

## **BAB II** **LANDASAN TEORI**

### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Terdapat beberapa penelitian tentang pembuatan alat ukur kualitas udara sebelumnya diantaranya adalah sebagai berikut :

“Sistem Pendeteksi Kadar Gas Methana (CH<sub>4</sub>) Berbasis IoT Menggunakan NODEMCU ESP8266 dan Sensor Gas MQ-5” Dalam penelitian ini menjelaskan tentang alat pendeteksi gas yang keluar dari LPG yang buruk bagi kesehatan manusia yang pengolahan datanya menggunakan NODEMCU ESP8266 dan berbasis IoT (Putra, Ramadani, Wicaksono, & Triwiyatno, 2019).

“Sistem *Monitoring* dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan *Platform* IoT” dalam penelitian ini menjelaskan tentang prototipe alat pendeteksi kualitas udara di dalam ruangan menggunakan mikrokontroler wemos dan sensor MQ135 yang terhubung dengan *platform* IoT sebagai sistem *monitoring* dan notifikasi (Waworundeng & Lengkong, 2018).

“Pembangunan Sistem Monitoring Kualitas Udara dan Gas dalam Ruangan dengan Platform IoT dan Notifikasi via Android” Dalam penelitian ini menjelaskan tentang alat pendeteksi kualitas udara dan gas yang tercemar oleh asap rokok yang menggunakan NODEMCU ESP8266 dan sensor MQ-7, MQ-2, Lasser Dust ZH03A, dan PZEM-004t (Fadli & Safrianti, 2020).

“Implementasi Sistem Monitoring Polusi Udara Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara Dengan Pemodelan Finite State Machine” Dalam penelitian ini menjelaskan tentang sistem *monitoring* kualitas udara ditempat terbuka yang menggunakan NODEMCU untuk local server yang nantinya akan menyediakan layanan Wifi agar pengguna dapat mengakses data dan di main datanya menggunakan sensor MQ-2, MQ-7, MQ-131, MQ-136, DHT22, dan sel surya yang nanti hasilnya akan di masukan ke web server dan di bisa diakses lewat internet (Prahadis, Syauqi, & Akbar, 2018).

## **2.1 Sistem Monitoring**

Sistem monitoring merupakan salah satu sistem pelaporan atau peninjauan ulang berupa tindakan atas informasi berupa proses yang sedang diimplementasikan. Monitoring akan memudahkan penggunaanya dalam mengawasi, menganalisa, maupun mengendalikan suatu sistem secara langsung. Sistem monitoring mampu menyediakan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna dengan konsep yang SMART (*Specific, Measurable, Attainable, Relevant, and Time-bound*).

Sistem monitoring merupakan sistem yang hingga saat ini berperan dalam mengelola sistem tenaga listrik. Perkembangan ini menjadi semakin meningkat dari pengembangan sistem pengaturan konvensionalnya. Setiap sistem seperti halnya gardu induk yang membutuhkan seorang operator dengan sistem pengaturan berbasis komputer dengan tujuan agar sistem dapat dipantau dan diawasi secara terpusat walaupun dari jarak yang jauh.

Sistem monitoring yang terhubung persistem yang tidak memerlukan adanya operator lagi itu berarti fungsi operator dapat diambil alih sepenuhnya oleh sistem. Sistem monitoring berfungsi dalam *security system* yang dilakukan dalam mengontrol sistem operasi. Sistem monitoring akan memberikan informasi terbaru kepada operator sistem tenaga yang berkaitan dengan kondisi suatu sistem, pengoperasian yang lebih efektif serta adanya pengukuran kuantitas yang kritis dan mentransmisikan hasil daripada pengukuran ke dalam *control center*.

## **2.2 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)**

Saat ini Indeks standar kualitas udara yang dipergunakan secara resmi di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor:P 14 / MENLHK /SETJEN /KUM.1 /7 / 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara. Dalam keputusan tersebut yang dipergunakan sebagai bahan pertimbangan diantaranya: bahwa untuk memberikankemudahan dari keseragaman informasi kualitas udara ambien kepada masyarakat di lokasi dan waktu tertentu serta sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan upaya-upaya pengendalian

pencemaran udara perlu disusun Indeks Standar Pencemar Udara. Indeks Standar Pencemar Udara adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Indeks Standar Pencemar Udara ditetapkan dengan cara mengubah kadar pencemar udara yang terukur menjadi suatu angka yang tidak berdimensi dan ada faktor faktor tertentu yang mempengaruhi konsentrasi udara ada Kecepatan dan arah angin, suhu, kelembaban, intensitas matahari dan curah hujan. Parameter dan rentang Indeks Standar Pencemar Udaradapat dilihat pada tabel 2.1 dan tabel 2.2 (Apriawati & Kiswandono, 2017).

