

BAB 2

DASAR TEORI

2.1. KAJIAN PUSTAKA

Secara umum, tujuan pemasangan infus adalah untuk membantu pasien mengembalikan cairan dalam tubuh yang hilang, membantu menyediakan makanan dan membantu membawa obat ke dalam tubuh pasien. Itu sebabnya pada proses pergantian infus harus diperhatikan untuk menghindari timbulnya komplikasi yang dapat memperparah keadaan pasien akibat terlambatnya pergantian infus. Ada beberapa cara untuk menentukan dan mengontrol jumlah cairan yang masuk ke dalam tubuh pasien[1].

Pada penelitian sebelumnya, ada beberapa cara untuk menentukan cairan infus yang masuk ke dalam tubuh. Seperti dalam penelitian Sistem Monitoring Cairan Infus Terpusat Menggunakan Pengolahan Citra Digital oleh Ringga Aulia Primahayu, Fitri Utaminingrum, Dahnia Syauqy melakukan penelitian menggunakan kamera yang mengarah ke infus dengan metode *thresholding*. Dalam penelitian ini, kamera webcam diuji mengarah ke infus dengan cairan berwarna merah dengan latar belakang berwarna putih. Akurasi dari perhitungan cairan infus mencapai 96,32% selain itu hasil dari pengukuran dapat dilihat melalui software [4].

Dalam penelitian Sistem Controlling dan Monitoring Cairan Infus Berbasis Android yang dilakukan oleh Denny Rofiatul Mardiyah, Iwan Iwut Tritoasmoro, dan Syamsul Rizal berhasil mendeteksi cairan infus menggunakan LED, berfungsi sebagai reflektor cahaya pada tetesan infus dan kemudian ditangkap sensor photodiode, pada penelitian ini dapat diketahui berapa banyak cairan infus yang tersisa. Dalam penelitian ini dapat dibaca menggunakan aplikasi Insidios dalam android [5].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Siti Megawati, Sevy Ariani, dan Nur Indah dengan judul Monitoring Infus Menggunakan Sensor Loadcell melakukan penelitian menggunakan sensor loadcell dan HX711, digunakannya sensor *loadcell* karena sensor tidak menyentuh cairan infus secara langsung, yang dapat mendeteksi berat cairan infus serta memberikan alarm suara apabila cairan infus akan habis.

Hasil dari penelitian tersebut didapatkan bahwa dengan penerapan sensor load cell dan HX711 dapat mendeteksi dan memberikan notifikasi apabila cairan infus habis[6]. Penelitian Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Cairan Infus Menggunakan Sensor Loadcell Berbasis Internet of Things (IoT) oleh Ravin Maulana Putra yang menggunakan sensor loadcell dan NodeMCU ESP8266 sebagai komponen utama menghitung beban infus dengan baik, dan memiliki presentase error pada loadcell sebesar 0.15 [7]. dan pada penelitian yang dilakukan oleh Ganteng Sigit Lazuardi dengan judul Sistem Monitoring Cerdas untuk Infus Menggunakan Loadcell dengan Metode Moving Average melakukan penelitian dengan menggunakan sensor loadcell, yang menghitung jumlah tetes permenitnya dan dengan menambahkan metode moving average kedalam pembacaan loadcell untuk mengurangi nilai error dalam pengambilan datanya [8].

