



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT), sebuah istilah yang banyak ditemui hingga saat ini. Secara singkat *Internet of Things* adalah di mana benda-benda sekitar kita dapat berkomunikasi antara satu sama lain melalui sebuah jaringan seperti internet [4]. *Internet of Things* ini memunculkan label “*smart*” yang mulai gencar diberitakan mulai dari *smart home*, *smart car* hingga *smart city*. Implementasi IoT berskala besar dapat merubah banyak aspek yang berhubungan dengan gaya hidup manusia sekarang.

Terkait dengan pengaplikasiannya, telah banyak dikembangkan sensor-sensor untuk mengkuantisasi status dari peralatan tersebut [5]. Sehingga pada saat sensor mendapat masukan sebuah kondisi tertentu, maka alat itu akan menjalankan fungsinya secara otomatis.

Pertemuan beberapa teknologi, IoT memungkinkan sebuah interkoneksi yang saling menjangkau dan banyak digunakan, diantaranya sebagai berikut [6]:

- *Ubiquitous Connectivity*
- *Widespread adoption of IP-based networking*
- *Computing Economics*
- *Miniaturization*
- *Advances in Data Analytics*

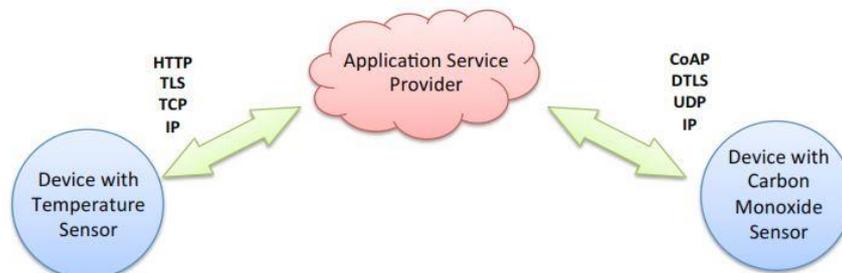
- *Rise of Cloud Computing*

Berdasarkan prespektif tersebut, IoT sendiri merupakan konvergensi dari tren komputasi dan konektivitas yang telah berkembang selama ini. Saat ini, berbagai sektor telah mempertimbangkan potensi IoT untuk digabungkan kedalam produk, jasa, dan bagian operasi.

Model komunikasi yang digunakan pada perangkat ini adalah

- *Device-to-Cloud Communications*

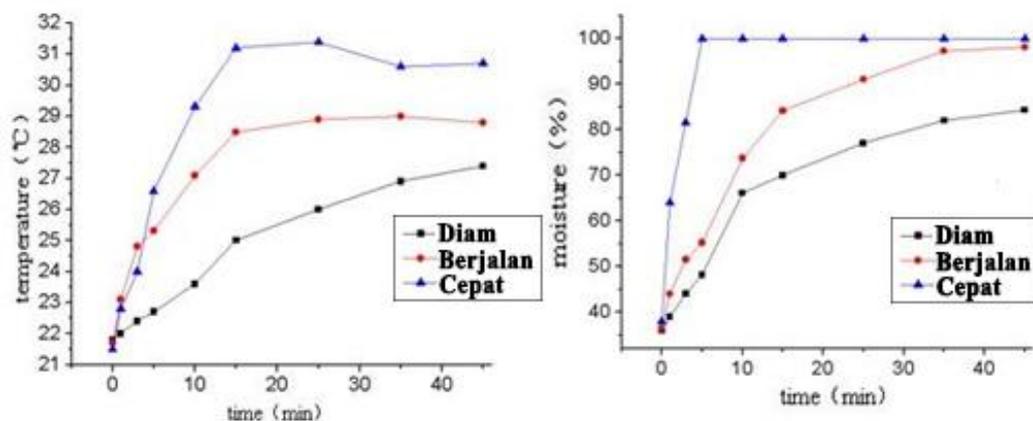
Komunikasi pada model *device-to-cloud* mengirimkan data menuju *database* yang berada pada *cloud* dimana data tersebut akan diproses. Permasalahan akan muncul jika protokol khusus digunakan, maka pengguna akan terikat dengan penyedia layanan sehingga pengguna akan merasa dibatasi untuk menggunakan layanan lainnya.



