

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Smart City*

Perkembangan teknologi semakin maju dan juga *Smart*, konsep *Smart* tidak hanya diterapkan pada alat ataupun perangkat saja melainkan pada sistem dan juga tatanan. Salah satunya diterapkan pada konsep yang disebut sebagai *Smart City*. *Smart City* adalah visi pembangunan kota yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi dan *Internet Of Things* (IOT) untuk mengelola aset kota dengan aman dan nyaman.

Abdoulevv (2011), *Smart City* sebagai sebuah kota yang menggabungkan konsep digital, natural dan sosial sehingga terbentuknya peningkatan ekonomi, infrastruktur kota yang baik, lingkungan yang bersahabat, transportasi dan kehidupan yang nyaman. *Smart City* (kota cerdas) pada hakekatnya merupakan pemanfaatan teknologi agar kota lebih cerdas dan efisien didalam pemanfaatan sumber daya (menghemat biaya dan energi), meningkatkan pelayanan dan kualitas kehidupan dan sehingga mereduksi tapak ekologi, mendukung inovasi dan ekonomi karbon rendah (Dardak, 2014).[7]

Smart City bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, memperbaiki pelayanan publik, dan memberikan kenyamanan dan keamanan untuk masyarakat melalui pemanfaatan teknologi di perkotaan. Konsep yang dikembangkan pada *Smart City* yaitu :

1. Bagaimana mengelola kota dengan menggunakan teknologi.
2. Bagaimana mengelola kota dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (TIK).
3. Pengembangan dan pengelolaan kota dengan pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk menghubungkan, memonitor *dan* mengendalikan berbagai sumber daya yang ada di dalam kota dengan lebih efektif dan efisien untuk memaksimalkan pelayanan kepada masyarakat serta mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

Perusahaan IT dunia yang berperan dalam mengenalkan dan mengimplementasikan konsep *Smart City* di seluruh dunia adalah IBM. IBM membagi *Smart City* menjadi enam jenis yaitu *Smart People*, *Smart Economy*, *Smart Environment*, *Smart Government*, *Smart Living* dan *Smart Mobility*. [2]

Berikut merupakan gambar dari jenis *Smart City* menurut IBM.



Gambar 2. 1 Jenis *Smart City* menurut IBM

(Sumber : <http://isnaanc.blogspot.com/2017/07/6-dimensi-konsep-smart-city.html>)

2.1.1 *Smart People*

Tujuan dari *Smart People* ini untuk menciptakan masyarakat yang melek terhadap teknologi, menyadarkan masyarakat tentang berbagai manfaat yang bisa di dapat dari teknologi khususnya teknologi informasi juga memberikan.

2.1.2 *Smart Economy*

Konsep *Smart Economy* dilakukan dengan melakukan pengembangan dan penataan pusat-pusat bisnis yang terintegrasi. Melakukan penerapan teknologi informasi tepat guna sehingga memudahkan dalam melakukan transaksi.

2.1.3 *Smart Environment*

Smart Environment dikembangkan dengan mengembalikan beberapa fungsi ruang publik, pengembangan lingkungan yang nyaman untuk ditempati dengan berbagai infrastruktur yang lengkap, serta melakukan revitalisasi terhadap ruang-ruang lingkungan hidup sebagai pendukung hidup masyarakat. *Smart Street Light* yang dibuat pada tulisan ini mendukung konsep *Smart Environment* dimana memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi, memperbaiki pelayanan publik, dan memberikan kenyamanan dan keamanan untuk masyarakat melalui pemanfaatan teknologi di perkotaan.

2.1.4 *Smart Government*

Smart Government dikembangkan dan diterapkan untuk melakukan optimasi terhadap layanan pemerintahan yang dibutuhkan dan dapat diakses oleh publik. Dalam hal ini masyarakat diberikan kemudahan untuk mendapatkan informasi, layanan maupun partisipasi dalam pemerintahan yang transparan.

2.1.5 *Smart Living*

Smart Living atau menjamin kelayakan taraf hidup masyarakat di dalam suatu kota. Penerapan *Smart City* menjamin kelayakan taraf hidup masyarakat dalam tiga elemen utama, yaitu kelayakan pola hidup (*Harmony*), kelayakan kualitas kesehatan (*Health*), dan kelayakan moda transportasi (*Mobility*). Selain itu, *Smart Living* juga bergantung pada pendidikan, budaya dan kedisiplinan masyarakat.

2.1.6 *Smart Mobility*

Smart Mobility berfokus pada kemudahan dalam melakukan akses terhadap ruang publik melalui peningkatan sarana dan prasarana teknologi transportasi sehingga tercipta kemudahan, ketertiban, keamanan dan kenyamanan dalam melakukan mobilitas ke berbagai tempat.

2.2 Smart Street Light

Smart Lighting adalah manajemen pencahayaan yang terintegrasi dengan berbagai sensor dan teknologi kontrol. Bersama dengan teknologi informasi dan komunikasi yang ditujukan untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi dan efek merugikan yang lebih rendah dari konsumsi energi pencahayaan.[8]

Dengan adanya *Smart Street Light* membuat kondisi jalan dapat menjadi terang dan juga memberikan kenyamanan dan keamanan bagi masyarakat. Dengan adanya ini diharapkan dapat mengurangi terjadinya tindak kejahatan di jalan yang gelap dan juga mengurangi terjadi kecelakaan di jalan akibat kurangnya lampu penerangan jalan.

