

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka ini digunakan sebagai pembandingan antara penelitian yang sudah dilakukan peneliti. Penelitian tersebut diantaranya sebagai berikut:

2.1.1 Penelitian pertama oleh Abdul Zain dalam jurnalnya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Smoke dan Heat Detector” ^[5]

Pada jurnal tersebut Rancang bangun proteksi kebakaran berfungsi untuk mendeteksi adanya bahaya kebakaran dengan membaca adanya asap atau panas. Sensor *smoke* atau *heat* dipasang dua buah dengan prinsip *LOGIC AND* dimana sensor harus aktif keduanya untuk menghindari *alarm* palsu. Apabila hanya satu saja yang aktif sistem hanya memberikan *alarm*, apabila kedua sensor aktif sistem akan memberikan sinyal evakuasi dan setelah 30 detik proteksi pemadaman aktif

2.1.2 Penelitian kedua oleh Ponco Wali Pranoto dan Rovadita Anggorowati dalam jurnalnya yang berjudul “Aplikasi Teknologi Zigbee Pada Sistem Teknologi Kebakaran” ^[6]

Pada jurnal tersebut komunikasi data pada detektor (sensor titik api, suhu, dan asap) kebakaran dengan menggunakan perangkat *Transceiver Xbee 2,4GHz* berbasis *ZigBee*. Proses pengiriman data parameter kebakaran dan pengendalian jarak jauh dengan menempatkan 2 titik. *End Dvice* yang berfungsi mencuplik data sensor pada detektor. *Coordinator* yaitu yang terhubung langsung dengan komputer sebagai media penampil sistem pemantauan suhu dengan jalur komunikasi UART mode pemrograman *API (Application Programming Interface)*. Hasil uji jarak dan kekuatan sinyal pada titik perangkat Radio *XBee* berbasis *ZigBee* menghasilkan jarak terjauh dalam komunikasi data sejauh 70,8 meter (*Indoor*) dalam mode bergabung ke jaringan kembali (*join a network*) dalam waktu antara 10-11 detik. Pada jarak ini implementasi komunikasi data pada sistem detektor kebakaran dapat diterapkan dengan baik.

2.1.3 Penelitian ketiga oleh Dody Hidayat dalam jurnalnya yang berjudul “Sistem Proteksi Kebakaran Pada Smart Trash Bin Berbasis Arduino” [7]

Pada jurnal tersebut Pengolahan sampah telah menjadi masalah di banyak daerah. Pengelolaan sampah ini akan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pembangunan lingkungan yang bersih dan aman. Namun ketidakefektifan tempat sampah yang ada saat ini dapat mengakibatkan kebakaran yang salah satunya dipicu oleh sampah. *Smart Trash Bin* merupakan tong sampah pintar yang bisa mendeteksi potensi kebakaran dikarenakan dilengkapi dengan sensor-sensor. Permasalahan yang dikaji dalam penelitian adalah cara membangun Sistem Proteksi Kebakaran Pada *Smart Trash Bin* Berbasis Arduino alat ini dilengkapi pembuka dan penutup tempat sampah secara otomatis dengan mendeteksi jarak objek menggunakan sensor *Ultrasonic* kemudian alat ini juga dilengkapi sensor api untuk mendeteksi api dan sensor asap untuk mendeteksi asap. Alat ini dirancang mampu membaca peringatan jika terjadi potensi kebakaran dengan memberikan sinyal berupa suara pada *buzzer* sebagai tanda peringatan dan tampilan informasi pada LCD.

2.1.4 Penelitian keempat oleh Muhammad Ruslan, M Saleh Al Amin, Emidiana dalam jurnalnya yang berjudul “Perancangan Sistem Fire Alarm Kebakaran Pada Gedung XXX ” [8]