Gambar 2.1 Contoh model komunikasi *device-to-cloud* [6]

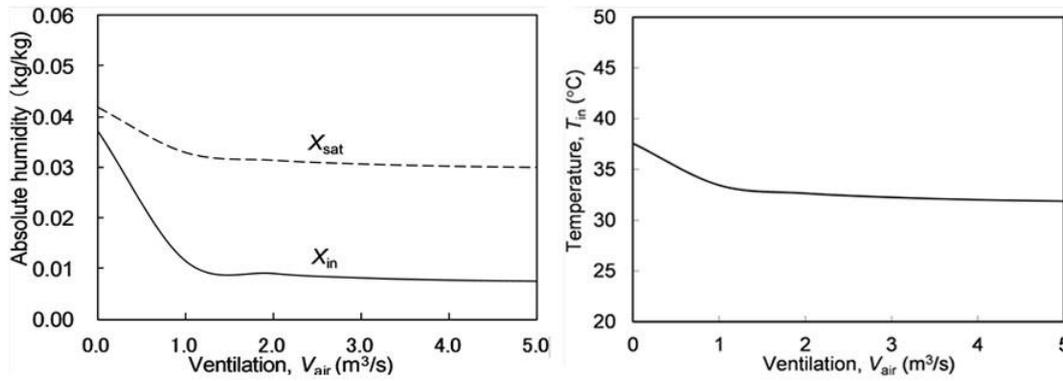
2.2 Faktor Suhu dan Kelembaban Pada Sepatu

Sepatu yang digunakan untuk beraktifitas, suhu dan kelembaban sepatu tersebut akan meningkat secara drastis yang secara langsung mempengaruhi kenyamanan dalam penggunaannya [2]. Material dalam pembuatan sepatu pun menjadi faktor yang mempengaruhi kesehatan dari sepatu tersebut. Sehingga, kenyamanan sepatu dapat dilihat berdasarkan suhu dan kelembaban relatif.



Gambar 2.2 Grafik perbandingan antar pergerakan [2]

Dapat dilihat perbandingan grafik pada Gambar 2.2, bahwa peningkatan suhu dan kelembaban saat digunakan pada ketiga kondisi yaitu diam, berjalan dan berjalan cepat akan meningkat secara drastis seiring dengan intensitas gerakan itu dilakukan. Penurunan suhu dan kelembaban dipengaruhi oleh aliran udara seperti terlihat pada penelitian yang ditunjukkan Gambar 2.3. Aliran udara dapat membuang suhu dan kelembaban pada benda atau udara. Kapasitas kelembaban dan suhu yang dapat dibawa tergantung dengan kecepatan dan volume udara yang dipindahkan. Semakin besar volume udara yang mengalir melalui ventilasi, suhu dan kelembaban dapat turun seiring dengan volume yang meningkat.



Gambar 2.3 Pengaruh aliran udara terhadap suhu dan kelembaban [7]

Penelitian yang dilakukan pada gambar 2.3, memiliki suhu sebesar $37^{\circ}C$ - $38^{\circ}C$ yang dihasilkan akibat *greenhouse effect* pada Negara Saudi Arabia, dapat dianalogikan sesuai dengan suhu di Indonesia pada suhu $33^{\circ}C$ - $34^{\circ}C$ sehingga hasil akan sedikit terpengaruh. Penelitian tersebut menggunakan ventilasi aliran udara untuk mengatur kondisi suhu dan kelembaban. Kondisi awal pada percobaan tersebut dengan *Absolute humidity* X_{in} 0,037 dan X_{sat} 0,042 pada RH 88% dengan suhu $37^{\circ}C$. *Absolute humidity* dapat berkurang hingga X_{in} 0,009 dan X_{sat} 0,03 pada *Relative Humidity* (RH) atau kelembaban relatif sebesar 30% dan suhu $34^{\circ}C$ dengan memindahkan volume udara sebesar $1 m^3/s$. *Relative humidity* tersebut didapatkan dengan menggunakan rumus $\phi = X_{in}/X_{sat}$. *Relative humidity* didalam ruang tersebut akan semakin berkurang jika ventilasi yang digunakan dapat memindahkan udara lebih dari $1 m^3/s$.