2.3 Sistem Kendali

Sistem kendali atau sistem kontrol (*Control System*) adalah suatu alat untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Istilah kendali ini dapat dipraktikkan secara manual untuk mengendalikan sistem kontrol. Dalam sistem yang otomatis alat ini banyak digunakan didalam bidang industri dalam kehidupan sehari-hari sering dipakai untuk mempermudah produksi.

Berikut adalah diagram blok dari komponen sistem kendali.



Gambar 2. 2 Komponen Sistem Kendali

Sistem kendali merupakan sebuah sistem yang mempertahankan sebuah nilai keluaran dari suatu variabel proses sesuai dengan yang diinginkan (*Set Point*). Tujuan dari sistem kendali yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas suatu proses. Alasan diperlukannya suatu sistem kendali adalah :

1. Sistem kendali dapat mengurangi *Human Error* yang dihasilkan pada saat pengoperasian sistem dan meningkat tingkat keamanan bagi pekerja.

2. Sistem otomatis dari sistem pengendalian mengurangi jumlah operator sehingga akan menghemat biaya pengeluaran.
3. Menerapkan sistem ini tentu akan lebih efisien karena dengan menggunakan kontrol, maka setiap perubahan akan di respon lebih cepat dan akurat di bandingkan dengan operator manual.

Pada penelitian ini, penerapan sistem kendali pada *Smart Street Light* berbasis IOT menggunakan sensor intensitas cahaya BH1750 dan *Infrared* atau *Platform* Adafruit IO sebagai *Input*, NodeMCU ESP8266 sebagai *Process* dan LED sebagai *Output*.

2.4 Input Smart Street Light

Dalam suatu sistem memerlukan *Input* agar sistem tersebut dapat aktif dan berfungsi, *Input* merupakan rangsangan dari luar yang memberi masukan kepada sistem dari respon atau perubahan keadaan lingkungan sekitar berupa sinyal perintah untuk kemudian akan diolah di bagian *Process* pada suatu sistem.

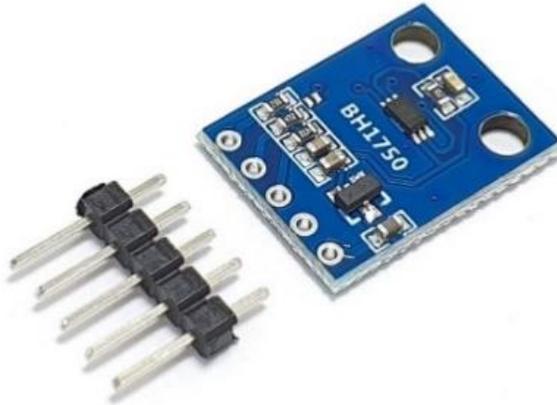
Pada penelitian ini, *Input* pada sistem tersebut berupa sensor intensitas cahaya BH1750, *Infrared* dan *back up* kendali melalui *Platform* Adafruit IO.

2.4.1 Sensor Intensitas Cahaya BH1750[9]

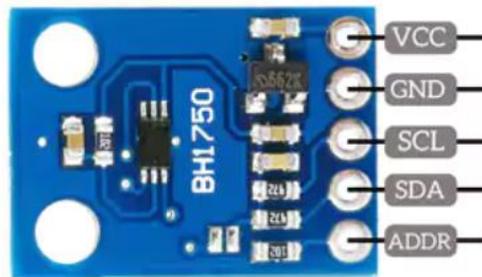
BH1750 adalah sebuah IC sensor yang digunakan untuk mengukur perubahan intensitas cahaya dalam ukuran atau satuan lux. Sensor ini menggunakan protokol I2C untuk komunikasi dengan mikrokontroler atau sistem minimum. Jangkauan deteksi sensor ini cukup luas yaitu antara 1 – 65535 lux. 1 lux berarti 1 lumens intensitas cahaya pada luas 1 meter persegi atau jika ditulis dalam persamaan menjadi :

$$1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lm} / \text{m}^2.$$

Berikut merupakan gambar dari sensor BH1750 dan gambar keterangan pin sensor BH1750.



Gambar 2. 3 Sensor Intensitas Cahaya BH1750



Gambar 2. 4 Pin Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Tabel 2. 1 Pin Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Pin	Keterangan
VCC	+ 2.4V TO +3.6V
GND	<i>Ground</i>
SCL	I2C Clock Pin
SDA	I2C Data Pin
ADDR	I2C Address Pin

Fungsi pin pada sensor intensitas cahaya BH1750 :

1. Pin 1 = VCC, adalah pin catu daya dengan Supply tegangan berada dalam 2.4V hingga 3.6V.
2. Pin 2 = GND, adalah pin ground yang terhubung ke ground sirkuit.
3. Pin 3 = SCL, adalah *Serial Clock Line*. Pin ini digunakan untuk menyediakan pulsa clock untuk komunikasi I2C antara sensor dan mikroprosesor.

