

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang monitoring polusi udara sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa ringkasan *Studi Literatur* digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian tersebut sudah dilakukan.

1. (Sastra, 2016) dengan judul Pengembangan Sistem Monitoring Pencemaran Udara Berbasis Protokol Zigbee Dengan Sensor CO Penelitian ini menggunakan protocol zigbee sebagai media transmisi tanpa kabel, kemudian menggunakan arduino *with socket xbee* dan sensor gas MQ-9 sebagai stasiun node. Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan sebuah sistem yang secara realtime menampilkan data tingkat pencemaran udara gas karbon monoksida (CO) yang sangat berbahaya bagi kehidupan manusia. Sistem ini diharapkan membantu dalam pengontrolan wilayah sekitar kampus dari tingkat polusi udara gas CO
2. (Bahar, 2018) dengan judul Rancang Bangun Alat Monitoring Polusi Udara Pada Kawasan Industri Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Penelitian bertujuan untuk membuat rancang bangun alat monitoring polusi udara pada kawasan industri berbasis mikrokontroler arduino uno. pengujian alat dilakukan pada satu titik di area Kawasan Industri Makassar (KIMA) dan memperoleh hasil monitoring polusi udara sebesar yaitu untuk CO sebesar 0.89 ppm, NO_x sebesar 1.74 ppm dan H₂S sebesar 0.04.
3. (Tito Tuesnad, 2016) dengan judul Rancang Bangun Sistem Monitoring Polusi Udara Portabel Berbasis Koordinat Gps (Global Positioning System) sistem bertujuan merancang sebuah alat yang dapat memantau tingkat polutan di udara dengan memanfaatkan kemajuan teknologi sistem monitoring. Peralatan yang digunakan antara lain mikrokontroler AVR tipe ATmega32 sebagai unit pusat kontrol dengan menggunakan bahasa C. Sensor – sensor yang digunakan untuk mengukur jumlah gas yang ada di udara adalah sensor

gas TGS 2600 yang berfungsi untuk mengukur kadar CO , TGS 2201 untuk mengukur kadar NO dan HC, LDR untuk mengukur intensitas cahaya, dan SHT 11 untuk mengukur suhu, GP2Y1010AU0F untuk mengukur partikel debu, serta GPS untuk menentukan posisi dan koordinat dimana alat pengukur berada. Pengujian alat monitoring polusi udara ini dilakukan di tiga tempat berbed di lingkungan Universitas Diponegoro Semarang. Dengan hasil, nilai rata – rata CO, NO , dan HC adalah 0,801 ppm, 0,857 ppm, dan 0,876 ppm. Nilai rata – rata suhu dan kelembapan adalah 36,52°C dan 67,56 RH. Sedangkan nilai rata – rata untuk partikel debu adalah 0,017 mg/m².

- 4 (Bayu Nugroho, 2011) dengan judul Aplikasi Sistem Pendeteksi Kadar Gas Buang Kendaraan Bermotor sistem kendali diterapkan untuk *Tingkat deteksi* aplikasi dari sistem pembuangan kendaraan bermotor yang dibuat digunakan untuk mendeteksi jumlah kadar gas NO dan gas CO dengan menggunakan sensor TGS2201. Data dari sensor diolah oleh mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan pada PC melalui port serial, desain program aplikasi dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi.
- 5 (Fadli, 2020)Pembangunan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dan Gas Dalam Ruang Dengan Platform Iot Dan Notifikasi Via Android.. hasil ujicoba alat ini yaitu Notifikasi android memberitahu user jika keadaan listrik PLN mati maka notifikasi akan menampilkan “Listrik Padam !”. Untuk notifikasi selanjutnya adalah jika nilai bacaan dari LPG-Gas (300 ppm), CO (200 ppm), dan PM_{2,5} (151ugram/m³) melebihi standar maka notifikasi akan memberitahu user jika nilai sensor melebihi batas aman. Berdasarkan hasil monitoring kualitas udara dan gas yang dilakukan selama 24 jam, waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data ke server thingspeak.com adalah sekitar 30 detik, sesuai dengan pemogramaan di andorid.
- 6 (Prahadis, 19 Desember 2018)Implementasi Sistem Monitoring Polusi Udara Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara Dengan Pemodelan Finite State Machine. Sistem ini menggunakan metode Finite State Machine (FSM) yang bertujuan untuk menerapkan prinsip kerja sistem dengan menggunakan 3 hal, yaitu State, Event, Action. Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan

