

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang akan dilakukan berasal dari hasil penelitian-penelitian yang ada dan juga sebagai bahan perbandingan agar memperoleh hasil yang baik. Adapun hasil penelitian yang dijadikan perbandingan memiliki pembahasan yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai sistem yang dapat mendeteksi kebakaran dari suatu lokasi menggunakan WSN.

Pada penelitian yang berjudul “*Multiparameter Fire Detection Based on Wireless Sensor Network*” dilakukan penelitian perancangan WSN dengan suhu, kelembapan, dan konsentrasi asap sebagai parameter terjadinya sebuah kebakaran. Penelitian menguji dengan parameter tersebut jenis komunikasi mana yang paling efektif antara *Single-Hop* dengan *Multiple-Hop*. Hasil dari penelitian ini adalah jarak maksimum dari transmisi hop tunggal dengan performa maksimum adalah 100m yang berarti jika dibangun dengan topologi *star*, diameter maksimum dari jangkauan komunikasi *Single-Hop* adalah 200m dengan *Base Station* berada ditengah. Lalu pada *Multiple-Hop* hasil yang didapat adalah perhitungan waktu tunggu pada setiap *hop* yang mencapai sekitar 50ms dengan delay yang meningkat setiap perpindahan *hop*. Hasil tersebut juga didapat menggunakan algoritma rute terpendek yang diusulkan sesuai dengan transmisi *Multiple-Hop* berdasarkan prinsip CSMA / CA[5].

Pada penelitian yang berjudul “Desain *wireless sensor network* dan *webservice* untuk pemetaan titik api pada kasus kebakaran hutan” dilakukan pembuatan sistem yang memberi peringatan / *alret* berbasis digital dengan membuat desain *Wireless Sensor Network* (WSN) dalam pemetaan titik api. Penelitian tersebut memfokuskan kepada bagaimana cara membuat desain suatu jaringan perpindahan data antar *node* sensor yang berfungsi sebagai tempat mengambil data dengan *Base Station* yang dalam hal ini adalah sebuah *webservice*. Penelitian ini menggunakan Xbee sebagai media *transceiver* dan menggunakan protokol jaringan digimesh[6].

Pada penelitian yang berjudul “*Detection, Emisi Estimation and risk prediction of forest fires in china using satelite sensors and simulation model in the past three decades*” penelitian tersebut menjelaskan gambaran umum tentang pendeteksi kebakaran hutan, prediksi risiko terjadinya kebakaran, estimasi emisi di China dengan menggunakan citra satelit, data iklim, dan berbagai model simulasi selama tiga dekade terakhir. Data yang dimiliki banyak satelit seperti NOAA / AVHRR, FY-series, dan ENVISAT, sudah sering dan banyak digunakan untuk mendeteksi titik api pada lokasi kebakaran hutan dan daerah yang terbakar lainnya di China. Untuk menata ulang model pada risiko kebakaran hutan di China, data dari meteorologi yang didapat secara *real-time* seperti suhu permukaan, kelembaban, kecepatan dan arah hembusan angin. Data tersebut digunakan sebagai *input* model untuk memdesain ulang prediksi terjadinya kebakaran hutan dan ciri – ciri nya. Saluran yang digunakan untuk mendeteksi kadar air bahan bakar aktif (FMC) antara lain inframerah bergelombang pendek (SWIR) dan inframerah (NIR) sedangkan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) digunakan untuk mengevaluasi kondisi pada hutan dan status mengenai kelembabannya[7].

Pada penelitian yang berjudul “*Forest fire monitoring, detection and decision making systems by Wireless Sensor Network*” dilakukan pembuatan sistem yang dapat melakukan pendeteksian api, monitoring keadaan hutan, dan pengambilan keputusan dari hasil yang didapatkan. Ada beberapa parameter kebakaran yang digunakan pada penelitian ini, parameter tersebut adalah suhu, kelembaban relatif, curah hujan, dan kecepatan angin. Tipe komunikasi data yang digunakan adalah *Multiple-Hop* dengan *Base Station* yang dapat mengirim data ke internet. Hasil dari penelitian ini adalah sistem dapat berkerja dengan baik dan dapat memberikan hasil sesuai dengan yang diinginkan. Jarak maksimum pengiriman data antar node adalah 100m dengan posisi kontur hutan yang berbeda – beda. Sistem juga menerapkan penggunaan daya minimum dengan cara membuat *node* memiliki tiga mode yaitu, *sleep*, *idle*, dan *standby* agar *node* dapat bekerja secara lebih efisien[8].

Pada penelitian yang berjudul “*Automatization of Forest Fire Detection Using Geospatial Technique*” dibuat sebuah alat pengindraan jarak jauh dengan Penggunaan Spektrometer Radio Imaging Resolusi Moderat (MODIS). Dengan cara ini, pengamat mendapat kemudahan dalam menentukan lokasi kebakaran

secara realtime dan dapat melaporkan, mengolah data, dan menampilkan area kebakaran kedalam aplikasi berbasis web serta pemberian notifikasi berupa pesan singkat[9].

Berdasarkan beberapa tinjauan pustaka yang sudah dijelaskan diatas terdapat usulan untuk membuat alat peringatan dini yang berjalan tanpa tergantung dengan koneksi internet dan berkerja secara lokal di sebuah area hutan. Diharapkan dengan alat yang dibuat ini dapat memberi peringatan secara cepat agar mengurangi risiko kebakaran menjadi besar karena kurangnya informasi mengenai kejadian kebakaran hutan tersebut dan luas nya lahan hutan. Pada Tabel 2.1. juga dijelaskan mengenai tujuan serta hasil yang diharapkan dari penelitian ini dan juga terdapat informasi mengenai tujuan dan hasil dari penelitian yang dijadikan tinjauan pustaka pada penelitian ini.