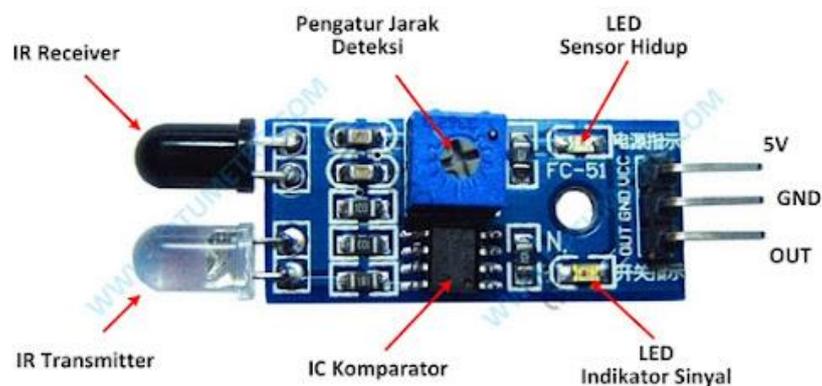
4. Pin 4 = SDA, adalah alamat data serial. Pin ini digunakan oleh komunikasi I2C untuk mentransfer data dari sensor ke mikrokontroler.
5. Pin 5 = ADDR, adalah pin alamat perangkat. Pin ini digunakan ketika lebih dari satu modul dihubungkan, untuk memilih alamat.

Berikut ini adalah fitur dari sensor BH1750 :

1. Catu daya yang dibutuhkan agar sensor ini berfungsi dengan baik adalah 2.4V -3.6V.
 2. Sensor ini mengkonsumsi arus 0,12mA yang sangat kecil.
 3. Tidak ada perhitungan lain yang diperlukan untuk mengukur intensitas cahaya, nilai digital langsung diberikan ke mikroprosesor.
 4. Sensor ini memiliki ADC untuk mengubah intensitas cahaya analog menjadi nilai LUX digital.
 5. BH1750 dapat mengukur intensitas cahaya hingga kisaran 65535 lx unit.
 6. Sensor ini menggunakan protokol komunikasi I2C untuk mengirim data ke mikroprosesor.
 7. BH1750FVI adalah modul utama yang ada di sensor. Modul ini bekerja pada 3.3V. Jadi, regulator tegangan digunakan dengan IC.
 8. Radiasi IR memiliki efek yang sangat kecil pada pengukuran sensor ini.
 9. BH1750 tidak tergantung pada sumber cahaya yang digunakan.
 10. BH1750 memiliki fungsi meredam noise Cahaya 50Hz/60Hz.
 11. Rentang pengukuran sensor dapat disesuaikan.
 12. BH1750 memiliki variasi pengukuran yang sangat kecil. Ini memiliki faktor variasisekitar +/- 20%.
 13. Kisaran suhu pengoperasian sensor ini adalah dari - 40 ° C hingga 85 ° C.
 14. Tegangan referensi I2C minimum adalah 1,65V.
 15. Sensor ini bekerja dengan frekuensi clock I2C 400kHz.
-

2.4.2 Infrared

Modul sensor *Infrared* FC-51 merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi sinar infra merah pada area kerjanya. Dalam rangkaian sensor *Infrared* FC-51 ini terdapat dua buah komponen *Infrared* yaitu pemancar *Infrared* (*IR Transmitter*) dan penerima *Infrared* (*IR Receiver*). Pemancar *Infrared* merupakan sebuah photodiode yang dapat memancarkan sinar infra merah, sedangkan penerima *Infrared* merupakan sebuah dioda khusus yang berfungsi sebagai penerima sinar infra merah. Bagian-bagian sensor *Infrared* FC-51 terlihat pada gambar di bawah.[10][11].



Gambar 2. 5 Bagian-bagian Sensor *Infrared*

Pada saat sumber tegangan dihubungkan ke VCC dan GND, maka lampu indikator modul akan hidup (ON). Cara kerja dari sensor infrared FC-51 ini adalah dengan memancarkan sinar infra merah melalui dioda pemancar infra merah. Jika tidak ada benda yang ada di wilayah pancaran infra merah, maka tidak ada media yang dapat memantulkan sinar infra merah tersebut. Penerima infra merah tidak akan mendeteksi apapun. Pada keadaan ini, LED indikator sinyal akan mati (OFF) dan sinyal keluaran akan berlogika HIGH (5 V).



Gambar 2.6 *Infrared* Saat Tidak Ada Benda

Jika ada benda yang ada di wilayah pancaran infra merah dioda tersebut, maka sinar infra merah tersebut akan dipantulkan kembali. Pantulan sinar infra merah ini akan dideteksi oleh dioda photo dan akan diproses oleh IC LM393. Pada keadaan seperti ini, LED indikator sinyal akan hidup (ON) dan sinyal keluaran akan berlogika LOW (0 V).



Gambar 2.7 *Infrared* Saat Ada Benda

Jarak benda yang dideteksi bisa disesuaikan dengan cara memutar potensio (pengatur jarak) agar dapat mendeteksi benda dengan jarak antara 2 cm hingga 15 cm. Sensor *Infrared* FC-51 ini bekerja dengan tegangan 5 volt DC.

2.5 Process

Process adalah peralatan atau komponen yang digunakan untuk menjalankan aktivitas atau perintah. Pada penelitian ini, *Process* berupa *Controller*. *Controller* adalah komponen sistem yang berfungsi mengolah sinyal umpan balik dan sinyal masukan acuan (*Set Point*) atau sinyal error

mejadi sinyal kontrol. Sinyal eror disini adalah selisih antara sinyal umpan balik yang dapat berupa sinyal keluaran plant sebenarnya atau sinyal keluaran terukur dengan sinyal masukan acuan (*Set Point*). *Controller* dapat mengatur operasi dari suatu sistem yang ada, di bawah pengaturan komputer. *Controller* yang akan memproses sinyal masukan dan memberikan perintah pada *Output*. *Controller* yang digunakan adalah Modul NodeMCU ESP32.