Tabel 2. 1 Batas Indeks Standar Pencemaran Udara.

ISPU	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	HC
50	50	15,5	80	4000	120	80	45
100	150	55,4	365	8000	235	200	100
200	350	150,4	800	15000	400	1130	215
300	420	250,4	1600	30000	800	2260	432
>300	500	500	2100	45000	1000	3000	648

Keterangan: Hasil perhitungan nilai parameter ISPU diambil nilai yang paling tertinggi.

Tabel 2. 2 Kategori Indeks Standar Pencemaran Udara.

ISPU	Pencemaran Udara Level	Dampak kesehatan
0 - 50	Baik	tidak memberikan dampak bagi kesehatan manusia atau hewan.
51 - 100	Sedang	tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang peka.
101 - 199	Tidak Sehat	bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang peka atau dapat menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika.
200 - 299	Sangat Tidak Sehat	kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
300 - 500	Berbahaya	kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi (misalnya iritasi mata, batuk, dahak dan sakit tenggorokan).

Parameter ISPU yang berada di tabel 2.1 dapat dihitung berdasarkan Nomor:P 14 / MENLHK /SETJEN /KUM.1 /7 / 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara Tata Cara Perhitungan ISPU. Nilai ISPU dapat dihitung dengan rumus berdasarakan berikut dibawah ini.

$$I = \frac{(Ia-Ib)}{(Xa-Xb)}(Xx - Xb) + Ib \quad (1)$$

Keterangan:

I = ISPU terhitung

Ia = ISPU batas atas

Ib = ISPU batas bawah

Xa = Kadar ambien batas atas

Xb = Kadar ambien batas bawah

Xx = Kadar ambien nyata hasil pengukuran

### **2.3 Pengertian Pencemaran Udara**

Pengertian pencemaran udara berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 tahun 1997 pasal 1 ayat 12 mengenai Pencemaran Lingkungan yaitu pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pencemaran yang berasal dari pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran sampah, sisa pertanian, dan peristiwa alam seperti kebakaran hutan, letusan gunung api yang mengeluarkan debu, gas, dan awan panas.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (RI) nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara merupakan masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam atmosfer oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan / atau komponen lain ke dalam atmosfer oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan atau mempengaruhi kesehatan manusia.

Menurut Kepolisian Daerah Direktorat Lalu Lintas Provinsi Sumatera Utara, jumlah total kendaraan bermotor yang terdata di Sumatera Utara sampai dengan tahun 2014 adalah sebanyak 5.605.495 unit atau meningkat sekitar 5,2 % dari tahun 2013. Dengan adanya peningkatan jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya maka semakin besar pula sumber pencemaran udara. Gas – gas hasil pembakaran bahan bakar minyak (BBM) kendaraan bermotor seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dapat mempengaruhi temperatur dan kelembapan udara, semakin besar gas – gas pencemar beredar di atmosfer maka akan semakin mengancam kesehatan makhluk hidup disekitarnya (Apriawati & Kiswandono, 2017).

## **2.4 Suhu Udara**

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata – rata dari pergerakanmolekul – molekul.Suhu suatu benda ialah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan (transfer) panas ke benda – benda lain atau menerima panas dari benda – benda lain tersebut. Dalam sistem dua benda, benda yang kehilangan panas dikatakan benda yang bersuhu lebih tinggi.

## **2.5 Kelembapan Udara**

Kelembapan udara adalah banyaknya kandungan uap air di udara(atmosfer). Udara atmosfer adalah campuran dari udara kering dan uap air. Kelembapan udara ditentukan oleh banyaknya uap air dalam udara. Kalau tekanan uap air dalam udara mencapai maksimum . maka mulailah terjadi pengembunan. Temperature dimana terjadi pengembunan disebut titik embun.