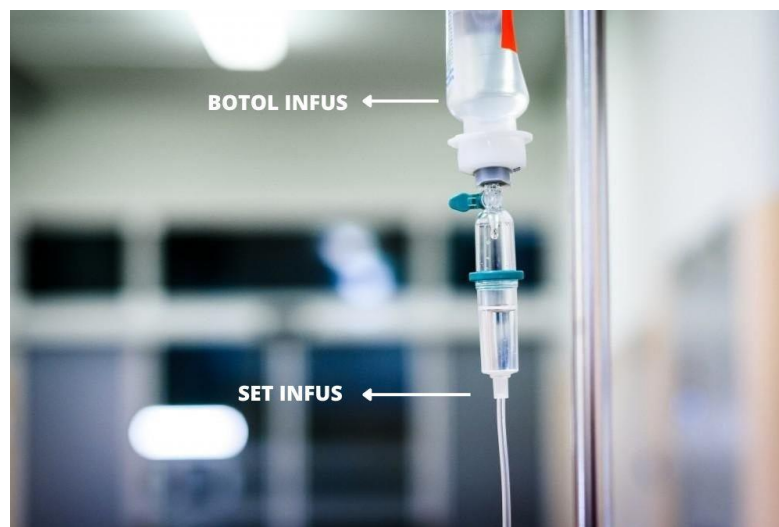
Dari penelitian diatas terdapat tiga cara untuk mendapatkan data yang pertama menggunakan citra digital, yang kedua menggunakan LED dan photodiode dan dengan sensor loadcell. Tetapi dengan penelitian menggunakan citra digital dan photodiode tersebut dalam mengambil data sangatlah bergantung pada pencahayaan. Dan pada penelitian kali ini akan mengukur prediksi pergantian infus dengan menganalisis dan mengukur tetes infus permenitnya, maka sensor yang tepat pada penelitian kali ini adalah sensor loadcell karena dengan sensor ini infus dipastikan tetap steril karena sensor tidak menyentuh cairan infus, dan memiliki akurasi yang baik dalam menghitung beban, dan data yang didapat dengan sensor loadcell merupakan berat dan nantinya dapat diketahui volume infus tersebut, yang dibutuhkan untuk menghitung perubahan berat pada infus yang nantinya mendapatkan tetes permenit untuk mendapatkan prediksi habisnya infus, dan juga sensor loadcell ini mudah dalam penginstalasiannya.

2.2. DASAR TEORI

2.2.1. INFUS

Infus atau cairan intravena merupakan sebuah metode yang dilakukan oleh para tenaga medis untuk menggantikan cairan yang hilang atau obat secara langsung kedalam tubuh menggunakan jarum ke vena pasien. Prinsip kerja infus sifatnya sama seperti air yang mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang

rendah, pada sistem infus terdapat klem selang infus yang mengatur laju cairan menjadi tetesan. Dalam penggunaan infus membutuhkan pemantauan secara berkala, kondisi infus yang kosong sering terjadi karena tidak adanya prediksi waktu yang tepat kapan infus akan habis, atau tetesan infus yang diberikan terlalu besar, kemudian kurangnya pengawasan karena terbatasnya jumlah tenaga medis. Dampak dari kekosongan infus ini sangatlah berbahaya darah dapat naik ke dalam selang yang mengakibatkan *blood clotting* selain itu dapat terjadi juga masuknya gelembung udara yang terdapat pada kantong infus masuk ke dalam pembuluh darah vena, yang dari dampak tersebut dapat menyebabkan kematian[3].



Gambar 2. 1 Set Infus [1]

Sistem kontrol cairan infus atau monitoring cairan infus memudahkan para tenaga medis melakukan pekerjaannya, dan meminimalisir terjadinya resiko yang diakibatkan karena habis atau kosongnya infus. Kebutuhan cairan dapat dilihat dari seberapa butuh pasien tersebut kekurangan cairan tubuh, kebutuhan cairan tersebut dapat ditentukan oleh dokter yang menangani. Waktu pemberian atau lamanya pemberian cairan infus tersebut juga ditentukan dari seberapa parah keadaan pasien. Faktor tetes ditentukan dari jenis set infus yang digunakan set infus yg biasa digunakan terdapat duajenis yaitu infus set mikro dan infus set makro. Infus set mikro biasa digunakan pada pasien anak-anak atau bayi namun pada orang dewasa juga biasa digunakan pada pasien gagal ginjal kronis. Infus set makro biasa digunakan pada pasien dewasa, namun dalam beberapa kasus anak-anak juga

menggunakan set infus ini khususnya pada terapi hidrasi. Dan dari dua set infus tersebut mempunyai perbedaan yaitu pada faktor tetesnya, pada infus set makro adalah 20 tetes untuk 1ml, bisa dikalkulasi satu tetes adalah 0.05ml. Sedangkan faktor tetes untuk set mikro adalah 60 tetes untuk 1ml sehingga satu tetes adalah 0,01665ml[9].