2.5.1 NodeMCU ESP32

Mikrokontroler ESP32 dibuat oleh perusahaan bernama Espressif Systems. Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh ESP32 yaitu sudah terdapat Wi-Fi dan Bluetooth di dalamnya, sehingga akan sangat memudahkan ketika kita belajar membuat sistem IoT yang memerlukan koneksi wireless. Mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki bluetooth dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel. Berikut merupakan gambar komponen NodeMCU ESP32.



Gambar 2. 8 NodeMCU ESP32

Berikut ini merupakan spesifikasi yang dimiliki oleh mikrokontroler ESP32.

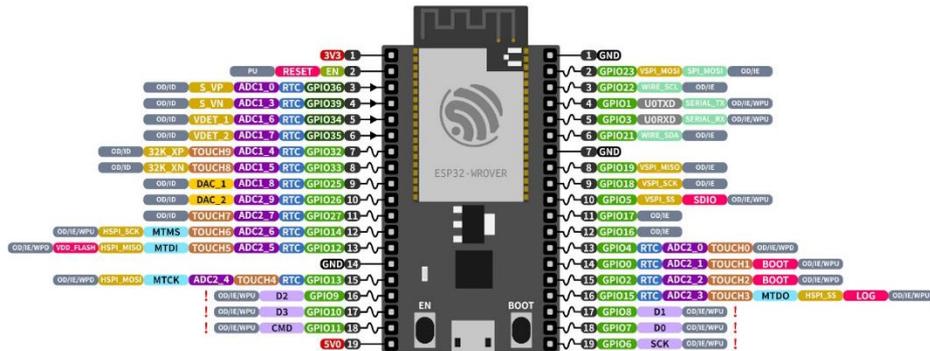
Tabel 2. 2 Spesifikasi NodeMCU ESP32

Atribut	Detail
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240MHz
SRAM	520 KB
FLASH	2 MB (max 64 MB)
Tegangan	2.2V sampai 3.6V
Arus Kerja	Rata-rata 80mA
Dapat di Program	Ya (C.C++. Phyton, Lua, dll)
Open Source	Ya
Konektivitas	
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth	4.2BR/EDR+BLE
UART	3
I/O	
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

Untuk menjalankan program mikrokontroler ESP32 ini memerlukan suatu software pemrograman, berikut ini adalah contoh softwarentya untuk menjalankan program mikrokontroler ESP32, diantaranya sebagai berikut :

1. Arduino Promini.
2. Arduino IDE.
3. Ubuntu 14.04 LTS.
4. ESP-IDF Visual Studio Code Extension.
5. Espressif IoT Development Framework.

Berikut adalah penjelasan dan keterangan dari pin NodeMCU ESP32.



Gambar 2. 9 Pin NodeMCU ESP32



Gambar 2. 10 Keterangan Pin NodeMCU ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet Of Things*. ESP32 sendiri tidak jauh berbeda dengan ESP8266 yang familiar di pasaran, hanya saja ESP32 lebih kompleks dibandingkan ESP8266.

Berikut di bawah ini merupakan tabel Perbedaan NodeMCU ESP8666 dan ESP32.

Tabel 2. 3 Perbedaan NodeMCU ESP8666 dan ESP32

VARIANS	ESP8266	ESP32
PICTURE MODULE		
MCU	Xtensa Single-core 32-bit L106	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS
Wi-Fi	802.11 b/g/n tipe HT20	802.11 b/g/n tipe HT40
Bluetooth	Tidak ada	tipe 4.2 dan BLE
Typical Frequency	80 MHz	160 MHz
SRAM	Tidak ada	ada
Total GPIO	17	36
Total SPI-UART-I2C-I2S	2-2-1-2	4-2-2-2
Resolusi ADC	10 bit	12 bit
Suhu operasional Kerja	-40°C to 125°C	-40°C to 125°C
Sensor di dalam module	Tidak ada	touch sensor, temperature sensor, hall effect sensor
Harga di pasaran	Rp 30.000 – Rp 350.000	Rp 100.000 – Rp 650.000

2.6 Output Smart Street Light

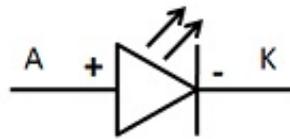
Output merupakan peralatan atau komponen yang berfungsi untuk mengeluarkan hasil pemrosesan ataupun pengolahan data yang berasal dari *Process*. Pada penelitian ini, *Output* yang digunakan adalah *Light Emitting Diode*. *Light Emitting Diode* ini akan menyala dan juga padam sesuai dengan perintah yang telah dibuat pada program.

2.6.1 Light Emitting Diode

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang

dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control* TV.

Bentuk LED mirip dengan sebuah bola lampu yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu tube. Berikut adalah simbol LED.