Tingkat kelembapan bervariasi menurut suhu. Semakin hangat suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat ditampung. Semakin rendah suhu udara, semakin sedikit jumlah uap air yang dapat ditampung. Jadi pada siang hari yang panas dapat menjadi lebih lembab dibandingkan dengan hari yang dingin. Kemampuan udara untuk menampung uap air dipengaruhi oleh suhu. Jika udara jenuh uap air dinaikkan suhunya, maka udara tersebut menjadi tidak jenuh uap air. Sebaliknya, jika udara tidak jenuh uap air suhunya diturunkan dan kerapatan airnya dijaga konstan, maka udara tersebut akan mendekati kondisi jenuh uap air. Jadi ketika udara hangat naik dan mulai mendingin, lama kelamaan akan kehilangan kemampuan untuk menahan / menampung uap air.

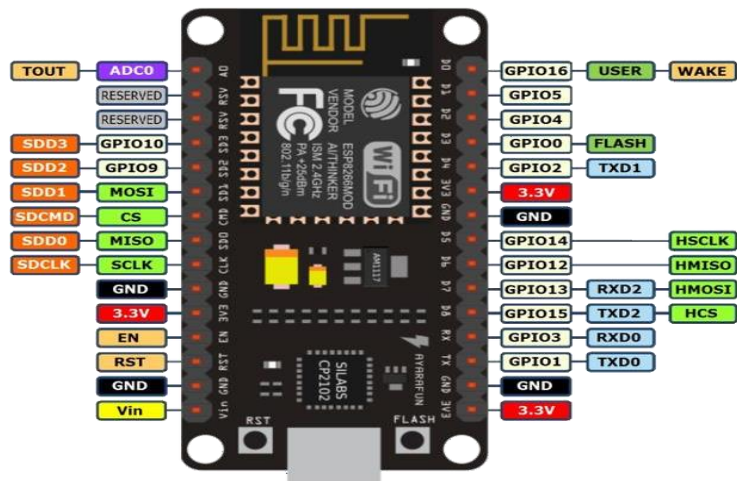
## **2.6 NodeMCU ESP8266**

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa memakai sketch dengan arduino IDE. NodeMCU berukuran panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmwarena yang bersifat open source.

Spesifikasi yang dimiliki oleh NodeMCU sebagai berikut:

1. Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
2. 2 tantalum capacitor 100 micro farad dan 10 micro farad
3. 3.3v LDO regulator.
4. Blue led sebagai indikator.
5. CP2102 USB to UART bridge.
6. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
7. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX.
8. 3 pin ground.
9. S3 dan S2 sebagai pin GPIO.
10. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, SC CMD/SC.S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
11. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
12. Pin Vin sebagai masukan tegangan.
13. Built in 32-bit MCU.

Bagian-bagian dari Node MCU ESP 8266 diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Node MCU ESP 8266 (Anonim, 2018)

## 2.7 Arduino IDE

IDE atau disebut juga Integrated Development Environment adalah program khusus untuk membuat suatu rancangan atau sketsa program arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih yang dituliskan menggunakan java. Program yang ditulis menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor teks yang kemudian disimpan dalam file dengan ekstensi .ino. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur seperti cutting/paste dan seraching/replacing sehingga memudahkandalam menulis kode program, dimana tampilan dari Aruduno IDE diperlihatkan pada Gambar 2.2.





Gambar 2. 2 Arduino IDE

Bagian-bagian dari *toolbar* arduino IDE adalah sebagai berikut:

1. *Verify*

Berfungsi sebagai *Checking code* yang telah dibuat apakah telah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada.

2. *Upload*

Berfungsi untuk mengupload program yang telah dibuat ke arduino.

3. *Editor program*

Berfungsi untuk melakukan kompilasi program yang dibuat menjadibahasa yang dapat terbaca oleh mesin atau arduino.

4. *New*

Berfungsi untuk membuat *sketch* baru.

5. *Open*

Berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah dibuat untuk dilakukanediting atau untuk untuk *upload* ulang ke arduino.

6. *Save*

Berfungsi untuk menyimpan *sketch* yang sudah dibuat (Sokop, Mamahit,& Sompie, 2016).

## 2.8 Sensor MQ135

MQ-135 (Gambar 2.3) adalah sensor udara untuk mendeteksi gas amonia ( $\text{NH}_3$ ), natrium-(di)oksida ( $\text{NO}_x$ ), alkohol / ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), benzena ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas - gas lainnya yang ada di atmosfer. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistansi analog di pin keluarannya. Sensor ini bekerja pada tegangan 5 Volt dan menghasilkan sinyal keluaran analog, karakteristik lengkap sensor gas MQ-135 tertera pada Tabel 2.3.