Pada jurnal tersebut kebutuhan untuk alat pendeteksi kebakaran dengan sistem pendeteksi menggunakan alarm sehingga sekali terjadi kebakaran, semua itu di dalam gedung dapat mengetahuinya melalui detektor dengan bunyi alarm sebagai penanda kebakaran. Dirangka mengurangi korban jiwa, perlunya sistem *sprinkler* untuk memadamkan api, dan dapat membantu petugas atau otoritas di gedung sesegera mungkin. Dari atas permasalahan tersebut, penelitian ini akan menentukan berapa banyak detektor dan *sprinkler* yang dibutuhkan, sebagai serta berapa volume air, daya pompa, dan tangki air tanah yang dibutuhkan. Ini Jenis penelitiannya adalah penelitian kuantitatif dengan cara pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti, kemudian peneliti mengukur ruangan satu per satu menggunakan

meteran gedung. Dari hasil perhitungan dengan mengambil sample pada lantai 1, jumlah detektor yang dibutuhkan adalah 10 detektor asap dan 3 detektor panas, jumlah alat penyiram adalah 47, volume air yang dibutuhkan adalah 846 m³, daya pompa dan tangki air tanah yang dibutuhkan adalah hidrolisk kekuasaan. pompa (HHP) 3.28621 kW, daya poros pompa (BHP) 4,38 kW, daya listrik pompa (P) 6 kW, pompa diesel (PpD) 4 HP, pompa jockey (Pjk) 0,6 kW, kapasitas GWT (QGWT) 44 m³ .

2.1.5 Penelitian kelima oleh Yulia Darnita, Aldino Discribe, dan Rozali Toyib dalam jurnalnya yang berjudul “Prototipe Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Arduino”^[9]

Pada jurnal tersebut cara untuk mencegahnya yaitu dengan digunakan yaitu alat pendeteksi kebakaran. Sensor asap dan sensor suhu. Sensor asap yang digunakan adalah MQ-9 yang dapat bekerja mendeteksi kadar gas sedangkan sensor suhu yang merupakan alat pendeteksi suhu suatu ruangan sehingga akan terdeteksi suhu yang ada didalam ruangan tersebut semakin tinggi suhu ruangan maka menyebabkan ruangan menjadi panas sehingga mendeksi adanya bahaya kebakaran dengan menggunakan SMS *Gateway* menggunakan Arduino. Hasil pengujian: Perangkat *chip* mikrokontroller dan perangkat input berupa sensor suhu dan sensor asap akan dapat bekerja dengan baik berupa output sesuai yang diharapkan apabila perangkat tersebut diberikan listing program yang benar dan proses download *listing* program dari komputer ke chip mikrokontroller dapat berjalan dengan sukses.

Perbedaan tugas akhir yang saat ini dikerjakan, apabila dibandingkan dengan referensi yang ada yaitu keefektifitasan dalam memadamkan api dengan CO₂. Dengan cara tersebut yaitu memutus rantai dari segitiga api itu sendiri yaitu panas, bahan bakar, dan oksigen. Metode pepadaman jenis CO₂ ini dilakukan dengan prinsip pendinginan, yaitu salju atau gas CO₂ yang dingin efektif untuk menurunkan temperatur penyalaan pada materi yang terbakar. Penyelimutan, CO₂ dalam jumlah yang besar akan membuat selimut dan menutupi materi yang terbakar sehingga terpisah dengan oksigen. Setelah terpisah dengan oksigen maka akan memutuskan rantai reaksi kimia. Perbandingan dari tugas akhir yang akan dibuat dengan berbagai referensi yang ada yakni tertera pada tabel 2.1 .

Tabel 2. 1 Perbandingan Tugas Akhir dengan Referensi

Pembanding	Kontroler	Sensor	Akuator	Fungsi
Jurnal 1	ATmega12	<i>Smoke & Heat Detector</i>	Kipas	Proteksi kebakaran
Jurnal 2	Arduino	Asap dan Api	<i>Wi-Fi ZigBee</i>	Menghasilkan jarak terjauh dalam komunikasi data
Jurnal 3	Arduino	<i>Ultrasonic</i> , Sensor Api, MQ2	Motor Servo	Membuka dan menutup tong sampah ketika ada atau tidaknya suatu api
Jurnal 4	MCFA	Detektor Asap dan Suhu	<i>Sprinkler</i>	Memadamkan api perantara sprinkler
Jurnal 5	Arduino	Sensor Asap (MQ9) dan Sensor Suhu	SMS <i>Gateway</i>	Memberi tahu ketika terjadi kebakaran
Tugas Akhir Yang Akan Dibuat	ESP32	Detektor api, asap, dan suhu	CO2	Proteksi kebakaran menggunakan CO2 sebagai pemadam