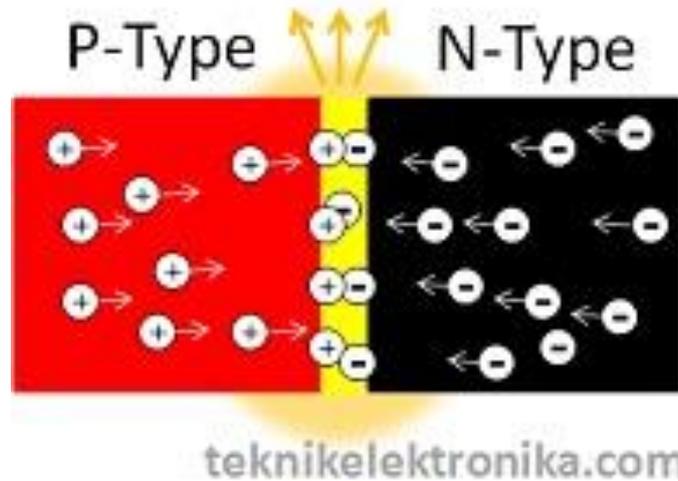


Gambar 2. 11 Simbol LED

LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari semikonduktor. Cara kerjanya hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju atau *Forward Bias* dari *Anoda* menuju ke *Katoda*.

LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*Impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau *Forward Bias* yaitu dari *Anoda* (P) menuju ke *Katoda* (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *Hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat *Elektron* berjumpa dengan *Hole* akan melepaskan *Photon* dan memancarkan cahaya *Monokromatik* atau satu warna.

Berikut adalah gambar P dan N Type dari LED.



Gambar 2. 12 P dan N Type dari LED

LED atau *Light Emitting Diode* yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi Cahaya.

Masing-masing warna LED memerlukan tegangan maju (*Forward Bias*) untuk dapat menyalakannya. Tegangan maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah resistor untuk membatasi arus dan tegangannya agar tidak merusak LED yang bersangkutan. Tegangan Maju biasanya dilambangkan dengan tanda V_F . Berikut tabel tegangan berdasarkan warna LED.

Tabel 2. 4 Tegangan Maju LED Berdasarkan Warna

Warna	Tegangan Maju @20mA
Infra Merah	1,2V
Merah	1,8V
Jingga	2,0V
Kuning	2,2V
Hijau	3,5V
Biru	3,6V
Putih	4,0V

Teknologi LED memiliki berbagai kelebihan seperti tidak menimbulkan panas, tahan lama, tidak mengandung bahan berbahaya seperti merkuri, dan hemat listrik serta bentuknya yang kecil ini semakin populer dalam bidang teknologi pencahayaan. Berbagai produk yang memerlukan cahaya pun mengadopsi teknologi *Light Emitting Diode* ini. Berikut ini beberapa pengaplikasiannya LED dalam kehidupan sehari-hari :

1. Lampu penerangan rumah
2. Lampu penerangan jalan
3. Papan iklan (*Advertising*)
4. Lampu dekorasi *Interior* maupun *Exterior*
5. Lampu Indikator
6. Pemancar *Infrared* pada *Remote Control*

2.7 Internet Of Things

Internet Of Things merupakan sebuah konsep di mana suatu benda atau objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan *Software* dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet.

Internet Of Things bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Pada dasarnya IOT mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai *Representative Virtual* dalam struktur berbasis internet. Cara Kerja IOT (*Internet Of Things*) adalah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan user dan dalam jarak berapa pun. Agar tercapainya cara kerja IOT (*Internet Of Things*) tersebut diatas internet menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara user hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaat yang didapatkan dari konsep IOT (*Internet Of Things*) ialah pekerjaan yang dilakukan bisa menjadi lebih cepat, mudah dan efisien. [12]

Sistem dasar dari IOT (*Internet Of Things*) terdiri dari tiga hal yaitu :

1. *Hardware*/fisik (Things)
2. Koneksi Internet
3. Cloud Data Center, tempat untuk menyimpan atau menjalankan aplikasinya.

Ide awal *Internet Of Things* pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami *Internet Of Things* sebut saja Intel, Microsoft, Oracle, dan banyak lainnya. Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh *Internet Of Things* adalah *The Next Big Thing* di dunia teknologi informasi, hal ini karena IOT menawarkan banyak potensi yang bisa digali.

2.7.1 Monitoring Adafruit IO

Adafruit IO adalah platform IOT yang dibangun menggunakan prinsip Protokol MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*). MQTT adalah protokol ringan yang memungkinkan beberapa perangkat untuk terhubung ke server bersama, yang disebut MQTT Broker, dan berlangganan atau menulis ke topik yang ditentukan pengguna. Ketika suatu perangkat berlangganan suatu topik, broker akan mengirimkannya pemberitahuan kapan pun topik itu berubah. MQTT paling cocok untuk aplikasi dengan kecepatan data rendah, kendala daya yang ketat, atau koneksi internet yang tidak begitu cepat. Selain menyediakan layanan MQTT Broker, Adafruit IO juga memungkinkan untuk mengatur *Dashboard* yang memungkinkan secara langsung memanipulasi atau melihat nilai saat ini dari setiap topik. Untuk dapat menggunakan layanan ini kita harus mendaftar terlebih dahulu untuk membuat akun Adafruit IO. Berikut logo tampilan Adafruit IO.