Gambar 2. 3 Sensor MQ135

Tabel 2. 3 Karakteristik Sensor MQ135

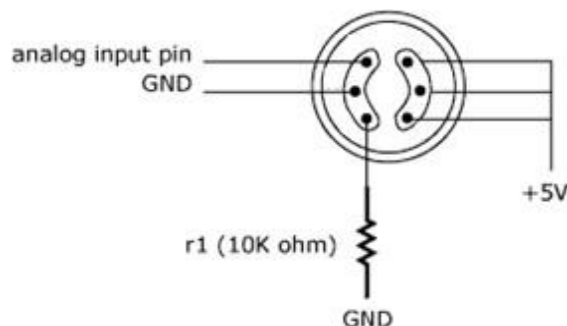
No.	Model:MQ135	Spesifikasi
1.	Catu Daya Heater	5 Volt AC/DC
2.	Catu Daya Rangkaian	5 Volt AC/DC
3.	Target Gas	Amoniak ( $\text{NH}_3$ ), Nitrogen Oksida ( $\text{No}_x$ ), Alkohol, Benzene, Smoke, Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ), Karbon Monoksida ( $\text{CO}$ )
4.	Range Pengukuran	10-300 PPM Amoniak, 10-1000 PPM Benzene, 10-300 PPM Alkohol
5.	Sinyal Keluaran	Analog

Sensor gas MQ-135 memiliki ukuran fisik yang tidak terlalu besar, namun performa sensor ini adalah yang terbaik di kelasnya. Untuk mengoperasikannya sensor ini menggunakan 4 pin yang terdiri dari VCC, GND, Digital Output, dan Analog Output (Gambar 2.4).



Gambar 2. 4Ukuran dan Bagian – Bagian Sensor MQ135

Seperti yang ditunjukkan dalam pada Gambar 2.5, komponen sensitif sensor ini terdiri dari 2 bagian. Bagian pertama adalah sirkuit pemanas memilikifungsi kontrol waktu (tegangan tinggi dan pekerjaan tegangan rendah sirkuler). dan bagian kedua adalah rangkaian output sinyal, secara akurat dapat merESPon perubahan permukaan resistansi sensor.

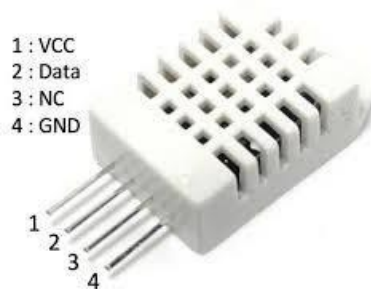


Gambar 2. 5 Ukuran dan Bagian – Bagian Sensor MQ135

Material sensitif dari sensor gas ini adalah SnO<sub>2</sub> (Timah Oksida), dimana memiliki nilai konduktifitas yang rendah jika berada di udara bersih, dan ketika sensor ini mendeteksi gas polutan maka nilai konduktifitas menjadi tinggi seiring dengan meningkatnya gas yang dideteksi.

## 2.9 Sensor DHT22

Sensor DHT22 (Gambar 2.6) adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitarnya. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan di dalam One Time Programming (OTP) program memori, sehingga ketika sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. Sensor ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari rESPon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga radius 20 (dua puluh) meter. Karakteristik dari sensor DHT22 dapat dilihat pada Tabel 2.5.



Gambar 2. 6 Sensor DHT22

Tabel 2. 4 Karakteristik Sensor DHT22

Jenis Spesifikasi	Keterangan
Model	DHT22
Catu Daya	3 - 6 Volt DC
Output signal	digital signal via single-bus
Range Pengukuran	humidity 0-100% RH $\pm$ 2-5% RH error temperature -40°C -80 °C error of $\pm$ 0,5 °C
Accuracy	humidity $\pm$ 4% RH (Max $\pm$ 5%RH), temperature $\pm$ 2.0 Celsius
Resolution or Sensitivity	humidity 1%RH; temperature 0.1°C
Repeatability	humidity $\pm$ 1%RH; temperature $\pm$ 0,2°C
Humidity hysteresis	$\pm$ 0,3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing periode	Average: 2s
Dimensions size	25 x 15.1 x 7.7 mm