nilai korelasi pembacaan sensor MQ2 dengan tegangan keluarannya 94,45%, sensor MQ7 sebesar 94,98, sensor MQ136 sebesar 95,79. Kemudian untuk sensor DHT22 memiliki rata – rata kesalahan sebesar 2,68%. Selain itu jarak komunikasi NRF dapat berkomunikasi pada jarak maksimal 50 meter, dan jarak konektivitas dengan WiFi ESP dengan jarak maksimal 160 meter. Untuk waktu penerimaan data, waktu paling cepat yaitu 1,13 detik. Kemudian sistem dalam menerapkan permodelan Finite State Machine telah berhasil baik penerapan di Main Device maupun Hub Device dengan presentase keberhasilan 100%

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Zat Pencemar

Pencemaran udara adalah suatu kondisi di mana kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan kesehatan tubuh manusia. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota-kota besar dan juga daerah padat industri yang menghasilkan gas-gas yang mengandung zat di atas batas kewajaran. Rusaknya atau semakin sempitnya lahan hijau atau pepohonan di suatu daerah juga dapat memperburuk kualitas udara di tempat tersebut. Semakin banyak kendaraan bermotor dan alat-alat industri yang mengeluarkan gas yang mencemarkan lingkungan akan semakin parah pula pencemaran udara yang terjadi. Untuk itu diperlukan peran serta pemerintah, pengusaha dan masyarakat untuk dapat menyelesaikan permasalahan pencemaran udara yang terjadi (As'Ari F, 2013). Dalam udara terdapat beberapa gas yang secara langsung memiliki dampak berbahaya bagi tubuh, adapun gas-gas yang berbahaya tersebut antara lain:

1. Nitrogen Dioksida (NO₂)

Nitrogen Dioksida (NO₂) bersifat racun terutama terhadap paru. Kadar NO₂ yang lebih tinggi dari 100 ppm dapat mematikan sebagian besar binatang percobaan dan 90% dari kematian tersebut disebabkan oleh gejala pembengkakan paru (edema pulmonari). Kadar NO₂ sebesar 800 ppm akan mengakibatkan 100% kematian pada binatang-binatang yang diuji dalam waktu 29 menit atau

kurang. Percobaan dengan pemakaian NO_2 dengan kadar 5 ppm selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan kesulitan dalam bernafas (As'Ari F, 2013).

2.2.2 Sumber Daya Udara

Udara merupakan salah satu unsur alam yang pokok bagi makhluk hidup yang ada di muka bumi terutama manusia. Tanpa udara yang bersih maka manusia akan terganggu terutama kesehatannya yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Udara dikatakan normal dan dapat mendukung kehidupan manusia apabila komposisinya seperti tersebut dalam table di bawah ini. Sedangkan apabila terjadi penambahan gas-gas lain yang menimbulkan gangguan serta perubahan komposisi tersebut, maka dikatakan udara sudah tercemar/terpolusi.

Kualitas udara ambien dari suatu daerah ditentukan oleh daya dukung alam daerah tersebut serta jumlah sumber pencemaran atau beban pencemaran dari sumber yang ada di daerah tersebut. Zat-zat yang dikeluarkan oleh sumber pencemar ke udara dan dapat mempengaruhi kualitas udara antara lain gas Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Dioksida (SO_2), debu serta kandungan Timah Hitam (Pb) dalam debu.

Tabel 2.1 Komposisi Udara Bersih

Jenis gas	Formula	Konsentrasi (% volume)	Ppm
1. Nitrogen	N_2	78,08	780,800
2. Oksigen	O_2	20,95	209,500
3. Argon	Ar	0,934	9,340
4. Carbon Dioksida	CO_2	0,0314	314
5. Neon	Ne	0,00812	18
6. Helium	He	0,000524	5
7. Methana	CH_4	0,0002	2
8. Krypton	Kr	0,000114	1

Sumber : Environmental Chemistry, Air and Water Pollution

Tabel 2.2 Udara Bersih dan Udara Tercemar Menurut WHO

Parameter	Udara Bersih	Udara Tercemar
Bahan Partikel	0,01 – 0,02 mg/m ³	0,07 – 0,7 mg/m ³
SO ₂	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 2 ppm
CO	< 1 ppm	5 – 200 ppm
NO ₂	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 0,1 ppm
CO ₂	310 – 330 ppm	350 – 0,1 ppm
Hidrokarbon	< 1 ppm	1 – 20 ppm

2.3 Perangkat Keras Yang Digunakan

2.3.1 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sebuah sensor kimia atau gas sensor. Sensor ini mempunyai nilai resistansi R_s yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (heater) digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar (Novrian D, 2014).