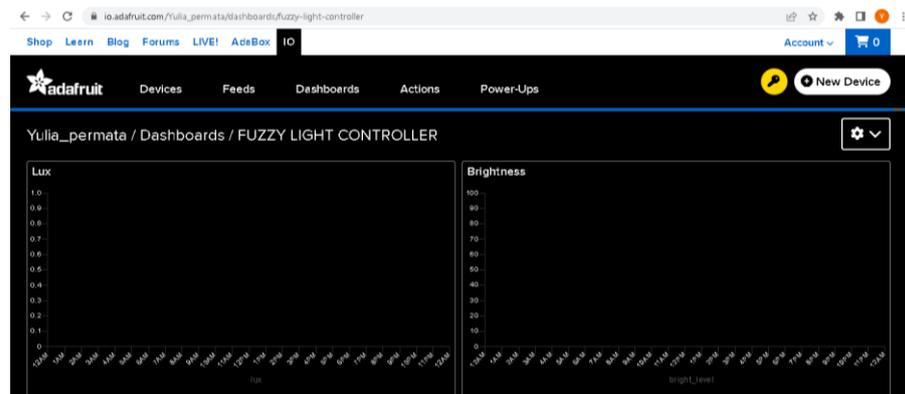
Gambar 2. 13 Adafruit IO

Fungsi dasar yang dapat dilakukan Adafruit IO :

1. Menampilkan data secara *Real Time*
2. Membuat *Project* internet-*Connected* : kontrol motor, membaca sensor data dan fungsi lainnya.
3. Projek dapat terhubung ke layanan web seperti *Twitter*, *RSS Feeds*, *Weather Services*, dan lain-lain.
4. Projek dapat terhubung ke perangkat lain yang terhubung ke internet, misalnya labtop dan *Handphone*.

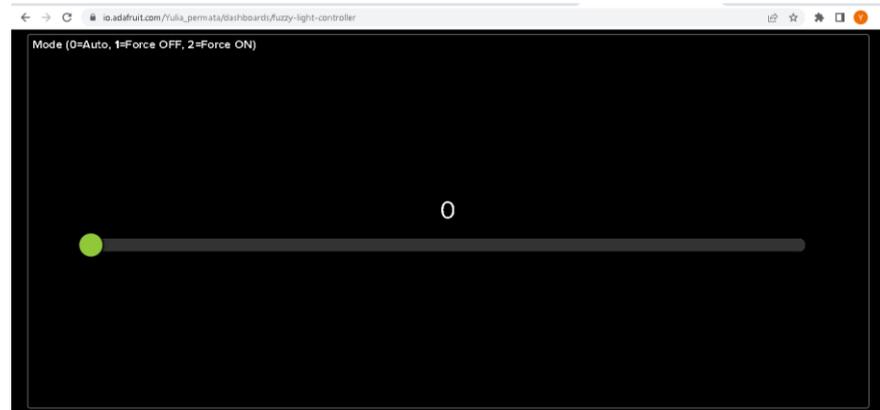
Adafruit IO adalah salah satu penyedia layanan Mqtt server untuk IOT, layanan ini dapat dipergunakan untuk membuat ESP32 dikendalikan secara remote dengan menggunakan fasilitas *Subscribe* dan *Publish*. Adafruit IO mengendalikan Mikrokontroler NodeMcu ESP32 melalui *Dashboard* yang telah dibuat pada web Adafruit IO.

Tampilan pada *Dashboard* yang menampilkan pembacaan nilai tingkat kecerahan pada sensor intensitas cahaya BH1750 dengan satuan Lux. Dan menampilkan pembacaan tingkat keterangan pada LED.



Gambar 2. 14 Tampilan *Dashboard* Sensor BH1750 dan LED

Tampilan untuk mengatur posisi Auto, OFF atau ON (kondisi 0, 1, 2) pada sistem *Smart Street Light*.



Gambar 2. 15 Tampilan posisi *Dashboard* Auto, OFF atau ON

2.8 Visual Studio Code

Visual Studio Code atau VSCode adalah perangkat lunak penyunting kode-sumber buatan Microsoft untuk Linux, macOS, dan Windows. Visual Studio Code menyediakan penyorotan sintaksis, penyelesaian kode, kutipan kode, merefaktor kode, pengawakutuan, dan Git. Microsoft merilis sumber kode Visual Studio Code di repositori GitHub dengan lisensi MIT (Code - OSS), sedangkan biner yang dibangun oleh Microsoft tidak dirilis dengan lisensi MIT dan merupakan perangkat lunak berpaten. Visual Studio Code pertama kali diperkenalkan di tanggal 29 April 2015 oleh Microsoft di konferensi Build 2015. Berikut merupakan logo dari tampilan Visual Studio Code.



Gambar 2. 16 Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah editor kode sumber yang menggunakan berbagai bahasa pemrograman, yaitu Java, Javascript, Go, Nodejs, Python, dan C++, untuk mengembangkan aplikasi web Node.JS yang berjalan di mesin Node.JS. Desain Visual Studio Code menggunakan komponen editor yang digunakan di Azure DevOps. Microsoft telah merilis sebagian besar kode sumber Visual Studio Code dengan nama “Code-OSS” di repositori Github-nya, dan versi Microsoft adalah perangkat lunak bebas berpaten.

Berikut adalah fitur yang ada di Visual Studio Code :

1. *Cross Platform*, tersedia di Windows macOS, dan Linux yang berarti bisa bekerja di sistem operasi tanpa khawatir mempelajari bahasa pemrograman yang sama untuk sistem yang berbeda.
 2. *Lightweight*, tak perlu menunggu lama untuk memulai. Dapat mengontrol bahasa, tema, debugger, commands dan yang lain sesuai tujuan dan bisa dijalankan lewat extension.
 3. *Powerful Editor*, berfungsi untuk source code editing yang sangat produktif, layaknya membuat Code Snippets, Intellisense, Auto Correct, dan Formatting.
 4. *Code Debugging*, merupakan fitur yang sangat amat keren dan juga lebih sering di rekomendasikan oleh aplikasi Visual Studio Code, yang bisa dapat membantu melakukan debug pada kode dengan berbagai cara seperti melihat dan mengawasi kode, variabel, dan juga *Expresion*.
 5. *Source Control*, Visual Studio Code memiliki salah satu fitur yaitu *Source Control* contohnya Github Support dan *Source Code Control* yang lainnya. Fitur yang satu ini dapat mendukung siklus rilis *Project* secara detail dan signifikan.
 6. *Integrated Terminal*, tidak ada lagi multiple windows dan alt-tab. Pengguna dapat melakukan *Command-Line Task* secara cepat dan membuat banyak terminal.
-