Gambar 2. 2 Set Infus Dewasa

Kecepatan dan banyaknya cairan infus perlu diperhatikan dengan baik untuk mengetahui jumlah tetes permenit dan jumlah cairan infus dalam waktu tertentu dapat dihitung dengan persamaan (2.1) [8].

$$\text{Jumlah Tetes per Menit} = \frac{(V \times FT)}{(T \times 60 \text{ menit})} \quad (2.1)$$

$$\text{Lama Infus} = \frac{(V \times FT)}{(TPM \times 60 \text{ menit})} \quad (2.2)$$

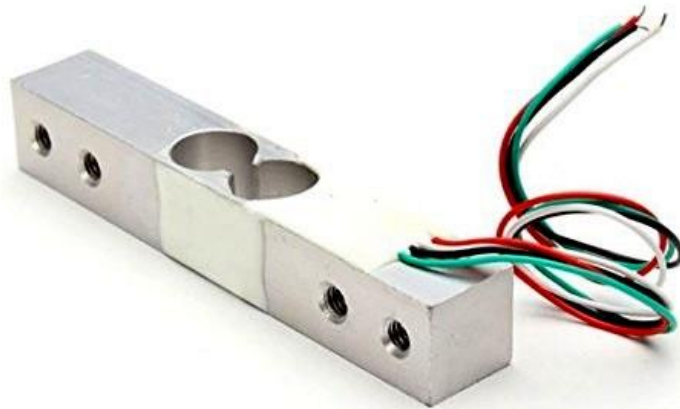
Keterangan :

- V= Kebutuhan Cairan (ml)
- FT= Faktor Tetes = jumlah tetes dalam 1ml
- T= Lama Pemberian (jam)

- TPM = Tetes per Menit

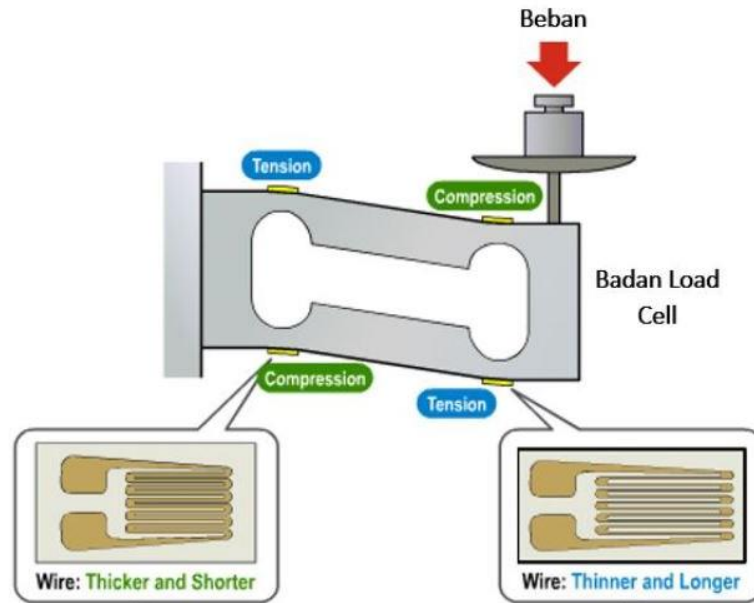
2.2.2. SENSOR LOADCELL

Sensor *loadcell* digunakan untuk menghitung masa benda output sebanding dengan beban atau gaya. Dalam penggunaannya *loadcell* mengkonversi suatu berat menjadi sinyal listrik, melalui suatu rangkaian mekanikal, gaya akan terdeteksi oleh *strain gauge* yang kemudian diukur regangannya sebagai sebuah sinyal listrik.

