada diatas stack TCP/IP dan mempunyai ukuran paket data dengan *low*

overhead yang kecil (minimum 2 bytes) sehingga berefek pada konsumsi catu daya yang juga cukup kecil. Protokol ini adalah jenis protokol *data-agnostic* yang artinya anda bisa mengirimkan data apapun seperti data binary, text bahkan XML ataupun JSON dan protokol ini memakai model *publish/subscribe* darIPada model *client-server*. Sistem umum MQTT membutuhkan dua komponen perangkat lunak utama yaitu:

- MQTT *Client* yang nantinya akan di *install* di *device*. Untuk Arduino anda bisa memakai *pubsubclient*, pustaka seperti *mqtt.js* bisa diPakai pada *platform* Node.js di Raspberry Pi ataupun laptop.
- MQTT *Broker* yang berfungsi untuk menangani *publish* dan *subscribe* data. Untuk *platform* Node.js anda bisa memakai *broker* *mosca* sedangkan untuk *platform* yg lain banyak *broker* tersedia seperti *mosquitto*, *HiveMQ* dll.

Keuntungan dari sistem *publish/subscribe* adalah antara sumber pengirim data (*publisher*) dan penerima data (*client*) tidak saling mengetahui karena ada *broker* diantara mereka atau istilah kerennya yaitu *space decoupling* dan yang lebih penting lagi yaitu adanya *time decoupling* dimana *publisher* dan *client* tidak perlu terkoneksi secara bersamaan, misalnya *client* bisa saja *disconnect* setelah melakukan *subscribe* ke *broker* dan beberapa saat kemudian *client connect*

kembali ke *broker* dan *client* tetap akan menerima data yang terpendung sebelumnya proses ini dikenal dengan mode *offline*.

5. Sensor

Sensor adalah komponen dapat digunakan untuk mengkonversi suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Sensor merupakan komponen utama dari suatu tranduser, sedangkan tranduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai kebutuhan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya. Sensor adalah jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik..

6. Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output membaca sebagai tegangan analog. Gas yang dapat dideteksi diantaranya : LPG, i-butane, propane, methane , alkohol, Hidrogen, *smoke*, dan asap pembakaran lainnya seperti pembakaran asap rokok yang mengandung CO2, Nikotin, dan Tar. Spesifikasi sensor pada sensor gas MQ-2 adalah sebagai berikut: Catu daya

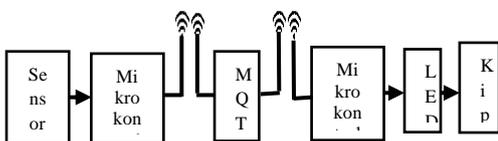
pemanas : 5V AC/DC, Catu daya rangkaian : 5VDC, Range pengukuran : 200 – 5000 ppm untuk LPG, propane; 300 – 5000 ppm untuk butane; 5000 – 20000 ppm untuk methane; 300 – 5000 ppm untuk Hidrogen. Luaran : analog (perubahan tegangan). Sensor dapat mengukur konsentrasi gas mudah terbakar dari 300 sampai 10.000 sensor ppm. Dapat beroperasi pada suhu dari -20°C sampai 50°C dan mengkonsumsi arus kurang dari 150 mA pada 5V.

III. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem pendeteksi asap rokok yaitu: sistem Perangkat Keras (*Hardware*) dan Perangkat Lunak (*Software*). Melakukan pengambilan data dari sistem.

A. Sistem Deteksi Asap Rokok

Prinsip sistem pendeteksi asap rokok berbasis *Internet Of Things*(IoT) menggunakan MQTT *Broker*, komponen Sensor MQ-2, Mikrokontroler ESP8266, Relay, Kipas DC dan LED. Dari hasil alat ini dapat dilihat pada LED jika LED hijau yang menyala maka tidak ada asap rokok yang di deteksi, jika LED kuning yang menyala maka ada asap rokok yang dideteksi dan jika pada LED merah yang menyala ada asap rokok yang mengepul yang di deteksi. Kemudian untuk melihat hasil output pada sensor MQ-2 ada pada tampilan MQTT *Broker* di Android dan MQTTLens di Laptop.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Deteksi Asap Rokok.