Komponen pada Visual Studio Code, antara lain :

1. *Custom*, digunakan untuk menambahkan ekstensi bahasa pemrograman. Konfigurasi dan menyesuaikan *Template* dengan cara menambahkan ekstensi bahasa pemrograman sehingga kita tidak terlalu sulit untuk harus mengingat fitur bahasa lagi.
2. Panel perintah, panel perintah menyediakan berbagai macam akses ke banyak perintah. Kita dapat memberikan perintah *Editor* untuk membuka file, mencari file, dll. Ctrl + Shift + p.
3. Terminal *Integrat*, digunakan untuk menjalankan skrip di *Editor*. Kita dapat menjalankan editor skrip langsung di terminal tanpa membuka terminal tambahan.
4. *Extension*, adalah salah satu keunggulan kode Visual Studio. *Extension* digunakan untuk memperluas fungsi editor dan juga dapat membantu pengembang dalam pemrograman.
5. Pencarian, fungsi pencarian Kode Visual Studio juga sangat cepat. Selain kecepatan pencarian data dan kueri, juga akan mencari hingga ke tata letak *Editor Grid Level* konten tersebut , kami juga sangat mudah mengelola Visual Studio code, kami Grup editor dapat dengan mudah di konfigurasi dalam tata letak.
6. Lingkungan *Cloud*, dapat melakukan beberapa hal di dalam lingkungan cloud melalui Visual Studio Code, seperti membuat database, menjalankan perintah, memasukkan, memperbarui, menghapus, dan lain lain.

Kelebihan Visual Studio Code :

1. Mudah untuk mengelola *Extention*
 2. Memiliki *Extention* yang banyak
 3. Kontribusi tampilan
 4. Dukungan bahasa
 5. *Text Editor* gratis
 6. Dapat membuat Snippet sendiri
 7. Mudah dalam memahami dan mempelajari coding
 8. Dapat membuat *Website* secara praktis
 9. Dapat mendesain *Website* dengan mudah.
-

2.9 Fuzzy Logic

Fuzzy Logic adalah suatu cabang ilmu *Artificial Intelligence*, yaitu suatu pengetahuan yang membuat komputer dapat meniru kecerdasan manusia sehingga diharapkan komputer dapat melakukan hal-hal yang apabila dikerjakan manusia memerlukan kecerdasan.

Dengan kata lain *Fuzzy Logic* mempunyai fungsi untuk “meniru” kecerdasan yang dimiliki manusia untuk melakukan sesuatu dan mengimplementasikannya ke suatu perangkat, misalnya robot, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan lain-lain.

2.9.1 Sejarah Fuzzy Logic

Konsep *Fuzzy Logic* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh dari Universitas California di Berkeley pada 1965 dan dipresentasikan bukan sebagai suatu metodologi kontrol, tetapi sebagai suatu cara pemrosesan data dengan memperkenankan penggunaan *Partial Set Membership* dibanding *Crisp Set Membership* Atau *Non-Membership*. Pendekatan pada set teori ini tidak diaplikasikan pada sistem kontrol sampai tahun 70-an karena kemampuan komputer yang tidak cukup pada saat itu. Profesor Zadeh berpikir bahwa orang tidak membutuhkan kepastian, masukan informasi numerik, dan belum mampu terhadap kontrol adaptif yang tinggi.

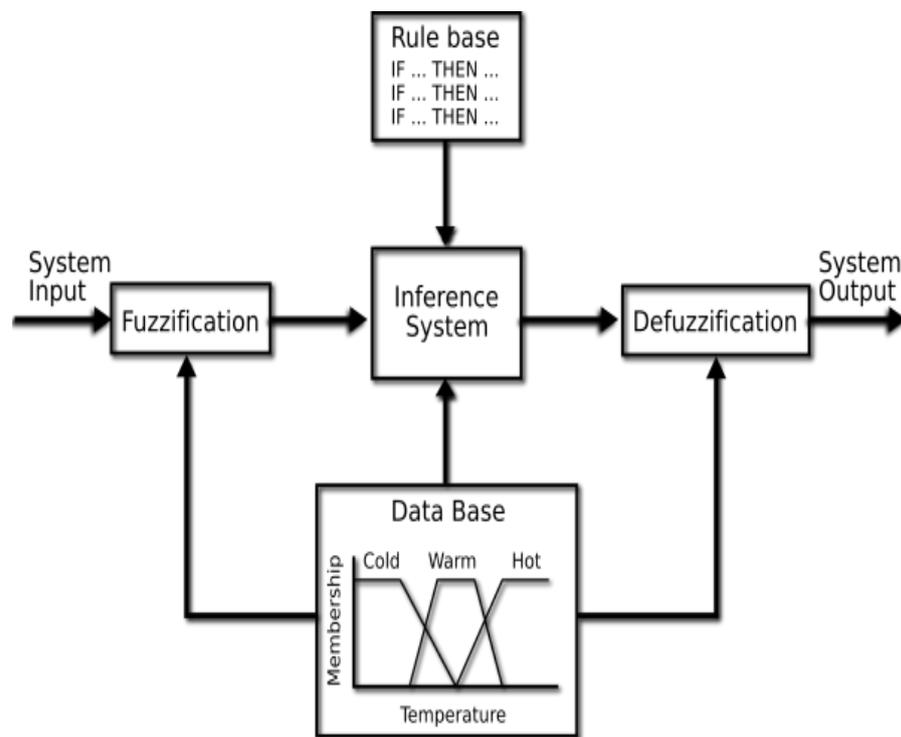
Konsep *Fuzzy Logic* kemudian berhasil diaplikasikan dalam bidang kontrol oleh E.H. Mamdani. Sejak saat itu aplikasi *Fuzzy* berkembang kian pesat. Di tahun 1980-an negara Jepang dan negara-negara di Eropa secara agresif membangun produk nyata sehubungan dengan konsep *Fuzzy Logic* yang diintegrasikan dalam produk-produk kebutuhan rumah tangga seperti *Vacuum Cleaner*, *Microwave Oven* dan kamera video. Sementara pengusaha di Amerika Serikat tidak secepat itu mencakup teknologi ini. *Fuzzy Logic* berkembang pesat selama beberapa tahun terakhir. Setiap aplikasi tentunya menyadari beberapa keuntungan dari *Fuzzy Logic* seperti performa, kesederhaan, biaya rendah dan produktifitasnya.