Tabel 2.1. Data tinjauan pustaka

No	Judul	Peneliti	Tujuan	Hasil
1	<i>Multiparameter Fire Detection Based on Wireless Sensor Network</i>	S. Liu, D. Tu, and Y. Zhang (2009)	Membandingkan jenis komunikasi mana yang paling efektif antara <i>Single-Hop</i> dengan <i>Multiple-Hop</i> .	Jenis komunikasi yang paling efektif adalah <i>Multiple-Hop</i>
2	Desain wireless sensor network dan webservice untuk pemetaan titik api pada kasus kebakaran hutan	I. chandra dwinata, dkk (2016)	Membuat desain suatu jaringan perpindahan data antar <i>node</i> sensor dengan <i>Base Station</i> dengan Xbee dan digimesh.	Desain dapat diterapkan pada sistem secara baik dengan Xbee dan protokol jaringan digimesh

No	Judul	Peneliti	Tujuan	Hasil
3	<i>Detection, Emisi Estimation and risk prediction of forest fires in china using satellite sensors and simulation model in the past three decades</i>	J. H. Zhang, F. M. Yao, C. Liu, L. M. Yang, and V. K. Boken (2011)	Membuat sistem pendeteksi kebakaran hutan, prediksi risiko terjadinya kebakaran, dan estimasi emisi di China dengan citra satelit.	Sistem berhasil dibuat dan dijalankan dengan baik dengan bantuan citra satelit NOAA / AVHRR, FY-series, dan ENVISAT.
4	<i>Forest fire monitoring, detection and decision making systems by Wireless Sensor Network</i>	Y. Liu, Y. Liu, H. Xu, and K. L. Teo (2018)	Pembuatan sistem pendeteksian api, monitoring keadaan hutan, dan pengambilan keputusan dari hasil yang didapatkan.	Sistem dapat berkerja dengan baik pada jarak antar node 100 m dengan kondisi kontur yang berbeda.
5	<i>Automatization of Forest Fire Detection Using Geospatial Technique</i>	S. R. Gandhi and T. P. Singh (2014)	Pembuatan alat pengindraan jarak jauh dengan Spektrometer Radio Imaging Resolusi Moderat (MODIS) untuk pendeteksian kebakaran hutan.	Sistem dapat berjalan dengan baik dengan penyampaian informasi berupa SMS dan E-mail.

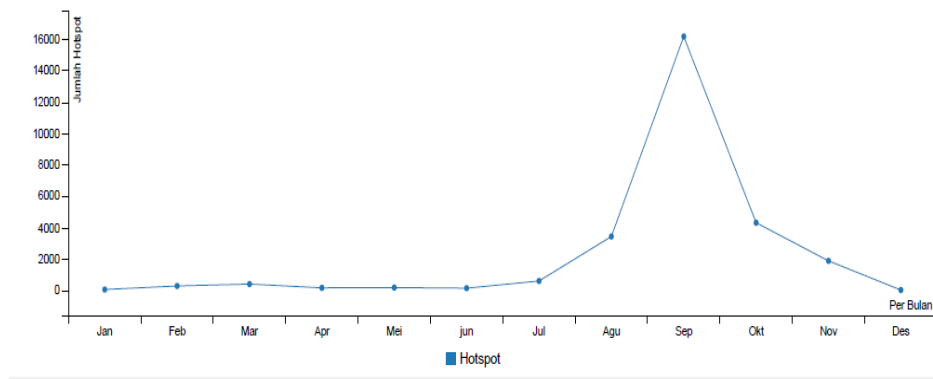
No	Judul	Peneliti	Tujuan	Hasil
6	Purwarupa Pemanfaatan Teknologi <i>Wireless Sensor Network</i> (WSN) Sebagai Media Peringatan Dini Kebakaran Hutan	Adila (2019)	Pembuatan alat peringatan dini kebakaran hutan pada area rawan kebakaran dengan kondisi area tidak tercakup area internet / sinyal seluler.	Diharapkan alat dapat memberikan informasi kebakaran pada area pengamatan yang sudah di tentukan. Informasi ditampilkan melalui LED <i>Matrix</i> ditandai dengan bunyi <i>buzzer</i> .

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Pengertian Kebakaran Hutan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia atau KBBI, kebakaran merupakan suatu peristiwa terbakarnya sesuatu seperti bangunan, hutan, lahan, dan sebagainya. Kemudian kebakaran hutan sendiri adalah sebuah kondisi dimana terbakarnya area hutan yang terjadi di alam liar baik pada area konservasi maupun area yang dimiliki perorangan dan menimbulkan bahaya atau ancaman bagi keberlangsungan makhluk hidup. Kebakaran hutan dapat terjadi sangat cepat dan mudah meluas sehingga perlu ada penanganan khusus untuk meminimalisir kerusakan yang ditimbulkan.

Secara umum kebakaran dapat terjadi karena beberapa hal mulai dari faktor alam maupun faktor kesengajaan. Contoh kebakaran yang disebabkan oleh faktor alam adalah petir yang menyambar pohon dan merambat ke pohon lainnya, larva pijar hasil dari aktivitas gunung berapi, dan juga bisa terjadi karena gesekan dua ranting kering yang terkena angin dan memercikkan api ke dedaunan kering disekitar ranting tersebut. Lalu kebakaran karena kesengajaan manusia dapat terjadi akibat beberapa kegiatan seperti kegiatan perkebunan (PIR), kegiatan lading, Hutan Taman Industri (HTI), penyiapan lahan untuk ternak, dan sebagainya.

Data Matrik Titik Panas TERRA/AQUA (LAPAN)  $\geq 80\%$  Tahun 2019

Gambar 2.1. Matrik jumlah titik panas tahun 2019 per 1 Desember 2019 [3].