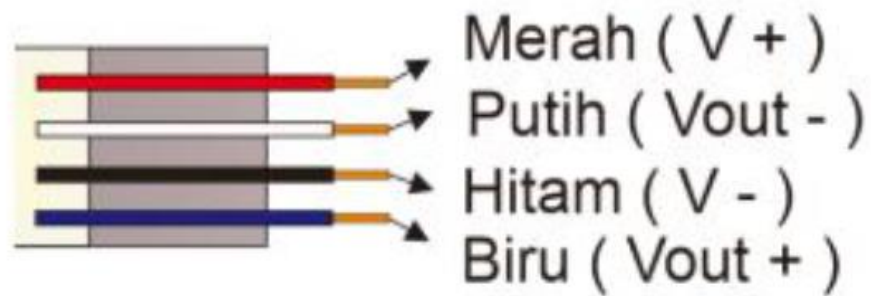


Gambar 2. 2 Sensor Loadcell [10]

Prinsip kerja loadcell ketika mendapat tekanan beban, ketika bagian lainnya yang lebih *elastic* mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan mengalami perubahan regangan, kawat grid mengalami perubahan kondisi menjadi lebih tebal dan lebih pendek, hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya[11]. Stain gauge akan menghasilkan perubahan tahanan listrik atau resistansi dari proses kompresi dan tekanan. Pada gambar 2.3 merupakan prinsip kerja strain gauge loadcell

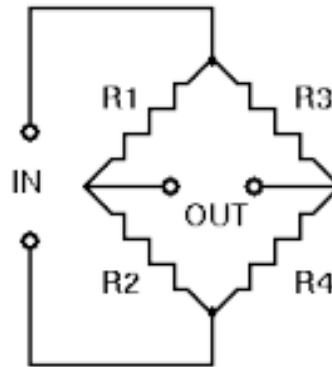


Gambar 2. 3 Prinsip kerja strain gauge[12]



Gambar 2.4 Kutub pada loadcell

Sensor *loadcell* mempunyai kutub positif, kutub negatif, tegangan luaran (Vout+) dan (Vout-) terdapat 4 warna kabel. Warna merah merupakan sumber tegangan V(+), warna putih merupakan tegangan luaran (Vout-), warna hitam merupakan sumber tegangan V(-), yang terakhir adalah warna hijau yang merupakan tegangan luaran (Vout+). Sumber tegangan pada *loadcell* sebesar 5-12 VDC. Saat sensor *loadcell* tidak diberi beban maka tegangan luaran (Vout) 0V tetapi jika sensor *loadcell* diberi beban maka tegangan luaran (Vout) bertambah. Tegangan luaran (Vout) sensor *loadcell* adalah millivolt (mV)



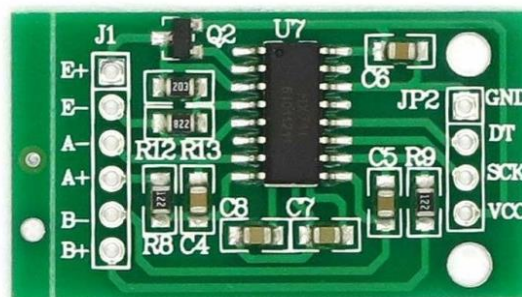
Gambar 2.5 Jembatan wheatstone[12]

Prinsip kerja wheatstone pada gambar 2.4 yaitu jika loadcell diberi beban, nilai R pada rangkaian tersebut akan berubah, yang membuat beda potensial pada loadcell, dan dari beda potensial ini akan didapatkan outputnya. Output atau V_{out} didapatkan dari persamaan (2.4)[13].

$$V_o = V_{In}x\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) - (V_{In} x \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right)) \quad (2.4)$$

Output data (+) pada loadcell diakibatkan oleh perubahan resistansi pada R1, dan output data (-) dipengaruhi oleh perubahan resistansi R3, kemudian keluaran tegangan adalah millivolt, millivolt sulit untuk dideteksi, maka dari itu ditambahkan penguat berupa HX711.