2.2 Komponen dan Alat

2.2.1 Tabung APAR CO2

APAR seperti pada Gambar 2.1 merupakan sebuah alat *safety* (perlindungan) kebakaran aktif yang dipergunakan untuk memadamkan kebakaran atau mengendalikan kebakaran kecil, biasanya dalam situasi darurat. Alat pemadam api ini tidak dirancang untuk digunakan pada kebakaran yang sudah tidak terkontrol. Alat pemadam api ini terdiri dari

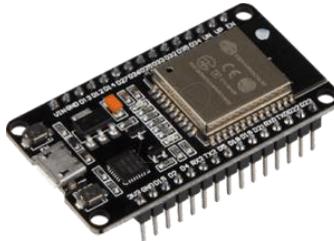
sebuah tabung bertekanan tinggi yang berisi bahan pemadam api. APAR CO₂, jenis APAR yang menggunakan bahan karbon dioksida ini lebih efektif dalam pemadaman api, dikarenakan memutus segitiga api. Segitiga api itu sendiri adalah panas, bahan bakar, dan oksigen. Tabung APAR CO₂ ini dibekali dengan output *pneumatic* dan indikator tekanan. Untuk cara menggunakannya yaitu dengan memutar kekiri pada bagian output *pneumatic*nya^[10].



Gambar 2. 1 Tabung APAR CO₂

2.2.2 Node-MCU ESP32

Mikrokontroler merupakan bagian inti dari proyek kontrol otomatis. Node MCU ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari ESP8266. Selain itu ESP32 juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin *out* yang lebih banyak, pin analog yang lebih banyak, memori yang lebih besar, serta terdapat *low energy Bluetooth 4.0*. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam *chip* prosesor dual core yang berjalan di instruksi *Xtensa LX16* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Memori ESP32 terdiri atas 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dua 8 kB RTC *memory*, dan *flash memory* 4MB. *Chip* ini mempunyai 18 pin ADC (12-bit), empat unit SPI, dan dua unit I2C. Kelebihan utama mikrokontroler ini ialah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter WiFi. ESP32 memiliki pin ADC 12-bit, yang artinya bernilai 0 hingga 4095. Rupa dari ESP32 seperti yang tertera pada Gambar 2.2. Sedangkan untuk spesifikasi dari NodeMCU ESP 32 seperti yang tertera pada Tabel 2.2^[11].



Gambar 2. 2 ESP32

Tabel 2. 2 Spesifikasi NodeMCU ESP 32

Spesifikasi	NodeMCU ESP32
MCU	Xtensa Dual Core 32-bit LX6 600 DMIPS
802.11 b/g/n WiFi	HT40
Bluetooth	Bluetooth 4.2 <i>and below</i>
Tipe Frekuensi	160 MHz
SRAM	512 kBytes
Flash	SPI Flash, up to 16Mbytes
GPIO	36
<i>Hardware / Software</i> PWM	1 / 16 <i>Channels</i>
SPI / I2C / UART	4/2/2/2
ADC	12-bit
CAN	1
<i>Hernet MAC Interface</i>	1
<i>Touch Sensor</i>	Yes
<i>Temperature Senor</i>	Yes
<i>Working Temperaturre</i>	-40 derajat celcius – 125 derajat celcius

2.2.2 *Smoke Detector*

Smoke Detector adalah sensor yang digunakan untuk memproteksi secara dini ruangan dari kebakaran dengan mendeteksi asap yang keluar sebelum api membesar. Jenis *smoke detector* ada 2 yaitu *Optical Smoke Detector* dan *Ionization Smoke detector*. *Optical Smoke detector* adalah sensor cahaya. Komponen sensor cahaya adalah sumber cahaya, lensa, dan penerima fotolistrik. *Photoelectric* sensor akan terus menerus memancarkan cahaya ke sebuah dioda penerima. Apabila kekuatan cahaya berkurang sampai nilai tertentu maka *photoelectric detector* akan mendeteksi adanya asap. *Ionization smoke detector* menggunakan metode *ionization chamber* (ruang detektor) yang terdiri atas dua plat yang bermuatan listrik dan terdapat bahan radioaktif di antara plat positif dan negatif. Apabila ada asap yang masuk maka ion akan bereaksi dengan asap dan sensor pun bekerja. Rupa *smoke detector* seperti yang tertera pada Gambar 2.3. Tabel spesifikasi *smoke detector* seperti yang tertera pada Tabel 2.3^[12].