2.3 Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino UNO (Gambar 2.4) merupakan mikrokontroler berbasis ATmega328p. *Board* ini memiliki 14 pin *digital input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *PWM output*), 6 *input analog*, 16 Mhz *crystal oscillator*, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) header, dan tombol *reset* [8].



Gambar 2.4 Mikrokontroler Arduino Uno

Spesifikasi secara singkat sebagai berikut [8]:

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader

SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz

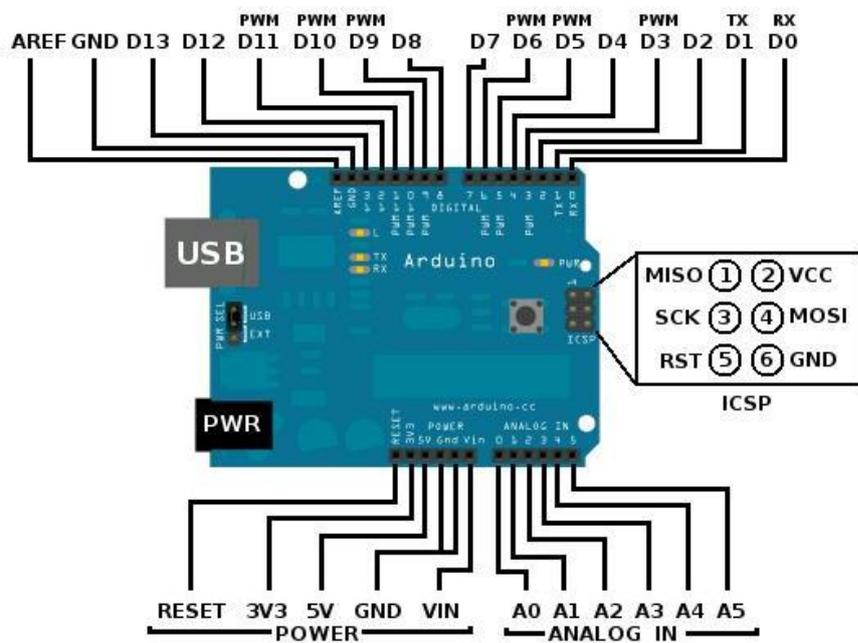
ATmega328P memiliki *flash memory* sebesar 32KB untuk menyimpan kode dimana 0.5KB digunakan untuk *bootloader*, 2KB SRAM dan 1KB EEPROM yang dapat dibaca tulis menggunakan EEPROM *library*.

Setiap 14 *digital pin* dapat digunakan sebagai *input* dan *output* menggunakan fungsi *pinmode()*, *digitalWrite()* dan *digitalRead()*. Masing-masing memiliki *internal pull-up* resistor sebesar 20-50k Ohm.

Beberapa pin memiliki beberapa fungsi khusus antara lain:

1. *Serial*: 0(RX) dan 1(TX).
2. *External Interrupts*: 2 dan 3.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10 dan 11.
4. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK),.
5. LED: 13.

UMMN



Gambar 2.5 Pinout Arduino Uno

Arduino Uno dapat ditenagai melalui koneksi USB atau dengan *external power supply* [9]. *External power supply* dapat berupa AC-DC *adapter* atau baterai. *Adapter* dapat langsung digunakan dengan menggunakan *power jack* yang tersedia pada *board* atau menghubungkan *pin header* VIN dan GND.