Berdasarkan informasi yang terdapat pada Gambar 2.1., jumlah titik panas cukup banyak dan puncaknya terjadi di bulan September dimana pada saat itu terjadi kebakaran hutan yang sangat besar dan terjadi di beberapa lokasi seperti Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Riau, dan Sumatera Selatan. Kejadian tersebut merupakan yang terparah selama 4 tahun terakhir karena total dari luas area kebakaran mencapai 857.755 Ha dan tersebar di 27.573 lokasi titik panas yang berbeda [3].

### 2.2.2 Penyebab Kebakaran Hutan

Secara umum ada tiga faktor yang menjadi penyebab utama kebakaran hutan di Indonesia yaitu kondisi bahan bakar, faktor cuaca, dan faktor sosial budaya masyarakat. Kondisi bahan bakar yang rawan terhadap bahaya kebakaran dapat menjadi penyebab dari kebakaran itu sendiri. Kondisi tersebut dapat terjadi apabila jumlah dari bahan bakar yang ada melimpah di lantai hutan dan memiliki tingkat kekompakkan bahan bakar yang rendah seperti contohnya daun gugur dan ranting kecil, kadar air pada arena lantai hutan relatif rendah (kering), serta ketersediaan bahan bakar yang berkesinambungan.

Faktor cuaca dapat berupa suhu, kelembaban, angin dan curah hujan yang ikut menentukan kerawanan dari kebakaran. Suhu yang tinggi akibat sinar matahari langsung menyebabkan bahan bakar lebih mengering dan mudah terbakar, tingkat kelembaban yang tinggi (pada hutan dengan tingkat vegetasi lebat) mengurangi peluang terjadinya kebakaran hutan, angin juga turut mempengaruhi proses

pengeringan bahan bakar serta kecepatan menjalarnya api sedangkan curah hujan mempengaruhi besar kecilnya kadar air yang terkandung dalam bahan bakar.

### **2.2.3 Dampak Kebakaran Hutan**

Kebakaran hutan pada suatu wilayah memberikan banyak sekali dampak dan kerugian yang dialami oleh masyarakat pada wilayah sekitar hutan, negara tetangga maupun pemerintah. Dampak kebakaran hutan tersebut yaitu :

#### **2.2.3.1 Persepsi Masyarakat Luas**

Masyarakat adat merupakan salah satu garda terdepan yang menjaga dan mempertahankan hutan di Indonesia. Dengan pengetahuan yang dimiliki, masyarakat adat telah mampu mengelola hutan secara lestari. Hal ini dibuktikan oleh data pada BRWA (Badan Registrasi Wilayah Adat) yang menunjukkan bahwa 14.454.058,64 Ha wilayah adat di Indonesia dan mayoritas area tersebut masih berupa hutan alam [10]. Wilayah adat tersebut merupakan tempat tinggal masyarakat yang secara konsisten terus menjaga hutan adat mereka.

Persepsi dari masyarakat luas akan menjadi buruk sebab beberapa pemberitaan di media justru menyudutkan masyarakat adat, atau setidaknya menyebut masyarakat adat sebagai aktor yang menimbulkan bencana asap di Indonesia. Salah satu media memberitakan bahwa pelaku pembakaran hutan dan lahan ini disebabkan oleh masyarakat yang mengelola limbah hasil pertanian pada tahun sebelumnya. Dalam hal ini media sebaiknya tidak menyudutkan masyarakat adat sebagai oknum. Sebab merekalah yang sebenarnya yang membantu untuk merawat serta menjaga hutan tersebut.

#### **2.2.3.2 Dampak Kesehatan Masyarakat**

Kabut asap yang diakibatkan oleh kebakaran hutan dan lahan gambut memberikan dampak serius terhadap kualitas hidup masyarakat adat yang berada di sekitar wilayah kebakaran hutan dan lahan gambut. Asap yang diakibatkan oleh kebakaran hutan secara otomatis mengganggu aktivitas manusia sehari-hari, apalagi bagi yang aktivitasnya dilakukan di luar ruangan. Kabut asap juga berdampak pada kesehatan

masyarakat berupa penyakit yang berkaitan dengan saluran pernapasan, seperti Infeksi Saluran Napas Atas (ISPA), pneumonia, asma, iritasi mata, dan iritasi kulit. Polusi kabut asap yang berasal dari kebakaran hutan mengandung campuran gas, partikel dan bahan kimia akibat pembakaran yang tidak sempurna dari bahan-bahan organik yang ada pada hutan maupun lahan seperti sisa tumbuhan.

Campuran gas, partikel dan bahan kimia yang terkandung dalam kabut asap memberikan banyak dampak bagi kesehatan. Dalam jangka cepat (akut), asap kebakaran hutan akan menyebabkan iritasi mata, hidung dan tenggorokan. Biasanya hal tersebut menimbulkan gejala berupa mata perih dan berair, hidung risih dan gatal serta radang tenggorokan yang dapat memudahkan terjadinya infeksi saluran pernafasan akut (ISPA). Dampak buruk tersebut mengancam kesehatan setiap orang, terutama bayi dan anak-anak yang mengalami kerentanan tinggi terpapar dan terjangkit penyakit kesehatan akibat kabut asap pembakaran hutan dan lahan.

#### 2.2.3.3 Dampak Sosial Budaya Masyarakat, Ekonomi Negara dan Hubungan Bilateral dengan Negara Tetangga

Kebakaran hutan dan lahan gambut yang terjadi akhir-akhir ini di beberapa wilayah Indonesia telah menjadi perhatian serius baik nasional maupun internasional. Masalah asap saat ini bukan hanya merupakan soal sepele seperti halnya membakar arang maupun membakar sampah di pekarangan rumah saja. Asap kini bisa menjadi indikator pemahaman nilai etika dan indikator ketaatan pada hukum yang berlaku. Kebakaran hutan dan lahan gambut yang terjadi hampir setiap tahunnya hingga sudah menjadi agenda rutin kebiasaan tahunan di Indonesia.