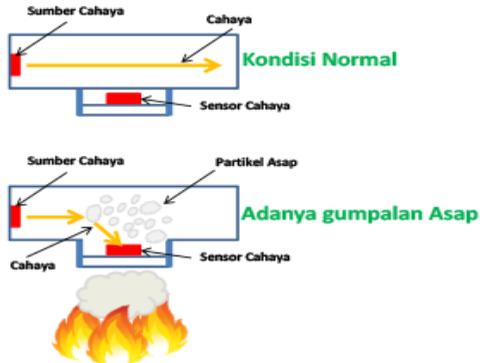


Gambar 2. 3 *Smoke Detector*

Tabel 2. 3 Spesifikasi *Smoke Detector*

Spesifikasi	Smoke Detector HS WT30L
<i>Rated Voltage</i>	24V DC
<i>Working Voltage</i>	12V DC to 30V DC
<i>Standby Current</i>	60 micro amps
<i>Alarm Current</i>	100mili amps
<i>Initial Stabilizing</i>	1 sec
<i>Identification Light</i>	Red Color (LED)
<i>Ambient Temperature</i>	-10 C – 50 C

Pada Gambar 2.4 terdapat gambaran cara kerja *smoke detector* berdasarkan *datasheet* Numens, HS WT30L *Smoke Detector* ini bertipe 4-Wire yang mana memiliki sistem kerja yang dapat diintegrasikan dengan *fire alarm* panel. Sensor ini menggunakan teknologi *photoelectric* sehingga meningkatkan akurasi dan meminimumkan terjadinya *false alarm*. *Smoke Detector* ini dapat ditempatkan pada berbagai ruang yang membutuhkan deteksi asap sebagai sebagai peringatan awal.



Gambar 2.4 Cara Kerja *Smoke Detector*

2.2.3 *Flame Sensor*

Flame Sensor merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan sebuah titik api atau titik yang dapat menyebabkan timbulnya api. Sensor *Flame* bekerja pada tegangan 3 VDC hingga 5 VDC. Sensor ini terdiri dari komponen elektronika *Phototransistor NPN silicon* yang mampu membaca dalam kecepatan tinggi dan sangat sensitif terhadap radiasi inframerah. *Phototransistor* yang ada telah dibungkus dengan tabung berwarna hitam agar pembacaan sinar inframerah lebih sensitif seperti pada Gambar 2.5 dan Tabel spesifikasi seperti pada Tabel 2.4

Cara kerja sensor api mampu bekerja dengan baik untuk menangkap nyala api untuk mencegah kebakaran, yaitu dengan mengidentifikasi atau mendeteksi nyala api yang dideteksi oleh keberadaan *spectrum* cahaya *infrared* maupun *ultraviolet* dengan menggunakan metode *optic* kemudian hasil pendeteksian itu akan diteruskan ke *microprocessor* yang ada pada unit *flame detector* akan bekerja untuk membedakan *spectrum* cahaya yang terdapat pada api yang terdeteksi tersebut dengan sistem *delay* selama 2-3 detik pada detektor ini

sehingga mampu mendeteksi sumber kebakaran lebih dini dan memungkinkan tidak terjadi sumber alarm palsu. Pada sensor ini menggunakan transduser yang berupa *infrared* (IR) sebagai *sensing sensor*. Transduser ini digunakan untuk mendeteksi akan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu, yang memungkinkan alat ini untuk membedakan antara *spectrum* cahaya pada api dengan *spectrum* cahaya^[13].