2.2.3 ADC (Analog to Digital Converter) MODUL HX711



Gambar 2. 6 Modul HX711 [13]

Modul HX711 sebagai amplifier atau penguat hasil pembacaan sensor loadcell yang dapat digunakan untuk mengetahui beban suatu benda. Kelebihan dari HX711 ini yaitu strukturnya sederhana yang memudahkan dalam penggunaannya dan memiliki hasil yang stabil, memiliki sensitivitas yang tinggi yang mampu mengukur perubahan dengan cepat[13].

HX711 merupakan komponen modul presisi 24-bit ADC dan di desain untuk sensor timbangan digital. Prinsip kerja HX711 adalah dengan mengkonversi perubahan yang ada dalam perubahan resistansi yang kemudian mengkonversikanya kedalam besaran tegangan rangkaian yang ada[14]. Untuk mengukur besaran ADC pada ADC HX711 menggunakan persamaan (2.5)[15].

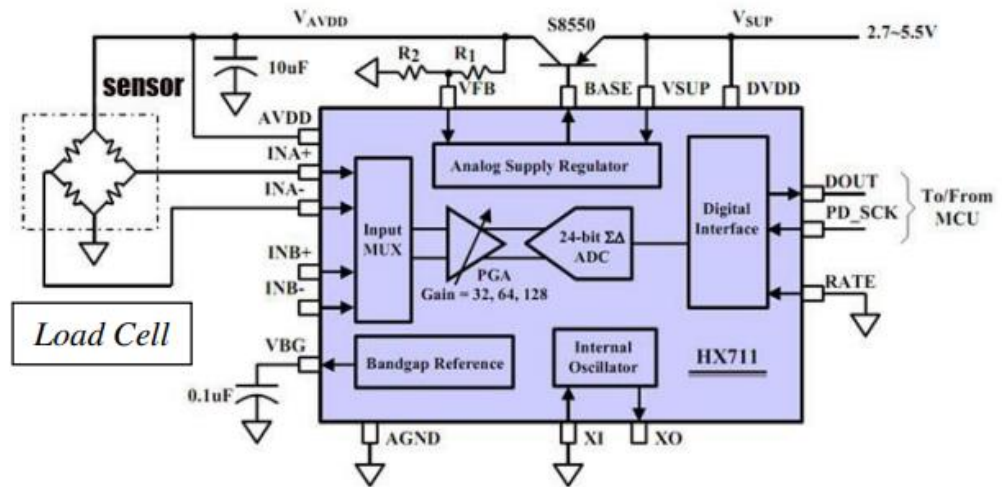
$$Signal = \frac{Sample}{Max Value} \times \text{reference voltage} \quad (2.5)$$

Keterangan :

- Signal = tegangan output ADC
- Sample = Output tegangan dari loadcell
- Reference voltage = tegangan referensi dari modul HX711 yaitu 5V
- Max value = Output 24 bit data digital yaitu $2^{24} - 1 = 16777215$

Dan jika menggunakan ADC 24 bit dengan skala maksimum 16777215, didapatkan sinyal digital 60% x 16777215 = 10066329 (dalam bentuk decimal) dan 999999 (dalam bentuk hexadecimal)