Bencana kebakaran dengan menimbulkan fenomena asap tahunan di Indonesia dapat mengalami perkembangan menjadi suatu bencana global yang membutuhkan penanganan khusus dari banyak pihak. Dampak kebakaran tidak hanya dirasakan oleh masyarakat Indonesia saja tetapi juga beberapa negara tetangga seperti Singapura dan Malaysia. Kabut asap dengan bantuan angin dapat dengan mudahnya terbang melenggang ke negara lain dan menjadi polusi udara lintas-batas.

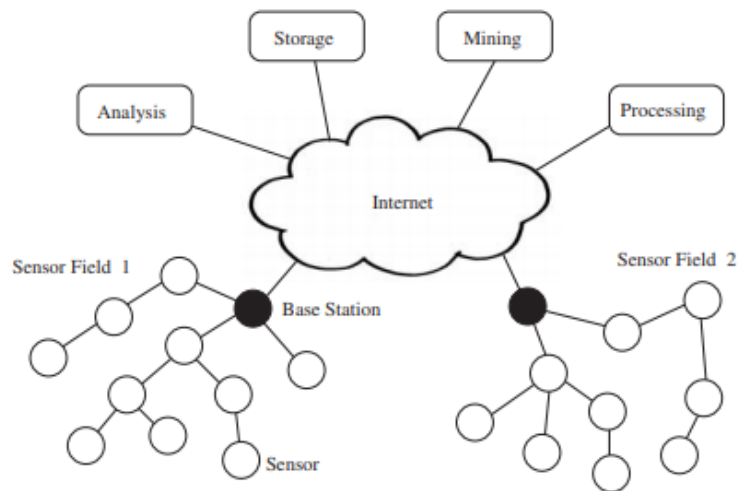


### 2.2.4 Karakteristik Kebakaran Hutan

Kebakaran hutan terjadi akibat oksidasi yang sangat cepat akibat dari bahan bakar yang berada pada hutan (seperti ranting kering) bereaksi dengan oksigen ( $O_2$ ) dan suhu tinggi. Reaksi tersebut menghasilkan karbon dioksida ( $CO_2$ ), air ( $H_2O$ ), dan karbon (C). Api yang dihasilkan dari kebakaran hutan memancarkan gelombang inframerah sebesar 4340 nanometer dari pusat api dan berkurang seiring jauhnya dari pusat api [9] dan suhu pada area kebakaran berada pada angka 35 – 42 °C. [20]

### 2.2.5 Pengertian Wireless Sensor Network

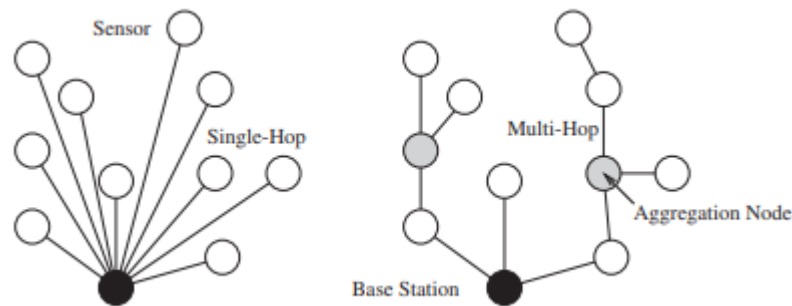
Wireless sensor network adalah kumpulan dari beberapa *node* yang dapat berupa sensor dan akan melakukan pengambilan data / *sensing* pada satu atau beberapa parameter ukur. Kemudian data tersebut akan dikirimkan oleh *node* menuju sebuah *node* sentral (*Base Station*) atau sebuah *server* untuk dilakukan pengolahan data. Masing-masing dari *node* tersebut memiliki sumber daya sendiri yang dapat berupa baterai. Selain itu, *node* tersebut memiliki perangkat transmitter data agar dapat mengirimkan data ke *node* sentral atau *server*. Bentuk dari WSN dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Wireless Sensor Network [11].

Kemampuan *node* dalam WSN dapat sangat bervariasi, mulai dari *node* sederhana yang dapat memonitor fenomena fisik tunggal, hingga pada perangkat yang lebih kompleks yang dapat menggabungkan banyak teknik pengindraan yang berbeda

(seperti akustik, optik, magnetik, dan lain sebagainya). *Node* tersebut juga dapat berbeda dalam kemampuan komunikasinya seperti menggunakan teknologi ultrasonik, inframerah, atau frekuensi radio dengan kecepatan dan latensi data yang beragam. Dan ada juga sensor sederhana hanya dapat mengumpulkan dan mengkomunikasikan informasi tentang lingkungan yang diamati. Perangkat yang lebih kuat (perangkat dengan kapasitas pemrosesan, energi, dan penyimpanan yang besar) juga dapat melakukan fungsi pemrosesan dan agregasi yang luas[11].



Gambar 2.3. Jenis Komunikasi pada WSN [11].

Ketika jangkauan transmisi radio dari semua *node* sensor cukup besar, sensor dapat mengirimkan data mereka langsung ke *Base Station*. Dalam hal ini, *node* dapat membentuk topologi *star* seperti yang ditunjukkan di sebelah kiri pada Gambar 2.3.. Dalam topologi ini, setiap *node* berkomunikasi langsung dengan *Base Station* menggunakan *Single-Hop*. Namun, jaringan sensor ini seringkali mencakup area geografis yang luas sedangkan daya transmisi radio harus dijaga seminimal mungkin untuk menghemat energi.