Gambar 2. 5 Flame Sensor

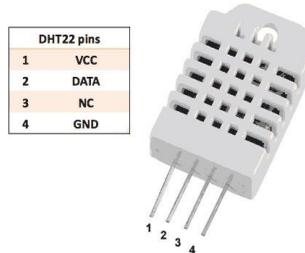
Tabel 2. 4 Spesifikasi Flame Sensor

Spesifikasi	Flame Sensor
<i>Output</i>	Digital
<i>Working Voltage</i>	3.3V DC to 5V DC
<i>Output Format</i>	<i>Digital Output (HIGH/LOW)</i>
<i>Wavelength Detection Range</i>	760nm to 1100nm

2.2.4 DHT22

DHT-22 atau AM2302 adalah sensor suhu dan kelembaban. Prinsip kerja dari DHT22 yaitu saat mendeteksi suhu dan kelembaban disekitarnya, maka akan diketahui nilainya dari pembacaan sensor. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori OTP terpadu. Sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas, DHT22 mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga sesuai untuk ditempatkan di mana saja, tapi jika kabel yang panjang di atas 2 meter harus ditambahkan *buffer capacitor* 0,33 μ F antara pin 1 (VCC) dengan pin 4 (GND) seperti

yang telah ditampilkan pada Gambar 2.6 dan tabel spesifikasinya seperti pada Tabel 2,5^[14].



Gambar 2. 6 DHT22

Tabel 2. 5 Spesifikasi DHT22

Spesifikasi	DHT22
<i>Humidity Range</i>	0-100% RH
<i>Voltage</i>	5V
<i>Pin</i>	4 <i>Package</i>
<i>Output</i>	<i>Digital</i>

2.2.5 Relay 5 V 2 Channel

Relay adalah adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Mekanisme kerja *relay* menggunakan prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A, seperti pada Gambar 2.7 dan tabel spesifikasinya seperti pada Tabel 2.6^[15].



Gambar 2. 7 Relay 5v 2 Channel

Tabel 2. 6 Spesifikasi Relay 5 V 2 Channel

Spesifikasi	Relay 5 V 2 Channel
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Signal Control</i>	TTL Level
<i>Maximum Switch Voltage</i>	250V AC to 30V DC
<i>Contact Action Time</i>	<10ms
Indikator	LED
<i>Control Side</i>	30 – 60 cm

2.2.6 Buzzer Alarm

BuzzerAlarm adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi energi magnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Gambar *buzzer* seperti yang tertera pada Gambar 2.8. Spesifikasi buzzer alarm seperti yang tertera pada Tabel. 2.7^[16].



Gambar 2. 8 Buzzer Alarm

Tabel 2. 7 Spesifikasi Buzzer Alarm

Spesifikasi	Buzzer Alarm
<i>Voltage</i>	5V
Arus	30mA
Kebisingan	80 dB
Frekuensi Suara	2300 +- 300 MHz

2.2.7 Solenoid Valve CO2

Solenoid Valve merupakan sebuah katup yang digerakkan oleh energi listrik yang mempunyai kumparan sebagai penggerakannya. Kumparan ini berfungsi untuk menggerakkan piston yang dialiri oleh arus AC ataupun DC sebagai daya penggerak. *Solenoid valve* memiliki 2 buah saluran yaitu saluran masuk (*inlet port*) dan saluran keluar (*outlet port*). Saluran masuk berfungsi sebagai lubang masukan untuk cairan atau air dan udara, saluran keluar berfungsi sebagai terminal atau tempat keluarnya cairan atau air atau udara. Rupa dari *solenoid valve* CO2 tertera pada Gambar 2.9 dan Tabel spesifikasi tertera pada tabel 2.8^[17].

**Gambar 2. 9 Solenoid Valve CO₂****Tabel 2. 8 Spesifikasi Solenoid Valve CO₂**

Spesifikasi	Solenoid Valve CO ₂
<i>Voltage</i>	12V DC
<i>Pressure Max</i>	11 bar
<i>Operation Mode</i>	<i>Normally Close</i>
Material	<i>Metal & Plastic</i>

2.2.8 Modul Stepdown XL4005

Modul ini seperti pada Gambar 2.10 digunakan untuk menurunkan tegangan DC maksimal hingga 3A dengan *range* DC 3,2V s.d. 4,6V

dengan selisih minimum input - output 1.5 V DC. Mengapa diperlukan DC to DC karena untuk menurunkan atau menaikkan voltase arus DC seperti arus baterai. Untuk menurunkan tegangan DC dengan selisih tidak berbeda jauh bisa menggunakan komponen sederhana. Umumnya digunakan komponen elektronik seperti tahanan atau resistor. Untuk prinsip kerja alat ketika fluks magnetik yang menghubungkan suatu perubahan sirkuit, gaya gerak listrik yang diinduksi dalam rangkaian sedang proposional dengan laju perubahan dalam hubungan fluks. Tabel spesifikasi tertera pada Tabel 2.9^[18].