Pin header untuk *power* terdiri dari berikut.

- **VIN** : tegangan input Arduino sebagai sumber eksternal.
- **5V** : *power supply* yang digunakan untuk menyalakan mikrokontroler dan komponen lain. Dapat tersedia melalui VIN atau berasal dari USB.
- **3V3** : *power supply* 3,3 Volt yang dihasilkan oleh *onboard regulator*. Arus maksimum yang dapat digunakan adalah 50mA.
- **GND** : *Ground pin*.

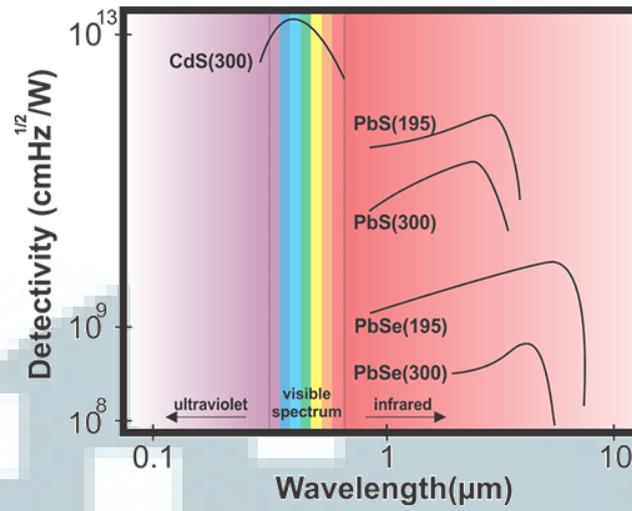
2.4 Photoresistor (Light-dependent Resistor)

LDR (*light-dependent resistor*) adalah jenis resistor yang nilai hambatannya atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya [10]. Sehingga fungsi LDR adalah untuk menghantarkan arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap. LDR memiliki sensitivitas yang bervariasi berdasarkan panjang gelombang

Struktur dalam LDR terdiri dari *cadmium sulphide*, *cadmium selenide*, *indium antimonide* and *cadmium sulphonide*. Bahan didalamnya disusun dalam pola zigzag untuk mencapai resistansi yang diinginkan [11]. Penggunaan LDR dapat ditemukan pada lampu jalanan, *alarm circuit*, *light intensity meter*, penghitung barang yang melewati *conveyor belt*, dan lain-lain.

Berdasarkan bahan yang digunakan, *photoresistor* terbagi menjadi dua jenis, yaitu intrinsik dan ekstrinsik. *Photoresistor* intrinsik menggunakan bahan material *undoped* seperti silikon atau *germanium*. *Photoresistor* ekstrinsik terbuat dari bahan material yang tercampur dengan kotoran. Sensitivitas *photoresistor* bervariasi dengan panjang gelombang cahaya. Jika panjang gelombang berada diluar jangkauan, maka resistansi tidak akan terpengaruh sama sekali. Sehingga LDR tidak sensitif terhadap panjang cahaya dengan gelombang tersebut. Setiap material memiliki kurva respon yang unik dari panjang gelombang terhadap sensitivitas.

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan respons berdasarkan bahan material *photoresistor* (Gambar 2.6) serta bentuk fisik dan symbol dari LDR (Gambar 2.7).



Gambar 2.6 Sensitivitas berdasarkan bahan dengan panjang gelombang [12]

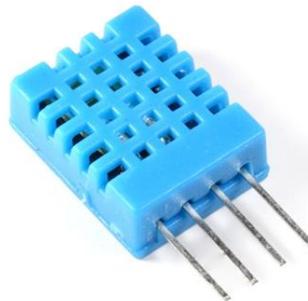


Gambar 2.7 Bentuk fisik dan simbol LDR [11]