Oleh sebab itu, maka komunikasi *Multi-Hop* adalah kondisi yang lebih sering digunakan untuk menjalankan WSN. Bentuk dari komunikasi *Multi-Hop* dapat dilihat seperti yang ditunjukkan di sebelah kanan pada Gambar 2.3.. Dalam hal ini, *node* tidak hanya melakukan *sensing* dan mengirim data mereka sendiri, tetapi juga berfungsi sebagai *relay* atau penghubung untuk *node* lainnya agar data yang dikirimkan dari *node* tersebut dapat terkirim ke *Base Station*. Jenis topologi dari komunikasi ini sendiri dapat berupa topologi *mesh* maupun topologi *tree* sesuai dengan penggunaannya.

Seiring dengan berjalannya waktu, banyak teknologi lain yang digunakan dalam penerapan teknologi WSN. Pada saat ini teknologi dikembangkan dengan saling mengadu keunggulan masing – masing, seperti LoRa dan NB-IoT.

*Long Range* atau biasa disebut LoRa adalah teknologi komunikasi nirkabel dengan spektrum daya rendah yang diusulkan oleh perusahaan pemasok semikonduktor analog Semtech pada tahun 2013. Memiliki tingkat komunikasi yang rendah karena didasarkan pada pita frekuensi Sub-GHz, sebab teknologi ini berfokus pada peningkatan masa pakai baterai dan perluasan cakupan jaringan. Karakteristik lain dari LoRa adalah daya tembusnya, sehingga dapat mencakup area yang relatif luas, terutama dilingkungan konstruksi perkotaan yang kompleks. Berbagai fitur LoRa menjadikannya ideal untuk penerapan skala besar, berbiaya rendah.

NB-IoT adalah salah satu teknologi yang berada pada bidang IoT. Ia juga dikenal sebagai *Wide Area Network* (WAN) dengan konsumsi daya rendah, sebab NB-IoT mengkonsumsi daya yang rendah pada pemrosesan dan transmisi data kemudian memungkinkan koneksi data seluler di jaringan area luas.

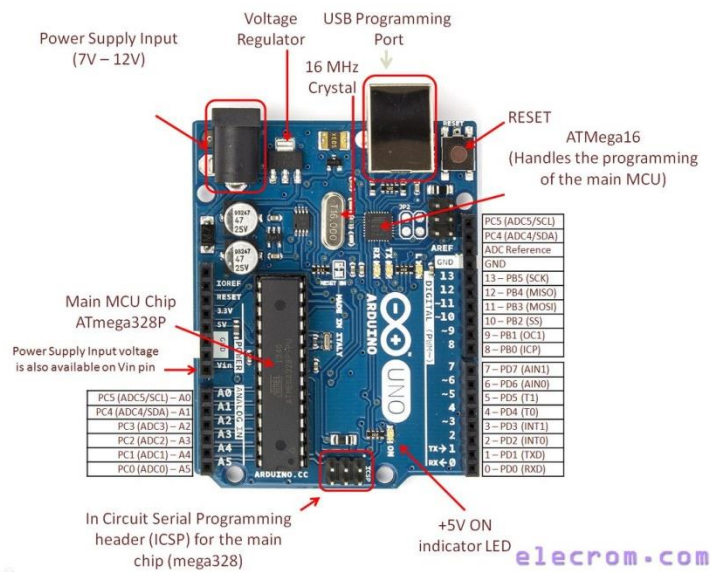
Berjalan pada jaringan seluler, teknologi ini hanya mengkonsumsi bandwidth sebanyak 180kHz pada setiap transmisi data. Selain itu, NB-IoT dapat dibuat dengan biaya yang relatif murah, sebab dapat diaplikasikan pada Global System for Mobile communications (GSM) dan Universal Telecommunications System (UMTS) sehingga tidak memerlukan konfigurasi sinyal yang memerlukan alat yang mahal.

### **2.2.6 Pengertian Arduino UNO R3**

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin input / output (atau biasa ditulis I/O, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output PWM* antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin input analog, menggunakan *crystal 16 MHz* antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, jack listrik, *header ICSP* dan tombol reset. Semua hal tersebut merupakan bagian yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler ini. Bentuk dari Arduino tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4 serta spesifikasi dari arduino uno R3 dapat dilihat pada Tabel 2.2..

Tabel 2.2. Spesifikasi Arduino UNO R3.

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
Input Tegangan	7 – 12 Volt
Pin I/O Digital	14 Pin
Pin Analog	6 Pin
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC ketika 3.3V	50 mA
Memori flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan clock	16 MHz



Gambar 2.4 Arduino UNO R3 [12].

### 2.2.7 Pengertian Modul NRF24L01 + PA + LNA

NRF24L01 PA + LNA adalah modul komunikasi serial *wireless* yang menggunakan frekuensi 2,4 GHz dan dilengkapi dengan sirkuit *Low Noise Amplifier* (LNA) dan *Power Amplifier* (PA). Modul ini dapat mentransmisikan data hingga jarak 1100 meter sehingga memiliki cakupan pengiriman data yang luas.

Dengan ukuran yang kecil yaitu 45.54mm x 16.46mm menjadikan modul ini mudah ditanamkan kedalam alat yang membatasi penggunaan ruang (alat berukuran kecil). Selain itu, modul tersebut dapat menggunakan *port* SPI (*Serial Peripheral Interface*) Arduino atau mikrokontroler lainnya yang memiliki *port* SPI.

Selain beberapa fitur diatas, NRF24L01 PA + LNA juga memiliki daya pancar yang lebih besar dari +20 dbm. Kemudian juga mendukung penerimaan data hingga enam saluran (*channel*) sekaligus. Lalu memiliki kecepatan perpindahan data sebesar 2Mbit/s sehingga memungkinkan pengiriman VoIP (*Voice over Internet Protocol*) berkualitas tinggi. Kelebihan lain dari NRF24L01 PA + LNA adalah modul ini mendukung komunikasi *Multi-frequency points* hingga 125 *multi-point*.