$$Signal = \frac{10066329}{166777215} \times 5 = 3 \text{ volt} \quad (2.6)$$

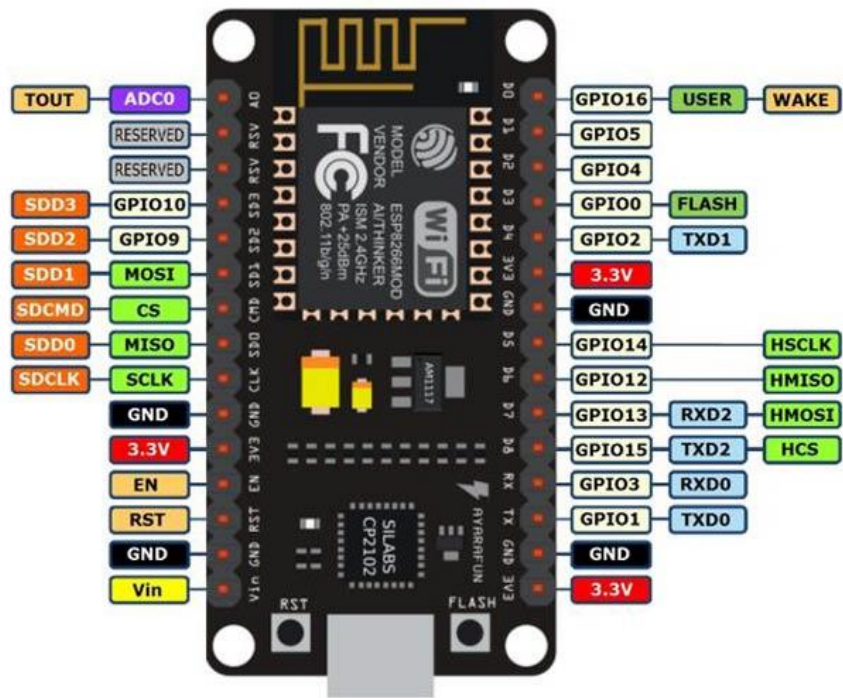


Gambar 2. 7 Rangkaian Modul HX711[14]

Karena keluaran dari sensor sangat kecil batas yang dapat dibaca oleh mikrokontroler adalah 0-5V. Dari strain gauge loadcell menghasilkan sinyal analog yang akan masuk menuju Input MUX (input multiplexer). Pada input multiplexer terdapat dua channel yaitu INA+ dan INA- (channel A) INB+ dan INB- (channel B). pada gambar 2.6, channel yang digunakan adalah channel A untuk mengukur perbedaan tegangan atau selisih yang dihasilkan oleh loadcell pada INA+ dan INA-. Selanjutnya keluaran akan dikuatkan oleh Programmable Gain Amplifier (PGA), penguatan untuk channel A adalah 128 atau 64. Kemudian sinyal akan dikonversi oleh Analog to Digital Converter (ADC) dan keluar melalui DOUT menuju NodeMCU[14].

2.2.4. NODE MCU ESP8266

Node MCU ESP8266 adalah modul turunan pengembangan dari modul platform IoT keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini menyerupai dengan platform modul arduino, tetapi ini dikhususkan untuk “*Connected to Internet*”. NodeMCU berbasis bahasa pemrograman Lua dan menggunakan Arduino IDE untuk pemrogramannya.



Gambar 2. 8 NodeMCU

NodeMCU memiliki beberapa fitur yang dapat mempercepat pengerjaan sebuah projek diantaranya yaitu fungsionalitas PWM (*Pulse Width Modulation*) 13 port GPIO dari D0 sampai D12, *Interface 12C* dan *SPI (Serial Pheriperal Interface)*, *Usb power output*, *pin input* tegangan, *Interface wire*, dan 1 analog digital converter (ADC) dan lainnya[16]. Pada penelitian kali ini dibantu oleh *SPI (Serial Pheriperal Interface)* dalam memproses data yang dikirim dari HX711 yang kemudian data yg dihasilkan dikirim ke *Firestore*



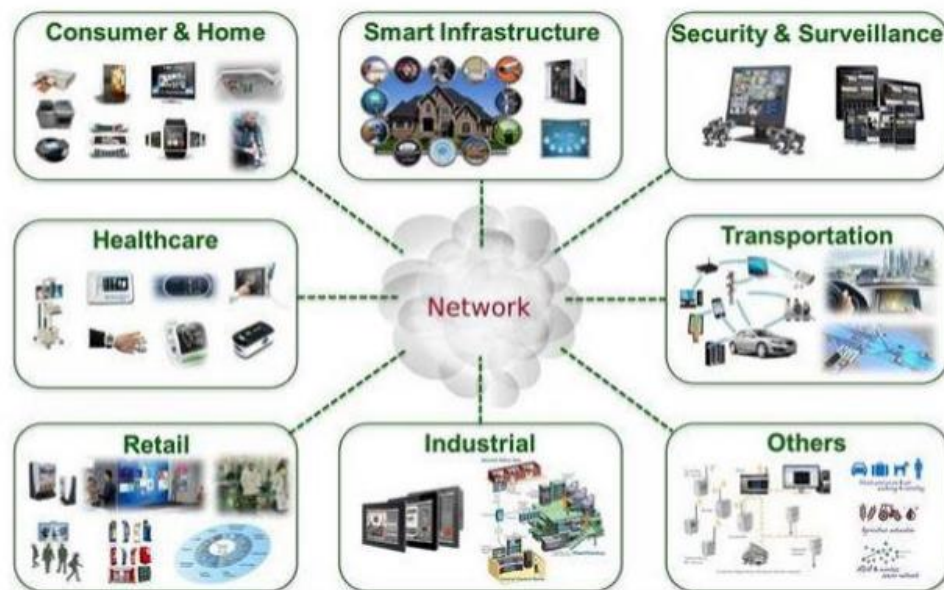
Gambar 2. 9 NodeMCU ESP8266[17]