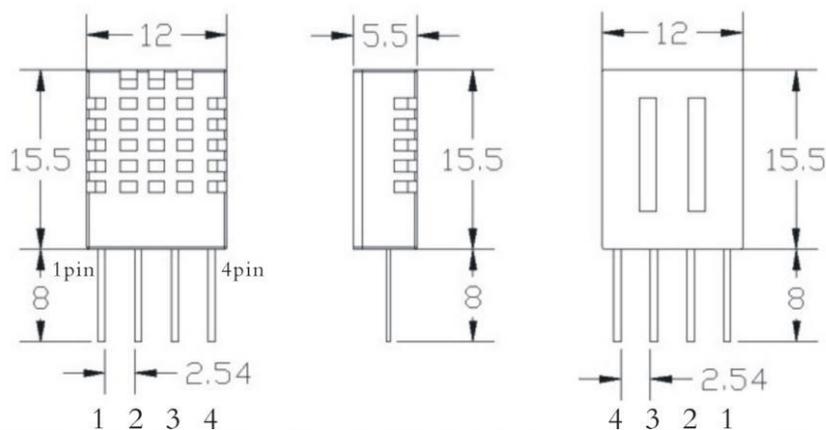
UMMN

2.5 DHT11

DHT11 (Gambar 2.8) adalah sensor digital yang dapat mengukur kelembaban dan suhu disekitarnya [13]. Sensor ini memiliki kestabilan yang baik dan kalibrasi yang akurat. DHT11 memiliki nilai respon, pembacaan data yang cepat dan kemampuan *anti-interference* yang baik. Ukurannya yang kecil (terlihat pada Gambar 2.9) dan transmisi sinyal hingga mencapai 20 meter, menjadikan kelebihanannya untuk digunakan dalam berbagai aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.



Gambar 2.8 DHT11



Gambar 2.9 Ukuran fisik DHT11

Berikut merupakan spesifikasi DHT11 (Tabel 2.2) dan penggunaan power pada DHT11 (Tabel 2.3).

Tabel 2.2 Spesifikasi DHT11

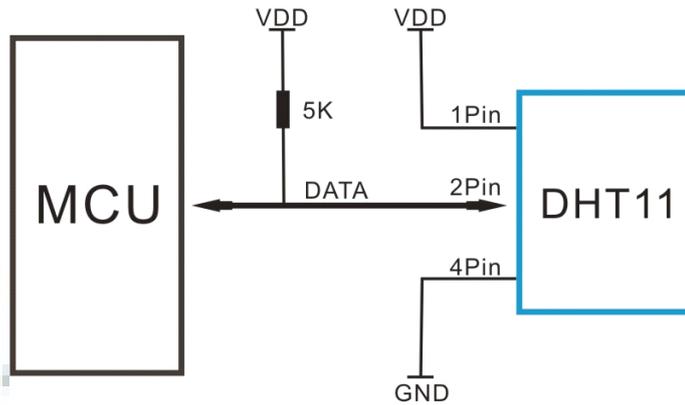
Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH	±5%RH	±2°C	1	4 Pin Single Row
	0°C - 50°C				

Tabel 2.3 Penggunaan power tipikal DHT11

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

Pada Gambar 2.10, penggunaan resistor sebagai *pull-up* resistor sangat diperlukan untuk pembacaan yang dapat diandalkan. Penggunaan nilai resistor yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

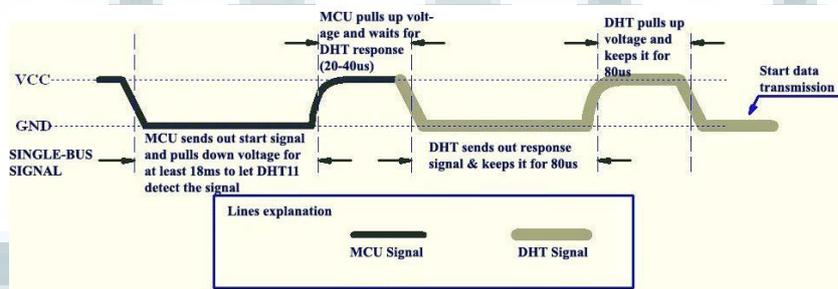
U M N



Gambar 2.10 Penggunaan DHT11 dengan mikrokontroler [13]

DHT11 menggunakan komunikasi serial (*Single-Wire Two-Way*). *Single-bus format data* digunakan untuk berkomunikasi dan sinkronisasi diantara mikrokontroler dan sensor DHT11. Dalam sebuah proses komunikasi dilakukan kira-kira selama 4 ms (*milliseconds*).