Hal tersebut disebabkan karena modul ini terintegrasi dengan bagian pemrosesan sinyal berkecepatan tinggi yang terkait dengan protokol RF dan juga akan secara otomatis mengirimkan kembali paket yang hilang serta menghasilkan sinyal yang dapat dikenali oleh perangkat sejenis. Ada banyak alat yang umumnya diaplikasikan dengan modul ini, antara lain RC (*Remote Control*) dan akuisisi bio-sinyal. Spesifikasi dari NRF24L01 PA + LNA dan fungsi dari *interface* yang ada dapat dilihat pada kedua Tabel 2.3. berikut :

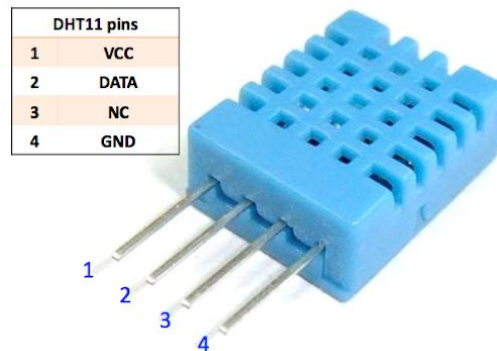
Tabel 2.3. Spesifikasi dari nrf24l01 + PA + LNA [13].

Frekuensi	2400 MHz ~ 2524 MHz
Modulasi	GMSK
Input tegangan	2,7 – 3,6 Volt
Daya pancar	Lebih dari +20 dbm, 50Ω
Sensitivitas penerima	-95 dbm
Suhu pemakaian	-45° C hingga 85° C
Suhu penyimpanan	-45° C hingga 125° C
<i>Gain Of PA</i>	20 dB
<i>Gain Of LNA</i>	10 dB
<i>Max Emission current</i>	115 mA
<i>Max Receive current</i>	45 mA

Tabel 2.4. Fungsi interface dari nrf24l01 + PA + LNA [13].

PIN	Nama	Fungsi	Arah
Pin 1	GND	Ground	
Pin 2	VCC	VCC, 1.9~3.6V	
Pin 3	CE	Operating Mode, RX/TX	Masuk
Pin 4	CSN	SPI chip select	Masuk
Pin 5	SCK	SPI clock	Masuk
Pin 6	MOSI	SPI Input	Masuk
Pin 7	MISO	SPI Output	Keluar
Pin 8	IRQ	Interrupt Output	Keluar

### 2.2.8 Pengertian Sensor DHT 11



Gambar 2.5. Sensor DHT 11.

Sensor DHT 11 adalah sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog, kemudian output tersebut dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Pada pengukuran suhu, sensor ini menggunakan termistor NTC untuk mengukur suhu. Termistor adalah resistor termal yang mengubah resistansinya terhadap suhu sekitar. Secara teknis, semua resistor adalah termistor karena pada resistor resistansinya sedikit berubah seiring perubahan suhu. Namun perubahan tersebut biasanya sangat kecil dan sulit diukur.



Gambar 2.6. Termistor NTC.

Termistor dibuat sedemikian rupa sehingga resistansinya berubah secara drastis terhadap perubahan suhu dan perubahan resistansi nya dapat mencapai 100 ohm atau lebih per derajat suhu. Istilah "NTC" adalah singkatan dari "*Negative Temperature Coefficient*" yang berarti resistansi menurun seiring dengan kenaikan suhu. Keluaran dari sensor ini berupa data resistansi dalam bentuk sinyal *analog* yang kemudian dikalibrasi dengan *library* yang digunakan sehingga data ditampilkan langsung berbentuk angka.

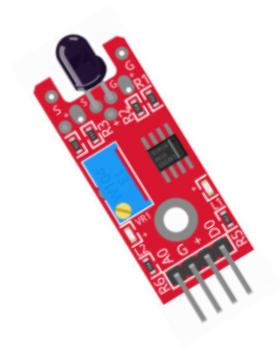
Kelebihan dari sensor ini dibanding sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data / *sensing* yang lebih responsif dan memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu maupun kelembaban, selain itu data yang terbaca tidak mudah terinterferensi. Sensor DHT 11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat.

Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi. Pada gambar diatas dapat dilihat urutan nama pin mulai dari pin VCC, Data (Analog), NC, dan GND. Spesifikasi dari sensor DHT 11 dapat dilihat pada Tabel 2.5. berikut ini :

Tabel 2.5. Spesifikasi DHT 11.