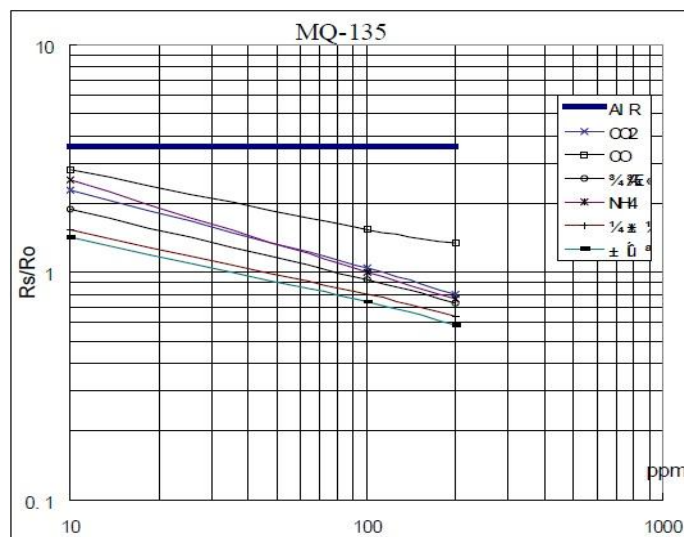
Gambar 2.1 Sensor MQ-135
(Sumber: Olimex, 2014)

Sensor MQ-135 memiliki spesifikasi antara lain sebagai berikut :

1. Sensitivitas tinggi dengan area deteksi luas b. Berusia panjang
2. Detection gas : NH₃, NO₂, Alcohol, Benzene, Bensol, Asap, CO₂ dan lain-lain d. Concentration : 10 - 10000 ppm

3. Loop Voltage (V_c) : <24V
4. Heater Voltage (V_h) : 5V
5. Load Resistance (R_L): Dapat disesuaikan h. Heater resistance (R_h) : 31 ohm
6. Heater Consumption : <900mW
7. Sensing resistance : 2K ohm - 20K ohm (pada 100ppm NH_3).
8. k. Slope : ≥ 5
9. Standard operating voltage : 5V
10. Preheat time : >48 jam

Sensor MQ-135 memiliki sensitivitas seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2.2 Kurva karateristik sensitivitas
(Sumber: Olimex, 2014)

Gambar 2.2 menunjukkan karateristik sensitivitas dari sensor MQ-135 pada umumnya untuk beberapa gas. Temperatur lingkungan agar sensor dapat bekerja yaitu 20oC, kelembapan sebesar 65%, konsentrasi O_2 sebesar 21%, R_L sebesar 20k Ω , R_o yaitu tahanan sensor saat gas NH_3 pada udara bebas mencapai 100ppm, R_s yaitu tahanan sensor pada konsentrasi gas yang berbeda (Olimex, 2014).

2.3.2 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IOT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman luar untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan adruino IDE. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), IIC, 1-Wire dan ADC (Analog to Digital Converter) semua dalam satu board. GPIO NodeMCU ESP8266 seperti Gambar 2.1. NodeMCU berukuran panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmwarena yang bersifat opensource.

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 4
10. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
11. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
12. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
13. Pin Vin sebagai masukan tegangan.
14. Built in 32-bit MCU.



Gambar 2.3, GPIO NodeMCU ESP8266 v3

1. RST : berfungsi mereset modul
2. ADC: Analog Digital Converter. Rentang tegangan masukan 0-1v, dengan skop nilai digital 0-1024
3. EN: Chip Enable, Active High
4. IO16 :GPIO16, dapat digunakan untuk membangunkan chipset dari mode deep sleep
5. IO14 : GPIO14; HSPI_CLK
6. IO12 : GPIO12: HSPI_MISO
7. IO13: GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS 5
8. VCC: Catu daya 3.3V (VDD)
9. CS0 :Chip selection
10. MISO : Slave output, Main input
11. IO9 : GPIO9
12. IO10 GBIO10
13. MOSI: Main output slave input
14. SCLK: Clock
15. GND: Ground
16. IO15: GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
17. IO2 : GPIO2;UART1_TXD

18. IO0 : GPIO0
19. IO4 : GPIO4
20. IO5 : GPIO5
21. RXD : UART0_RXD; GPIO3
22. TXD : UART0_TXD; GPIO

2.4 Perangkat Lunak Yang Digunakan

Pengertian perangkat lunak atau biasa disebut *software* adalah sekumpulan data elektronik yang sengaja disimpan dan diatur oleh komputer berupa program ataupun instruksi yang akan menjalankan sebuah perintah. Perangkat lunak atau software disebut juga sebagai penerjemah perintah-perintah yang dijalankan oleh user untuk diteruskan dan diproses oleh perangkat keras (*hardware*). Dengan adanya perangkat lunak inilah sebuah sistem mampu menjalankan perintah.