Pendeteksi asap rokok, data IoT yang diterima akan ditampilkan pada MQTTLens di Laptop dan MQTT *Broker* di Android. Ketika sensor MQ-2

mendeteksi asap rokok, maka mikrokontroler akan meneruskan hasil deteksi asap rokok tersebut ke server menggunakan internet. Kemudian data pada LED, akan ketahuinya asap yang dideteksi, pada saat led berwarna hijau menyala maka tidak ada asap yang dideteksi sensor, selanjutnya led yang berwarna kuning menyala maka ada asap yang dideteksi tetapi tidak mengepul pada sensor dan LED yang berwarna merah maka banyaknya. Setelah semua

terhubung lakukan deteksi asap rokok pada sensor MQ-2 dan lihat pada tampilan MQTT *Broker output* ada asap yang dideteksi atau tidak, pada saat asap di deteksi bisa dilihat pada MQTT *Broker* di Android dan LED yang telah diPasang pada monitor *detector*. Prototipe pada sistem pendeteksi asap rokok yang kami buat adalah untuk mendeteksi asap rokok, dalam penerapan konsep ini untuk metode yang digunakan yaitu sistem pendeteksi asap rokok menggunakan laptop dan android untuk melihat hasil outputnya serta aplikasi MQTT *Broker* dan MQTT *Lens* sebagai tampilan hasil pada alat ini.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

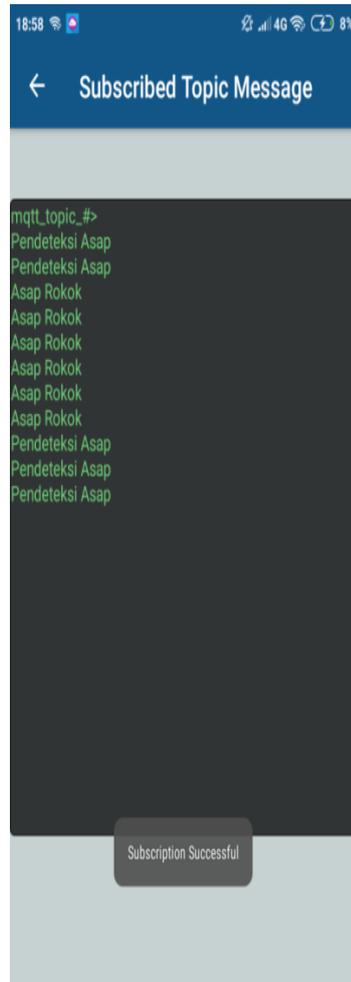
Hasil penelitian adalah Sistem Pendeteksi Asap Rokok terkoneksi IoT. Implementasi sistem pendeteksi asap rokok dengan konsep IoT, menggunakan *hardware* antara lain ESP8266, LED, Resistor, *Relay*, Kipas DC dan *smartphone* Xiaomi Redmi 4x sebagai pengendali alat dan Lenovo sebagai penyedia jaringan. Dalam implementasi aplikasi *prototype* pendeteksi asap rokok menggunakan IP *Local Host Broker*. Oleh sebab itu IP *Address* dari aplikasi MQTT *Broker* harus sama dengan IP *Address* jaringan yang digunakan untuk menghubungkan ke alat tersebut.

A. Pengujian Alat



Gambar 2. Sistem Pendeteksi Asap Rokok Dalam Ruangan.

Dalam pelaksanaan untuk menggunakan alat ini yaitu sistem pendeteksi asap rokok berbasis IoT perlu beberapa konfigurasi yang harus dilakukan untuk menghubungkan antara MQTT *Broker*, dan ESP8266 berikut ini adalah skema alur dalam persiapan yang harus dilakukan



Gambar 3. Tampilan pengiriman pesan MQTT ke MQTT Broker

Tabel 1. Kadar Asap Rokok Pada Tiap Ruangan

SENSOR	KODE	STATUS (WARNA LED)	KADAR	Kipas
1	0	Hijau	0 - ≥ 3 ppm	Off
	1	Kuning	$\leq 3 - 15$ ppm	On
	2	Merah	≥ 15 ppm	On
2	3	Hijau	0 - ≥ 3 ppm	Off
	4	Kuning	$\leq 3 - 15$ ppm	On
	5	Merah	≥ 15 ppm	On
3	6	Hijau	0 - ≥ 3 ppm	Off
	7	Kuning	$\leq 3 - 15$ ppm	On
	8	Merah	≥ 15 ppm	On