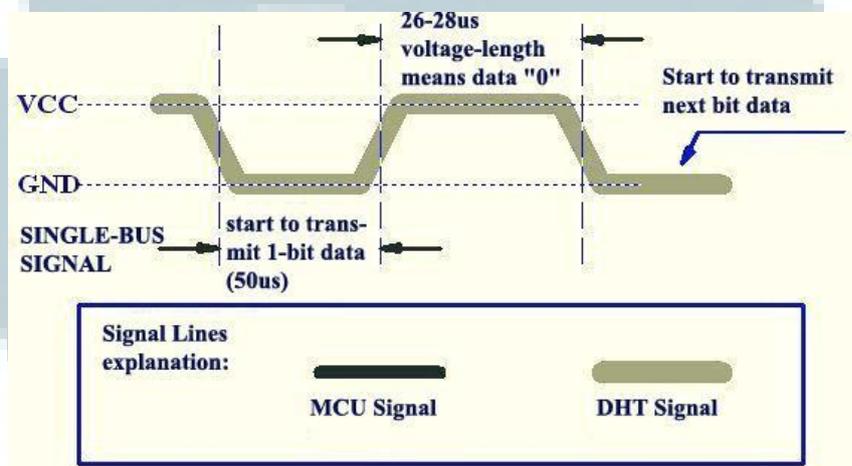
Proses diawali oleh mikrokontroler dengan mengirimkan tegangan *high* yang kemudian segera di turunkan oleh mikrokontroler selama 18 ms untuk mendeteksi DHT. Kemudian mikrokontroler menaikkan tegangan dan menunggu selama 20-40 μ s (*microseconds*) untuk menerima respon dari DHT seperti terlihat pada Gambar 2.11.



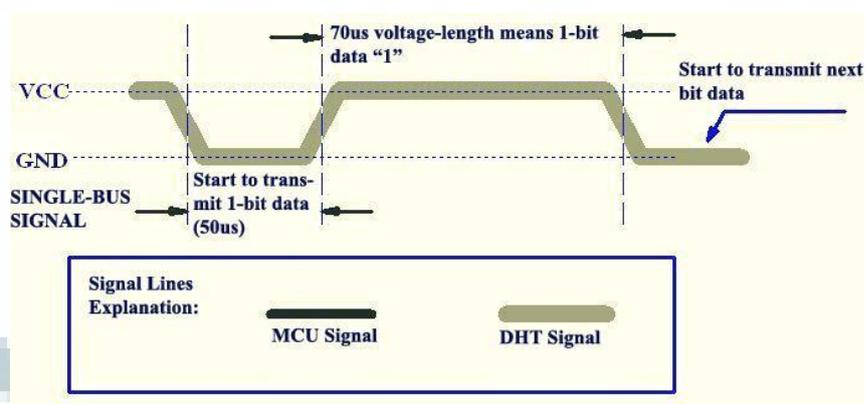
Gambar 2.11 Mikrokontroler mengirim sinyal *start* & respon DHT [13]

Setelah DHT mendeteksi sinyal *start* yang berasal dari mikrokontroler, DHT segera mengirimkan respon *low-voltage-level* selama 80 μ s dan program segera menaikkan kembali menjadi *high* selama 80 μ s untuk mempersiapkan pengiriman data.