2.4.1 Software Mikrokontroler Arduino Uno

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment* (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau *sketsa* program untuk papan *Arduino*. IDE *arduino* merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*. IDE arduino terdiri dari.

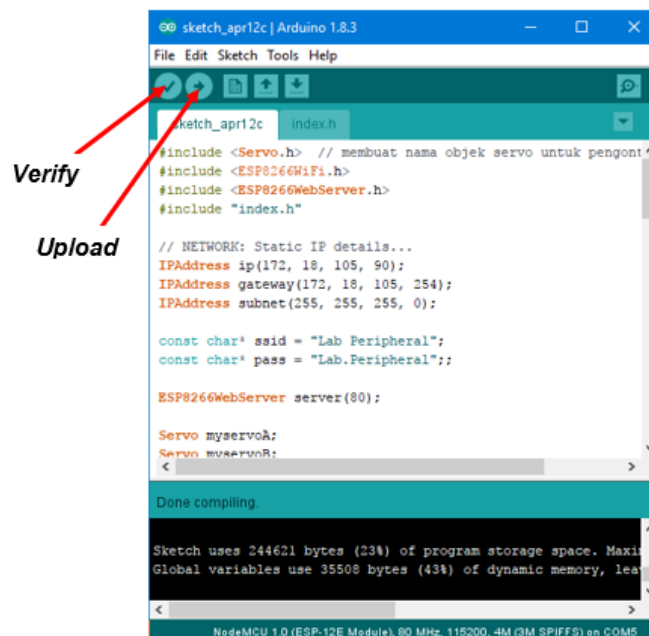
2.4.2 Prangkat Lunak Arduino IDE

IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Enviroenment*. IDE merupakan program yang digunakan untuk membuat program pada Arduino Uno. Program yang ditulis dengan menggunakan *Software Arduino* (IDE) disebut sebagai sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi.ino.

Pada *Software Arduino* IDE, terdapat semacam message box berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan error, compile, dan upload program. Di bagian bawah paling kanan *Software Arduino* IDE,

menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan (Arranda Ferdian D, 2017).

- a. *Verify/Compile*, berfungsi untuk mengecek apakah sketch yang dibuat ada kekeliruan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang dibuat akan *dicompile* kedalam bahasa mesin.
- b. *Upload*, berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke *Arduino Board*.

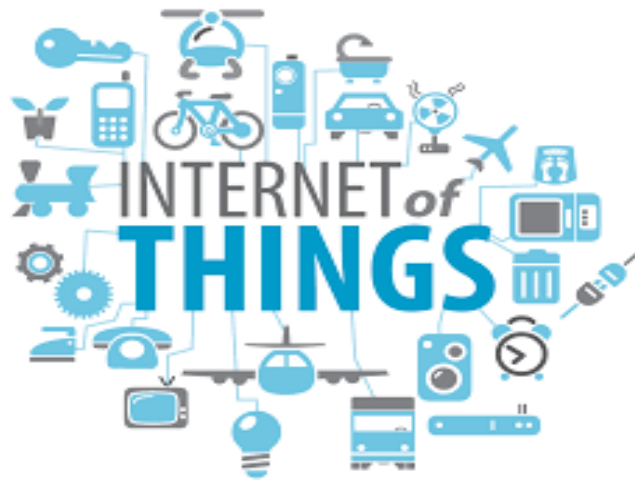


Gambar 2.4 Arduino IDE
(Sumber: Arranda Ferdian D. 2017)

2.4.3 *Internet of Things*

Internet of Things, atau dikenal juga dengan singkatan **IOT**, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda

hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. Pada dasarnya, *Internet of Things* mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis Internet. Istilah *Internet of Things* awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui *Auto-ID Center* di MIT. Dan kini IoT menjadi salah satu tugas bagi seorang mahasiswa di sebuah perguruan tinggi.