Tabel 1. merupakan hasil pengamatan yang dimana menunjukkan tingkatan kadar asap rokok pada tiap ruangan dengan LED indikator (Merah, Kuning, dan Hijau). Dimana pada tiap ruangannya memiliki data IoT tersendiri agar dapat terbaca pada tampilan MQTT Broker dan MQTTLens. Range 0 - ≥ 3 ppm menandakan aman dan ditandai

dengan LED Hijau, *Range* $\leq 3 - 15$ ppm menandakan masih aman namun sudah siaga dengan LED Kuning, dan *Range* ≥ 15 ppm menandakan ruangan sudah tidak aman dengan asap rokok mengepul dengan LED Merah. Pada Tabel 1. Pengujian kipas dan LED pada setiap ruangan dilakukan dalam pengujian alat. Pada ruangan 2 dengan data IoT 3 kipas dalam keadaan mati dan LED berwarna hijau karena tdk ada asap yang dideteksi, data IoT 4 kipas dalam keadaan mati, LED berwarna kuning ada asap yang dideteksi dan data IoT 5 kipas dalam keadaan nyala karena ada asap yang mengepul sehingga kipas tersebut mengisap asap rokok yang dideteksi pada sensor MQ-2. Begitupun pada ruangan 1 dengan data IoT (0, 1, 2) dan ruangan 3 dengan data IoT (6, 7, 8) sama dengan pada ruangan 2 proses fungsi dari kipas dan LED tersebut.

B. Analisa Sensor MQ-2

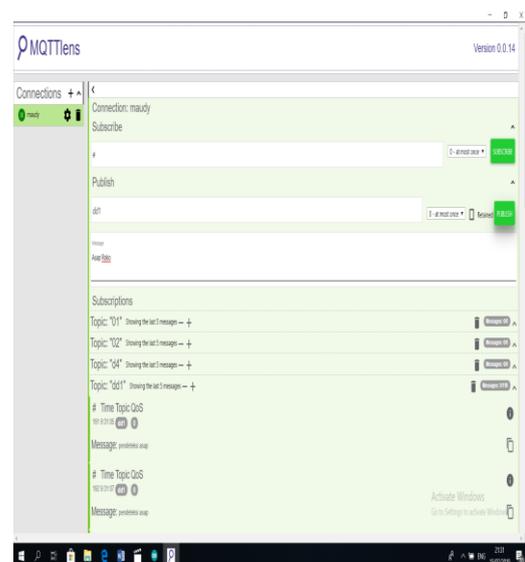
Pada Sensor MQ-2 yang digunakan untuk mendeteksi gas LPG, i-butana, propana, metana, alkohol dan asap. Tetapi sensor pada alat kami cuman mendeteksi asap (asap rokok) karena untuk mengetahui apakah alat yang kami buat dapat merespon ketika ada asap rokok yang dideteksi pada sensor tersebut.

Sensor Asap MQ-2 merupakan sensor untuk mendeteksi keberadaan asap yang berasal dari gas mudah terbakar di udara. Pada dasarnya sensor ini terdiri dari tabung aluminium yang dikelilingi oleh silikon dan di pusatnya ada elektroda yang terbuat dari aurum yang dimana ada element pemanasnya. Ketika terjadi proses pemanasan, kumparan akan dipanaskan sehingga SnO₂ keramik menjadi semikonduktor atau sebagai penghantar sehingga melepaskan elektro dan ketika asap di deteksi oleh sensor dan mencapai aurum elektroda maka output sensor MQ-2 akan menghasilkan tegangan analog. Sensor MQ-2 ini memiliki 6 buah masukan yang terdiri dari tiga buah *power supply* (Vcc)

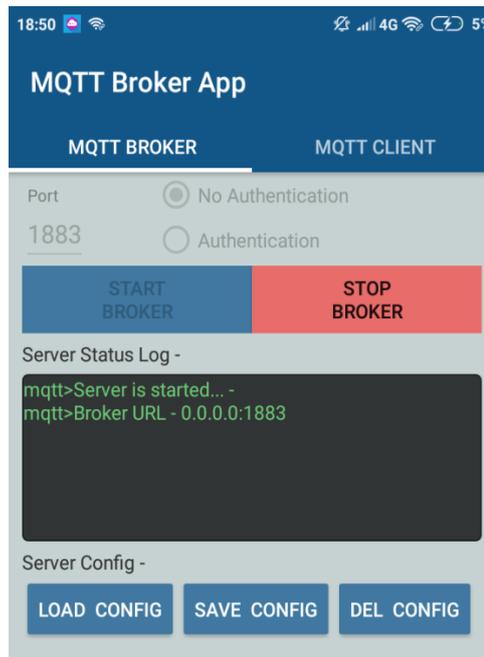
sebagai +5 volt untuk mengaktifkan *heater sensor*, *Ground* (Vss) dan pin keluaran dari sensor MQ-2 tersebut.