Gambar 2. 10 Modul Stepdown XL4005

Tabel 2. 9 Spesifikasi Modul Stepdown XL4005

Spesifikasi	Modul Stepdown XL4005
<i>Input Voltage</i>	<i>DC 4V – 38V</i>
<i>Output Voltage</i>	<i>DC 1.25V – 32V</i>
<i>Output Current</i>	<i>0A -5A</i>
<i>Output Power</i>	<i>75 Watt</i>

2.2.9 Power Supply 12V 5A

Power Supply seperti pada Gambar 2.11 merupakan sirkuit yang dikhususkan untuk mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus searah. Dalam teknik elektronika, hal ini sangat banyak digunakan untuk menghidupkan perlengkapan yang memerlukan arus searah, bukan arus bolak-balik. Penyearahan arus dari AC ke DC ini digunakan 4 dioda sebagai jembatan penyearahnya dan bahan-bahan lain sebagai pendukung seperti IC regulator tegangan, kapasitor, resistor, transistor, dan potensiometer. Tabel spesifikasi seperti pada Tabel 2.10^[19].



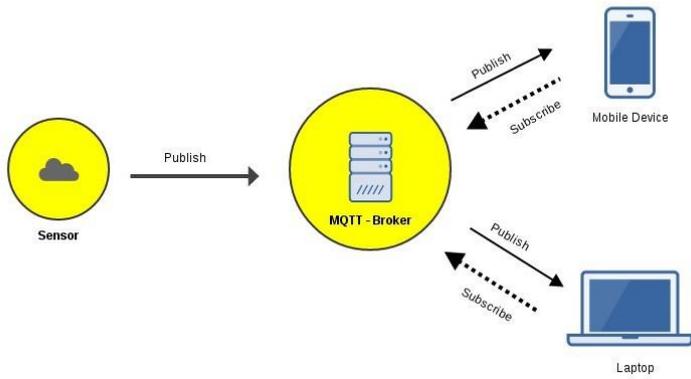
Gambar 2. 11 Power Supply

Tabel 2. 10 Spesifikasi Power Supply 12V 5A

Spesifikasi	Power Supply
Sumber Tegangan Input	110 – 240 V AC
Tegangan Output	12V DC
Daya Maksimal	5A (60W)

2.2.10 Protokol MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*)

Protokol MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) adalah protokol pesan ringan (*light weight*) berbasis *publish-subscribe* digunakan di atas protokol TCP/IP. Protokol ini mempunyai ukuran paket data *low overhead* kecil (minimal 2 gigabyte) dengan konsumsi daya kecil. MQTT bersifat terbuka, simpel dan didesain agar mudah untuk diimplementasikan, yang mampu menangani ribuan *client* jarak jauh dengan hanya satu server. Karakteristik ini membuatnya ideal untuk digunakan dalam banyak situasi, termasuk lingkungan terbatas seperti dalam komunikasi *Machine to Machine* (M2M) dan konteks *Internet of Things* (IoT) dimana dibutuhkan kode *footprint* yang kecil dan/atau jaringan yang terbatas. Pola pesan *publish-subscribe* membutuhkan broker pesan. *Broker* bertanggung jawab untuk mendistribusikan pesan ke klien tertarik berdasarkan topik pesan. Untuk implementasi MQTT yang digunakan seperti menampilkan indikator ketika ada asap dan api . Untuk warna indikator merah tanda bahaya dan hijau tanda normal. Di sisi lain ketika sedang menyalakan indikator merah juga akan membunyikan alarm di *user interface website* . Rupa dari protokol MQTT seperti pada Gambar 2.12^[20].



Gambar 2. 12 Protokol MQTT