2.9.2 Konsep *Fuzzy Logic*

1. *Fuzzy Logic* umumnya diterapkan pada masalah-masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (uncertainty), ketidaktepatan (imprecise), noisy, dan sebagainya.
2. *Fuzzy Logic* menjembatani bahasa mesin yang presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada makna atau arti (*significance*).
3. *Fuzzy Logic* dikembangkan berdasarkan cara berfikir manusia.

2.9.3 Arsitektur *Fuzzy Logic*

Berikut dibawah ini merupakan arsitektur dari *Fuzzy Logic*.



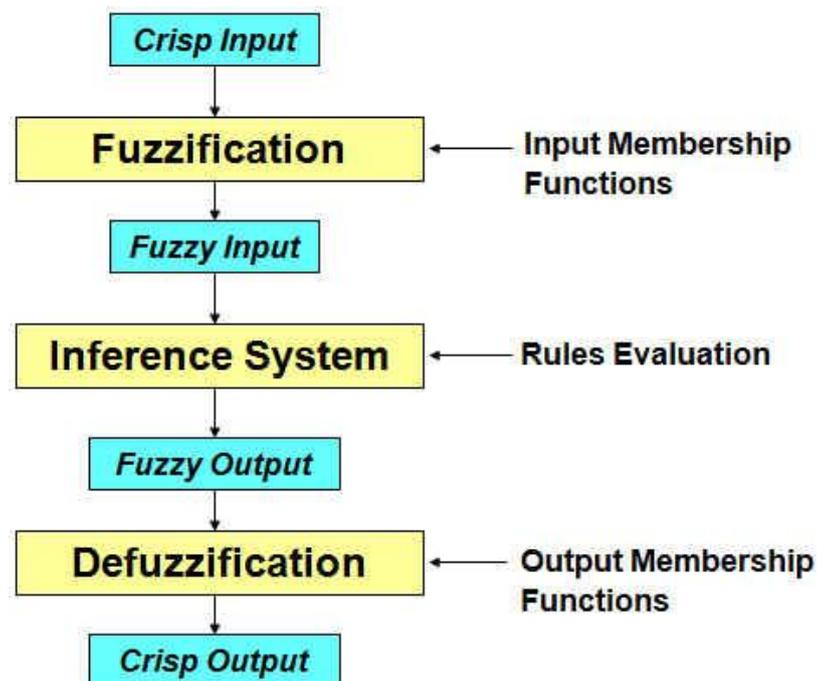
Gambar 2. 17 Arsitektur *Fuzzy Logic*

Ada tiga proses utama jika ingin mengimplementasikan *fuzzy logic* pada suatu perangkat, yaitu *Fuzzifikasi*, *Evaluasi Rule*, dan *Defuzzifikasi*.

1. *Fuzzification*, merupakan suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi kenggotaannya masing-masing.

2. *Interference System (Evaluasi Rule)*, merupakan sebagai acuan untuk menjelaskan hubungan antara variabel-variabel masukan dan keluaran yang mana variabel yang diproses dan yang dihasilkan berbentuk *fuzzy*. Untuk menjelaskan hubungan antara masukan dan keluaran biasanya menggunakan “*IF-THEN*”.
3. *Defuzzification*, merupakan proses perubahan variabel berbentuk *fuzzy* tersebut menjadi data-data pasti (*crisp*) yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian.

Berikut diagram alir prosesnya.



Gambar 2. 18 Diagram Alir *Fuzzy Logic*

Kondisi diatur menggunakan *Fuzzy Logic* pada tulisan ini, Jika nilai sensor intensitas cahaya BH1750 tinggi maka PWM LED rendah. Jika nilai sensor intensitas cahaya BH1750 rendah maka PWM LED tinggi dengan pengaturan intensitas cahaya pada *Smart Street Light*. Variabel-variabel *Input* berupa sensor intensitas cahaya BH1750 dan *Infrared*, serta variabel *Output* berupa LED.