C. Analisa MQTT Broker dan MQTTlens

MQTT *Broker* memiliki suatu alamat yang dapat diakses oleh *Publisher* dan *Subscriber*. Tugas dari MQTT *Broker* ini yaitu sebagai penghubung transaksi data antara *publisher* dan *subscriber*. MQTT *Broker* juga mengenali suatu data IoT lewat sebuah pengelompokan atau biasa disebut *topic*. Ketika *Publisher* pada ruangan 1 mengirim data IoT 0, 1, dan 2 dengan *topic* data1, dan suatu saat terdapat *Subscriber* yang melakukan *subscribe* dengan *topic* yang sama data1, maka bisa dipastikan *Subscriber* akan menerima data IoT 0, 1, dan 2 pada ruangan dari *Publisher*. Jika semua alat terhubung maka pada data IoT ruangan 1, ruangan 2, dan ruangan 3 dapat dilihat hasil pada pendeteksi asap rokok ataupun pengiriman data dapat dilihat pada tampilan MQTT *Broker*. Berikut Tampilan pada MQTTlens (aktif) menghubungkan ke jaringan yang sama dengan MQTT *Broker* dan untuk mengaktifkan MQTTlens memasukkan IP Address yg ada di MQTT *Broker*.



Gambar 4. Tampilan Pada MQTT Lens



Gambar 5. Tampilan Pada MQTT Broker.

V. KESIMPULAN

Dari perancangan, perakitan, dan pengambilan data di peroleh kesimpulan bahwa:

1. Alat pendeteksi asap rokok berbasis IoT menggunakan sensor MQ-2, Mikrokontroler ESP8266, *smartphone* yang mengakses MQTT Broker, Laptop sebagai *access point* dan bisa juga *smartphone* sebagai *access point* dan sebagai MQTT Broker. Indikator LED merah, Kuning, dan Hijau, untuk menunjukkan nilai kadar asap rokok dan kipas angin digunakan untuk mengeluarkan atau meminimalisir asap rokok pada ruangan yang terpasang sistem ini. Sitem yang dibangun dapat berfungsi dengan baik.
2. Pengukuran deteksi asap rokok berbasis IoT dilakukan dengan cara mengambil *sample* yang dibaca oleh sensor MQ-2 lalu ditampilkan pada Laptop. Ketika kadar 0 ppm dengan

LED Hijau menyala dengan kipas angin yang tidak bekerja atau OFF. Pada saat kadar asap rokok menunjukkan 7 ppm dengan indikator LED yang menyala berwarna kuning dan kipas angin ON. Untuk LED berwarna merah kadar asap rokok sebesar 32 ppm, otomatis kipas angin ON untuk mengeluarkan asap rokok. Hasil ini membuktikan sistem berfungsi dengan baik mendeteksi dan mengontrol kerja kipas angin untuk keluaran asap rokok dalam ruangan serta mengtransmisikan data ke jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditama, Tjandra Yoga. 1992. Rokok dan Kesehatan. Jakarta: UI Press.
- [2] Fredy Susanto, *Internet of Things Pada Sistem Keamanan Ruangan. Studi Kasus Ruang Server Perguruan Tinggi* Raharja. (Online). SEMNASTEKNOMEDIA Vol.5 ,No.1,2017 Universitas AMIKOM Jogja
- [4] Jarot s, Darma. 2009. Buku Pintar Menguasai Internet. Jakarta : Mediakita.
- [5] Mandagi, Albert dan Immanuel, Stheven. 2014. Penggunaan Sensor Gas Mq-2 Sebagai Pendeteksi Asap Rokok. (Online). Jurnal UKRIDA PRESS No. 9, Vol.3, January 2014
- [7] Mandarani, Putri dan Reza Ariani. 2016. "Perancangan Sistem Deteksi Asap Rokok Menggunakan Layanan *Short Message Service (SMS) Alert* Berbasis Arduino". Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Padang. Padang.
- [9] Rifani, Nur Azis dan Widya Sari Mayestika. 2018. "Rancang Bangun Monitoring Karbon Monoksida Hasil Pembakaran

- Menggunakan Android”. Laporan Tugas Akhir. Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar.
- [10] Satria, Hadian Utama, Nurwijayanti dan Mario.2007, “Sistem Pendeteksi Asap Rokok di Ruang Kampus”. Jurusan Teknik Elektro Universitas Tarumanagara, Jakarta.
- [11] Saragih, Naftalina P.D. 2018. “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Asap Rokok Untuk Ruangan Bebas Asap Menggunakan Sensor MQ-2”. Laporan Tugas Akhir. Program Studi D3 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [12] Subchan, Moch Mauludin, dkk. 2016. “MQ-2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok Berbasis Arduino dan Bahasa C”. (*Online*). Prosiding SNST ke-7. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim. Semarang.