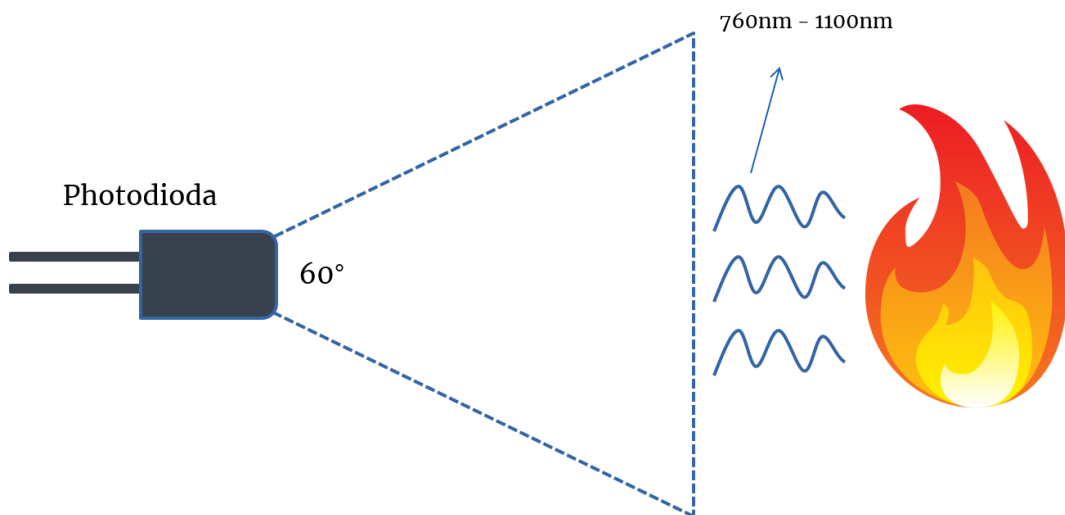
Tegangan	3,5V ~ 5V
Rentang Temperatur	0° C - 50° C kesalahan $\pm 2^\circ$ C
Kelembaban	20-90% RH $\pm 5\%$ RH error

### 2.2.9 Pengertian Modul KY – 026



Gambar 2.7. KY – 026 [14].

KY-026 *Flame Sensor* adalah modul sensor yang biasa digunakan dalam mendeteksi api pada kebakaran. Sensor ini dikemas dengan *photodioda* yang sensitif terhadap rentang spektral dari cahaya yang diciptakan oleh api terbuka. Pada Gambar 2.7. terlihat KY-026 terdiri dari LED penerima infra-merah berukuran 5mm berwarna hitam, komparator diferensial ganda LM393, potensiometer pemangkas 3296W, enam resistor, dan dua LED indikator. Terdapat 4 pin yang terdiri dari pin analog, pin GND, pin VCC, dan pin digital.



Gambar 2.8. Cara kerja *Photodioda*

Cara kerja sensor ini adalah dengan mendeteksi panjang gelombang mulai dari 760nm hingga 1100nm dalam spektrum inframerah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.. Setelah mendeteksi nyala api dalam spektrum tersebut, jalur keluaran



digital (DO) akan menjadi *High*. Keluaran analog (AO) akan memberikan pengukuran langsung dari pembacaan dalam rentang dari 0 hingga 1200. Modul ini juga memiliki *potensiometer* untuk menyesuaikan sensitivitas dalam pengukuran. Umumnya modul ini digunakan dalam sistem deteksi kebakaran.

Spesifikasi dari modul KY – 026 tersebut dapat dilihat dari Tabel 2.6. berikut :

Tabel 2.6. Spesifikasi KY – 026 [14].

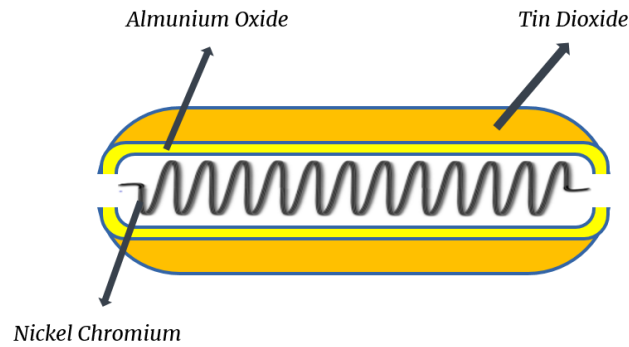
Tegangan	3,3V ~ 5,5V
Panjang gelombang deteksi spektrum	760 nm hingga 1100 nm
Sudut pendeteksian sensor	60°
Ukuran modul	1,5cm x 3,6cm (0,6in x 1,4in)

### 2.2.10 Pengertian Modul MQ – 2



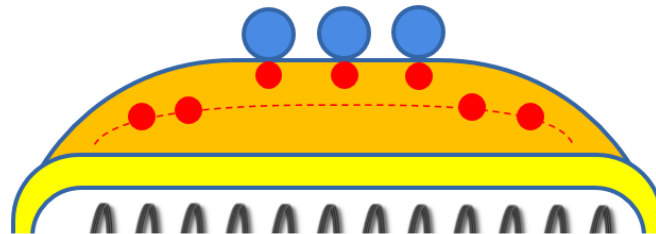
Gambar 2.9. Modul MQ – 2 [15].

Gas Sensor (MQ2) adalah modul sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi kebocoran gas baik pada rumah maupun industri dan juga mendeteksi apakah ada asap disekitar sensor tersebut. Sensor ini sangat cocok untuk mendeteksi H<sub>2</sub>, LPG, CH<sub>4</sub>, CO, Alkohol, Asap atau Propane. Karena sensitivitasnya yang tinggi dan waktu respon yang cepat, pengukuran dapat dilakukan dengan cepat. Pada beberapa bentuk sensitivitas sensor dapat disesuaikan dengan *potensiometer*.



Gambar 2.10. Komponen utama modul MQ - 02

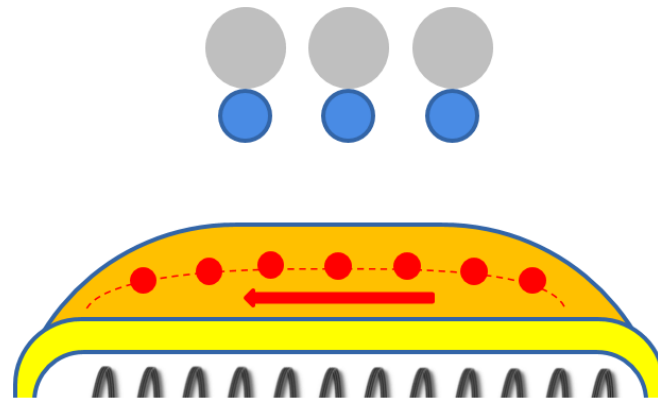
Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan merubahnya menjadi keluaran berupa tegangan analog yang dapat diterima oleh mikrikontroler. Pada bagian dalam kubah baja sensor ini terdapat enam pin yang tersusun secara hexagonal dan komponen pembacaan data terletak pada tengah hexagonal tersebut. Seperti pada Gambar 2.10. komponen pembacaan tersebut terdiri dari Almunium Oksida ( $Al_2O_3$ ) yang dilapisi oleh Tin Dioksida ( $SnO_2$ ) kemudian terdapat *Nickel - Chromium* didalamnya yang bertugas memanaskan komponen hingga suhu kerja alat tersebut.