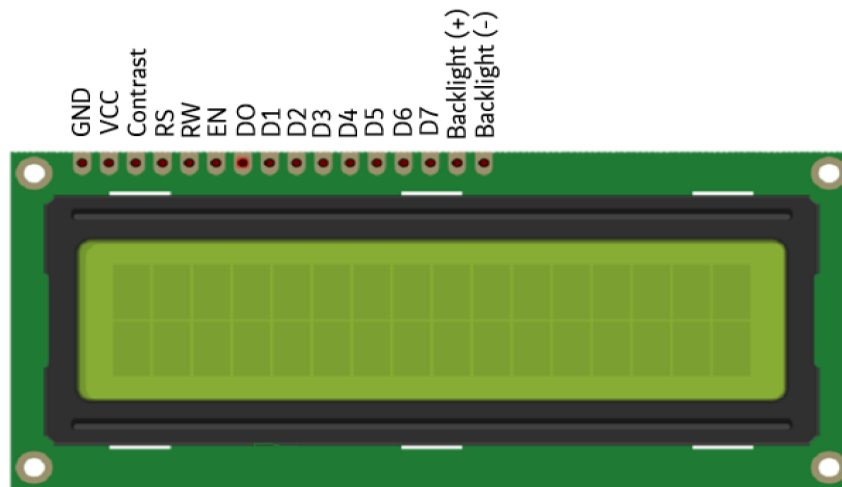
Struktur sensor DHT22 (Gambar 2.6) memiliki empat buah kaki yaitu: pada bagian kaki (VCC), dihubungkan ke bagian Vss yg bernilai sebesar 5V, bagian kaki GND dihubungkan ke ground (GND) pada papan mikrokontroler Arduino Uno, sedangkan pada bagian kaki data yang merupakan keluaran (output) dari hasil pengolahan data analog dari sensor DHT22 yang dihubungkan ke bagian analog input, yaitu pada bagian pin PWM (*Pulse Width Modulation*) pada papan mikrokontroler Arduino Uno dan yang terdapat satu kaki tambahan yaitu kaki NC (*Not Connected*), yang tidak dihubungkan ke pin manapun. Keterangan mengenai sensor DHT22 dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Sensor ini memiliki keluaran sinyal digital yang di kalibrasi dengan sensor suhu dan kelembapan yang kompleks. DHT22 mempunyai keluaran

impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. Setiap sensor DHT22 memiliki fitur kalibrasi sangat akurat dari kelembapan ruang kalibrasi. Kalibrasi disimpan dalam memori program OTP, sensor internal mendeteksi sinyal yang kemudian akan diproses menjadi nilai keluaran sensor (Prahardis, Syauqi, & Akbar, 2018).

## **2.10 LCD (Liquid Crystal Display)**

LCD atau Liquid Crystal Display adalah suatu modul display elektronik yang berfungsi sebagai penampil informasi. LCD 16x2 memiliki arti yaitu dapat menampilkan 16 karakter dalam 1 baris, dan 2 artinya memiliki 2 baris untuk memuat masing-masing 16 karakter (Character Module datasheet: East Rising). LCD mempunyai 2 register yaitu register command dan data. Command merupakan daftar perintah yang menyimpan suatu instruksi perintah yang diberikan kepada LCD. Perintah itu sendiri merupakan suatu instruksi yang diberikan kepada LCD untuk melakukan tugas yang telah ditetapkan oleh pengguna. Salah satu contoh dari perintah itu sendiri adalah menginisialisasi, membersihkan layar, mengatur posisi kursor, mengontrol layar, dan menampilkan karakter pada layar. Register data berfungsi sebagai penyimpanan data yang akan ditampilkan pada LCD. Data itu sendiri yaitu nilai ASCII karakter yang akan ditampilkan pada layar LCD (Simatupang, Sompie, & Tulung, 2015). Pin-pin dari LCD diperlihatkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Liquid Crystal Display

Keterangan :

1. GND : catu daya 0Vdc
2. VCC : catu daya positif
3. Constrate : untuk kontras tulisan pada LCD
4. RS atau Register Select :
  - High : untuk mengirim data
  - Low : untuk mengirim instruksi
5. R/W atau Read/Write :
  - High : mengirim data
  - Low : mengirim instruksi
  - Disambungkan dengan LOW untuk pengiriman data ke layar
6. E (enable) : untuk mengontrol ke LCD ketika bernilai LOW, LCD tidak dapat diakses
7. D0 – D7 = Data Bus 0 – 7
8. Backlight + : disambungkan ke VCC untuk menyalakan lampu latar
9. Backlight – : disambungkan ke GND untuk menyalakan lampu latar

## 2.11 Firebase

Firebase merupakan sebuah penyedia layanan berupa *database real time* dan *backend* yang dapat digunakan diberbagai *platform*. *Backend* sendiri merupakan salah bagian dari code aplikasi yang terhubung langsung dengan *database*. Tampilan awal Firebase diperlihatkan seperti Gambar 2.8.