Tabel 2.1 Speseifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	NodeMCU
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57mm x 30mm
Tegangan Input	3.3 ~ 5V
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Cloock Speed	40/26/24 MHz
Wifi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2,4 GHz - 2,5 GHz
USB Port	Micro USB
USB to Serial Converter	CH340G

2.2.5. Internet of Things

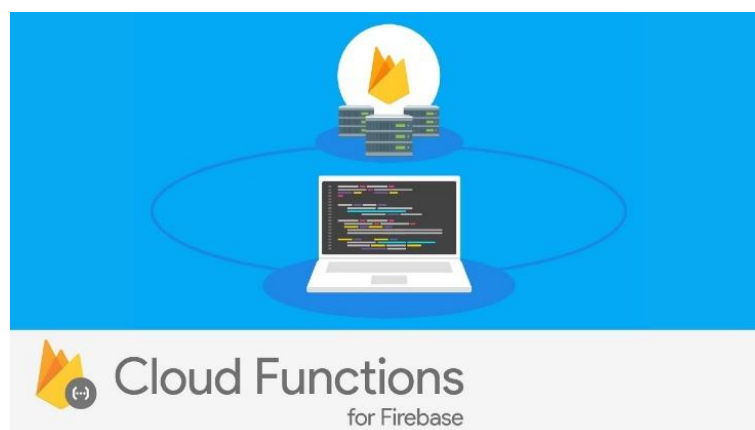
Teknologi Internet of Things (IoT) ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, IoT adalah jaringan yang memungkinkan benda benda disekitar dapat dimonitoring dan dikendalikan dari jarak jauh dengan menghubungkan ke jaringan internet. Cara kerja IoT adalah setiap objek harus memiliki alamat Protokol Internet (IP). Alamat Internet Protocol (IP) adalah identitas internal jaringan memungkinkan benda tersebut dapat diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama. Kemudian alamat Internet Protocol (IP) di benda benda ini akan terhubung ke jaringan internet. IoT mempunyai prinsip kerja dengan memasang sensor atau modul internet of things ke benda atau perangkat yang kemudian mengirimkan informasi kepada pengguna menggunakan internet. Struktur IoT didasarkan pada tiga lapisan yaitu lapisan persepsi, lapisan jaringan, dan lapisan aplikasi. Dan IoT masih terus berkembang sampai saat ini dan banyak manfaat dari IoT yang membuat segala sesuatu pekerjaan manusia menjadi lebih mudah dan cepat, sebagai penunjang kegiatan[18]. Pada penelitian ini platform IoT yang digunakan adalah Firebase.