Gambar 2.5. Ilustrasi dari *Internet Of Things*

(Sumber : <https://www.meccanismocomplexo.org/en/iot-internet-of-things/>,
Diakses Tanggal 6 Maret 2017)

2.4.4 *Android*

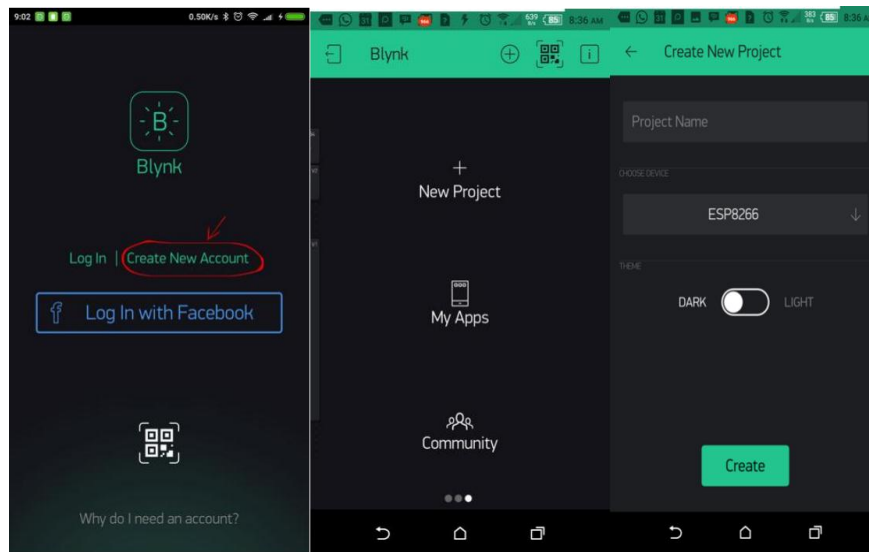
Android adalah sistem operasi untuk perangkat seluler yang berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi. *Android* menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang buat menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak. Awalnya, *Google Inc.* membeli *Android Inc.* pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Kemudian untuk mengembangkan *Android*, dibentuklah *Open Handset Alliance*, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk *Google*, *HTC*, *Intel*, *Motorola*, *Qualcomm*, *T-Mobile*, dan *Nvidia*. Pada saat perilisan perdana *Android*, November 2007, *Android* bersama *Open Handset Alliance* menyatakan mendukung pengembangan standar terbuka pada perangkat seluler. Dilain pihak, *Google* merilis kode-kode

Android di bawah lisensi *Apache*, sebuah lisensi perangkat lunak dan standar terbuka perangkat seluler. Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi Android. Pertama yang mendapat dukungan penuh dari Google atau *Google Mail Services* (GMS) dan kedua adalah yang benar-benar bebas distribusinya tanpa dukungan langsung Google atau dikenal sebagai *Open Handset Distribution* (OHD).

2.4.5 Aplikasi Blynk

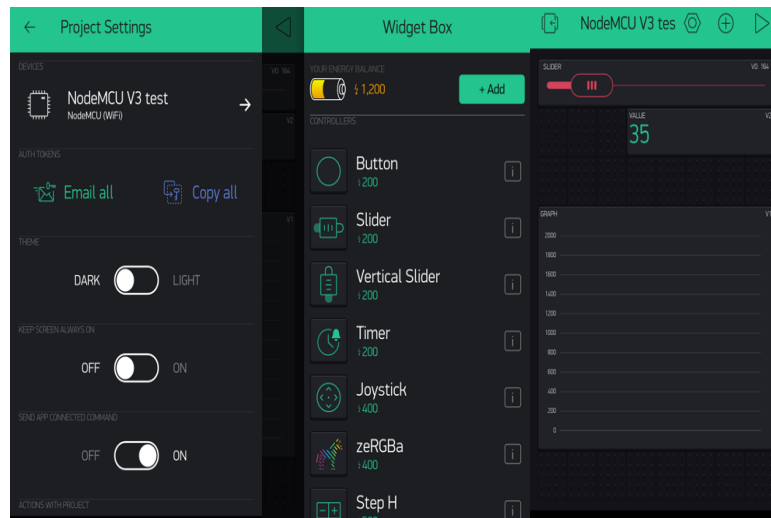
Blynk adalah *aplikasi* untuk IOS dan OS Android untuk mengontrol *Arduino, NodeMCU*, *Raspberry Pi* dan sejenisnya melalui Internet. *Aplikasi* ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain. *Aplikasi Blynk* memiliki 3 komponen utama, yaitu *Aplikasi*, *Server*, dan *Libraries*. *Blynk server* berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara *smartphone* dan *hardware*. *Widget* yang tersedia pada *Blynk* diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*. *Blynk* tidak terikat dengan beberapa jenis *microcontroller* namun harus didukung *hardware* yang dipilih. *Nodemcu* dikontrol dengan Internet melalui WiFi, chip *ESP8266*, *Blynk* akan dibuat online dan siap untuk *Internet of Things*. Cara pembuatan *user interface* pada *Blynk* sebagai berikut :