Gambar 2. 8 Tampilan Awal Firebase.



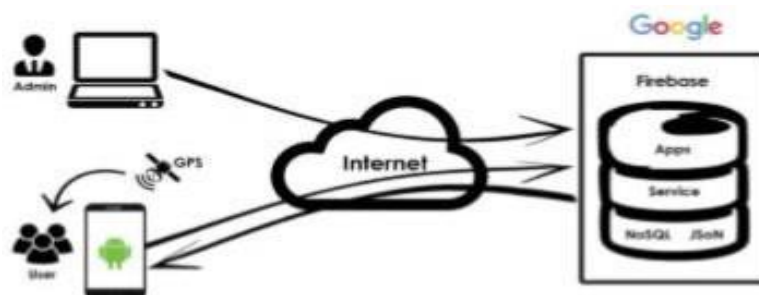
Firebase menyediakan *library* untuk pengguna *platform* yang memungkinkan integrasi dengan Android, iOS, Javascript, Java, Objective-C serta Node. Firebase digunakan untuk mempermudah dalam penambahan fitur-fitur yang akan dibangun oleh *developer*. Terdapat empat metode untuk menulis data ke Firebase *realtime*, yang dituliskan pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 5 Metode Penulisan ke Firebase.

Metode	Penggunaan umum
Set Value	Menulis atau mengganti data ke jalur yang didefinisikan seperti <code>users/&lt;user-id&gt;/&lt;username&gt;</code>
Push	Tambahkan kedaftar data , setiap kali anda memanggil <code>push()</code> , Firebase akan menghasilkan ID unik, seperti <code>user-posts/&lt;user-id&gt;/&lt;unique-post-id&gt;</code>
Update children	Memperbarui beberapa kunci untuk jalur yang didefinisikan tanpa mengganti semua data
Run Transaction	Memperbaharui data kompleks yang bias rusak karena pembaharuan bersamaan.



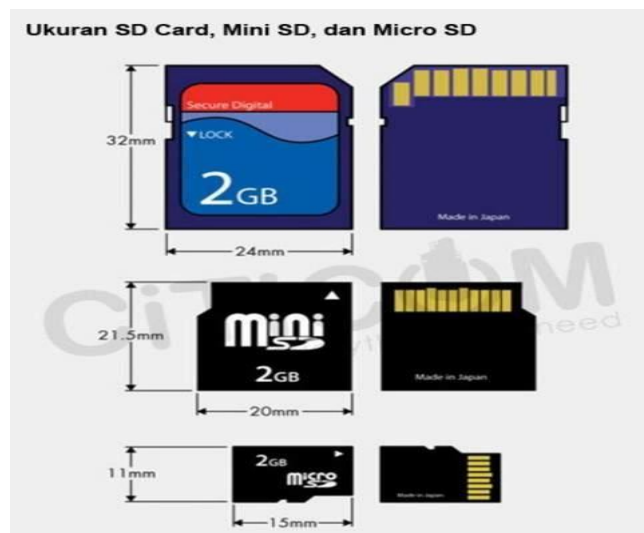
*Firestore Database* merupakan *cloud database*. Data disimpan dalam format JSON dan disinkronkan secara *realtime* kesetiap pengguna yang terhubung. Ketika membangun aplikasi *hybrid* lintas *platform*, seperti Android dan iOS maka semua pengguna berbagi satu *instance Realtime Database* dan secara otomatis menerima pembaruan dengan data tertentu. *Firestore Database* adalah basis data NoSQL dan karena itu memiliki optimalisasi dan fungsionalitas yang berbeda dibandingkan dengan basis data relasional. Membuat database Firestore bisa melalui import file JSON ke konsol Firestore, atau dapat juga dibuat langsung melalui halaman konsol *Realtime Database* secara manual (Ilhami, 2017). Arsitektur Firestore secara umum digambarkan seperti Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Arsitektur Firestore.

## 2.12 Memory Card

Memory card adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menyimpan suatu data digital seperti gambar digital, suara digital, berkas digital, dan video digital. Memori card memiliki beberapa jenis ukuran atau kapasitas penampungan penyimpanan data digital tersebut antara lain yaitu 16 MB, 32MB, 64MB, 128MB, dan 256MB. Memori card memiliki bentuk dan ukuran seperti pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Bentuk dan Ukuran Memory Card