Gambar 2. 10 Ilustrasi IOT

2.2.6. Firebase

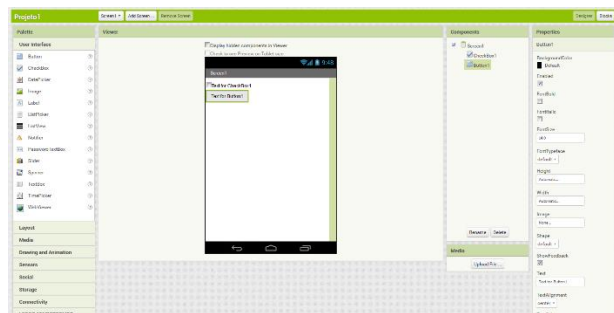
Firebase ini merupakan tempat penyimpanan data atau database BaaS (Backend as a Service) yang mempermudah developer aplikasi dalam menyiapkan, menggunakan, dan mengakses backed cloud (perangkat penyimpan yang dikelola oleh server pusat) untuk mengembangkan aplikasi tanpa effort yang besar, firebase ini dikelola oleh google. Firebase mengambil data, memproses data yang diambil dari mikrokontroler dan penyaluran ke aplikasi pada smartphone. Pada penelitian ini firebase digunakan sebagai tempat penyimpanan data realtime[19].



Gambar 2. 11 Firebase[19]

2.2.7. MIT App Inventor

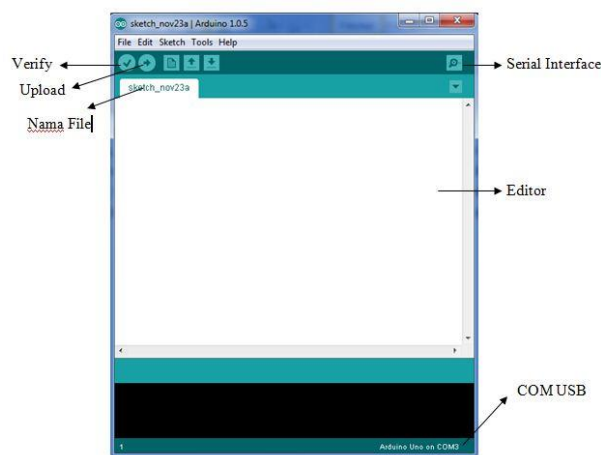
MIT App Inventor merupakan platform yang dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT). Platform MIT App Inventor bisa digunakan untuk pembuatan aplikasi sederhana dalam beberapa bahasa pemrograman. Di platform ini bias mendesain aplikasi android sesuai dengan keinginan menggunakan berbagai tata letak dan komponen yang ada. Pada aplikasi ini nantinya akan dipakai untuk merancang pemantauan volume infus, dan pemrediksian waktu habis infus[20].



Gambar 2. 12 Tampilan MIT App Inventor[20]

2.2.8. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng- upload ke board yang ditentukan, dan meng -coding program tertentu[21].



Gambar 2.13 Tampilan Arduino IDE

2.2.9 ERROR

Error adalah presentase ketidakakuratan hasil data. Presentase ketidakakuratan terhubung dengan kesalahan absolut dan relative. Kesalahan absolut merupakan perbedaan nilai pengukuran dan nilai yang terukur berdasarkan keadaan sebenarnya dengan rumus yang diketahui, dapat dihitung dengan persamaan 2.7 dan persamaan 2.8[22].

$$\text{Absolut Error} = \text{Nilai pengukuran} - \text{Nilai terukur} \quad (2.7)$$

$$\text{Error} = \left| \frac{(\text{Nilai Terukur} - \text{Nilai Pengukuran})}{\text{Nilai Pengukuran}} \right| \times 100\% \quad (2.8)$$

2.2.10 AKURASI DAN PRESISI

Akurasi mengarah pada keakuratan atau ketepatan, yaitu seberapa dekat nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya. Akurasi adalah representasi simultan dari akurasi dan kesamaan hasil dengan membandingkan hasil dengan nilai absolut. Akurasi mendekati pengukuran yang sebenarnya, yang tepat sasaran. Yaitu semakin dekat ukurannya, semakin tinggi akurasinya. Sedangkan presisi menunjukkan seberapa konsisten hasil pengukuran ketika diulang. Nilai presisi dapat berubah karena kesalahan acak, yang merupakan jenis kesalahan pada pengamatan. Presisi mewakili keseragaman dan reproduktifitas pengukuran. Presisi adalah tingkat keunggulan dalam teknologi yang digunakan untuk menghasilkan hasil. Dan untuk menghitung nilai akurasi dapat dihitung dengan persamaan 2.9[22].

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Error} \quad (2.9)$$