Saat udara bersih

Gambar 2.11. Reaksi komponen utama sensor dengan oksigen.

Cara kerja dari komponen pembaca ini dapat dilihat pada Gambar 2.11.. Langkah pertama adalah Almunium Oksida ( $Al_2O_3$ ) yang dilapisi oleh Tin Dioksida ( $SnO_2$ ) akan dipanaskan oleh *Nickel - Chromium*. Kemudian Tin Dioksida yang memiliki elektron donor didalamnya akan teradsopsi dengan oksigen diluar sehingga tertarik ke lapisan luar yang mengakibatkan laju elektron didalam Tin dioksida menjadi tidak lancar. Semakin jernih udaranya maka semakin banyak elektron yang ditarik oleh oksigen dan memberikan *output* rendah pada sensor.

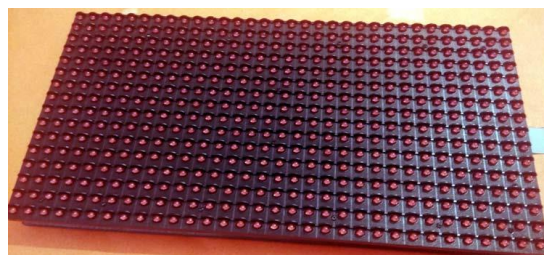


Saat ada asap / gas

Gambar 2.12. Reaksi komponen utama sensor dengan oksigen.

Sebaliknya pada saat ada komponen gas atau asap yang masuk ke dalam kubah, oksigen yang mengikat elektron akan di angkat sehingga laju elektron didalam Tin Dioksida akan menjadi lancar seperti pada Gambar 2.12.. Semakin pekat gas atau asap yang masuk maka semakin banyak elektron yang dilepas dan memberikan *output* tinggi. Sensor dapat mengukur konsentrasi gas mudah terbakar mulai dari 300 sampai 10.000 ppm. Dapat beroperasi pada suhu mulai dari -20°C sampai 50°C dan mengkonsumsi arus kurang dari 150 mA pada 5V. Pada gambar diatas dapat dilihat sensor berbentuk kubah berongga kecil dengan empat pin. Selain keluaran dalam bentuk analog, modul ini juga dapat memberi keluaran digital dengan syarat harus menetapkan nilai ambang pada nilai tertentu menggunakan *potensiometer* agar hasil tidak terlalu berbeda dengan data analog.

### 2.2.11 Pengertian Modul P10 LED Display



Gambar 2.13. P10 LED Matrix Display [16].

Modul LED display P10 adalah sebuah panel yang tersusun dari ratusan LED dan saling berintegrasi. Panel ini memiliki total 512 LED dengan tingkat kecerahan

tinggi dan dipasang pada sebuah rangka plastik yang dirancang khusus agar memudahkan pemakaian. Beberapa panel tersebut dapat digabungkan dalam struktur baris dan kolom sesuai penggunaan. Ukuran luas LED adalah 32 x 16 yang berarti ada 32 LED pada setiap baris dan 16 LED pada setiap kolom nya. Modul ini menggunakan tegangan DC sebesar 5V.

### 2.2.12 Pengertian Buzzer

*Buzzer* merupakan sebuah komponen elektronika yang masuk dalam keluarga *transduser*, dimana *Buzzer* berkerja dengan mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Nama lain dari komponen ini disebut dengan *Beeper*. Dalam kehidupan sehari – hari, umumnya digunakan sebagai komponen dalam rangkaian alarm pada jam, bel rumah, perangkat peringatan bahaya, dan lain sebagainya. Jenis – jenis yang sering ditemukan dipasaran yaitu tipe *piezoelectric*. Dikarenakan tipe ini memiliki kelebihan seperti harganya yang relatif murah, mudah diaplikasikan ke dalam rangkaian elektronika. Bentuk dari *buzzer* itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.14..



Gambar 2.14. Buzzer [17].

Pada saat ada aliran catu daya atau tegangan listrik yang mengalir ke rangkaian yang menggunakan *piezoelectric*, maka akan terjadi pergerakan mekanis pada *piezoelectric* tersebut. Dimana gerakan tersebut mengubah energi listrik menjadi energi suara yang dapat didengar oleh telinga manusia. *Piezoelectric* menghasilkan frekuensi pada kisaran antara 1 – 5 kHz hingga 100 kHz yang diaplikasikan ke *Ultrasound*. Tegangan operasional *piezoelectric* pada umumnya yaitu berkisar antara 3Vdc hingga 12 Vdc.

Terdapat 2 jenis *Buzzer* yang tersedia dipasaran antara lain *Passive Buzzer* dan *Active Buzzer*. *Passive Buzzer* adalah *Buzzer* yang tidak mempunyai suara sendiri, sehingga cocok untuk dipasangkan dengan arduino agar dapat diprogram tinggi rendah nadanya. Contoh dalam kehidupan sehari – hari yaitu *speaker*. *Active Buzzer* yaitu *Buzzer* yang dapat berdiri sendiri atau *stand alone* atau singkatnya sudah mempunyai suara tersendiri ketika diberikan catu daya.