Membuka *aplikasi blynk*, pertama membuat akun untuk mendapatkan *auth token* yang dikirim melalui email. Setelah itu membuat project dengan diberi nama “MONITORING” dan *hardware* yang digunakan, kemudian pilih *create* seperti pada Gambar



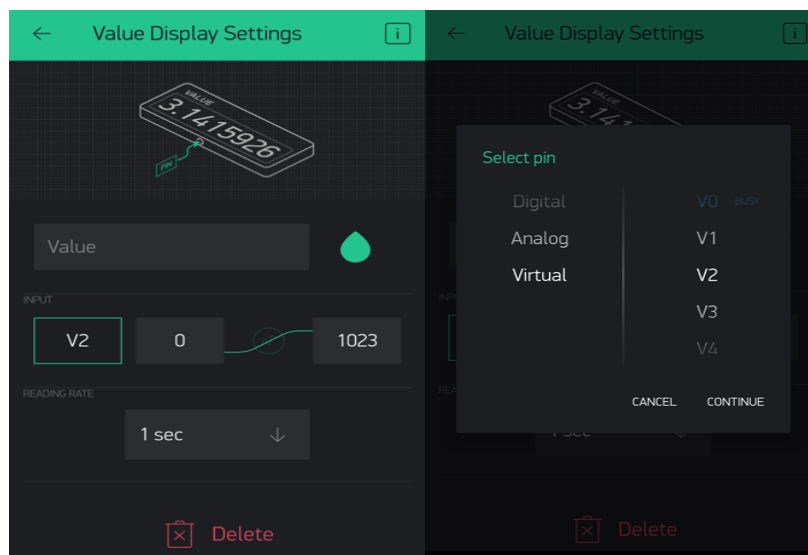
Gambar 2.6 Membuat Akun Dan Project Pada Aplikasi Blynk

Untuk menghubungkan *device IOT* dengan *server blynk* dibutuhkan kode keamanan Authentication yang dikirimkan dari *server blynk* ke email melalui *Project Setting* pada menu *auth token*. Menu *Project Setting* terdapat pada icon nomor 3 dari kanan . Menu yang lainnya adalah segitiga digunakan untuk *play aplikasi project* dan menu plus digunakan untuk menambah komponen dalam *project aplikasi blynk*. Kode *auth token* dapat didapatkan melalui pengiriman email ataupun langsung dicopy melalui *aplikasi blynk*. *Auth token* yang dikirimkan melalui email atau langsung copy dari aplikasi nanti akan dimasukkan kode program yang dimasukkan dalam ESP8266 untuk menambah komponen input *output project* dapat menggunakan menu plus yang ada didalam lingkaran. Terdapat bermacam-macam komponen diantaranya *Button* , *Slider*, *Vertical Slider*, *ValueDisplay* dan juga komponen *graphic*. Berbagai macam komponen yang tersedia disesuaikan dengan kredit power yang masih tersisa. kredit power pada saat registrasi diberikan sejumlah 2000. Untuk topup kredit power dapat menggunakan *google play* kredit.



Gambar 2.7 Auth Token dan Widget Pada Aplikasi Blynk

Menambahkan komponen *value display* dengan *caradrag and drop* pada komponen yang tersedia, selanjutnya melakukan konfigurasi komponen *value display* pin menjadi *virtual pin V1*. Komponen ini digunakan untuk menampilkan data yang nanti akan dikirimkan dari *hardware ke Aplikasi Blynk*.



Gambar 2.8 Value Display

Menambahkan komponen *Slider Display* dengan cara *drag and drop* pada komponen yang tersedia, selanjutnya melakukan konfigurasi komponen *value display* pin menjadi *Virtual Pin V0*. Komponen *Slider* ini akan digunakan untuk mengirimkan data dari *Aplikasi Blynk ke hardware*.