Saat DHT mengirimkan data menuju mikrokontroler, setiap *bit* data dimulai dengan 50 μ s *low-level-voltage*. Dan setiap durasi *high-level-voltage* menentukan apakah berupa bit data "0" atau "1" seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12 dan 2.13.

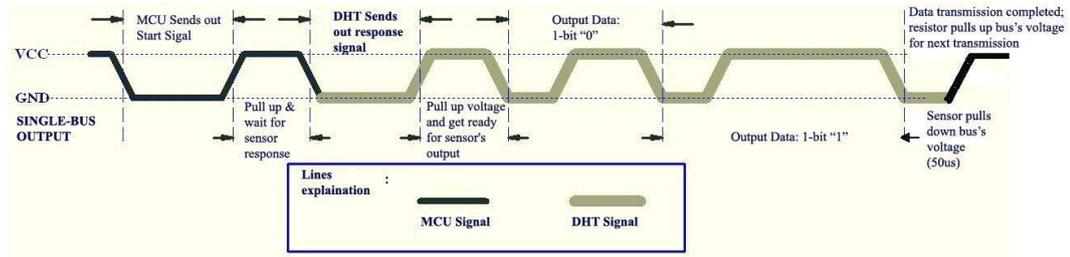


Gambar 2.12 Penunjuk data bit "0" pada komunikasi DHT [13]



Gambar 2.13 Penunjuk data bit "1" pada komunikasi DHT [13]

Proses komunikasi *Single-Wire Two-Way* DHT11 secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Proses komunikasi DHT secara keseluruhan [13]

2.6 ESP8266-01

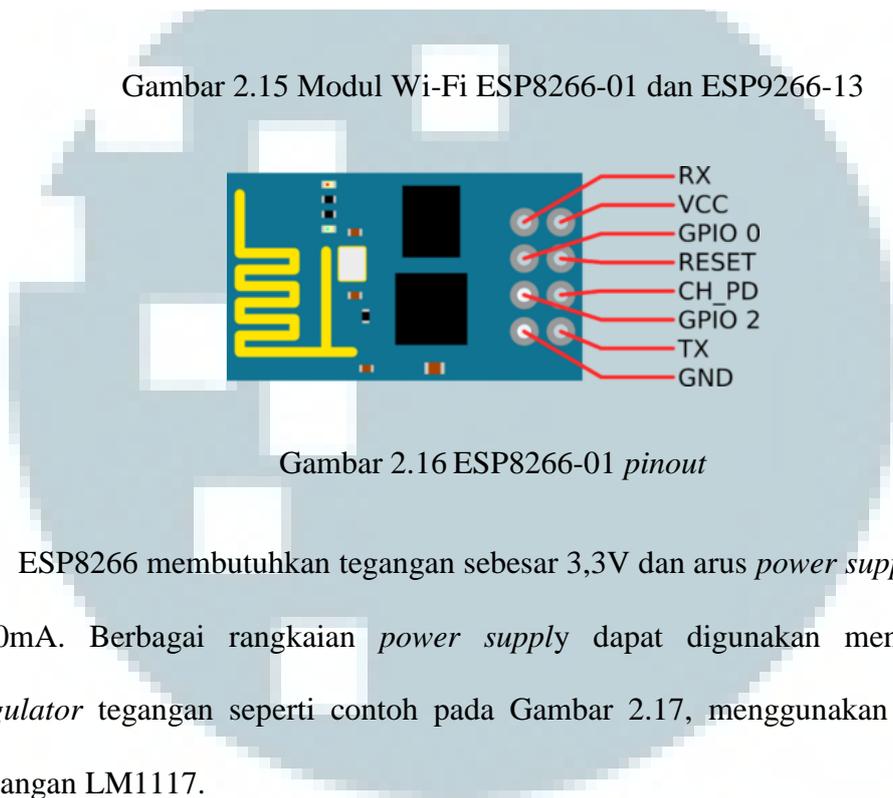
ESP8266 merupakan sebuah modul Wi-Fi serial berkinerja tinggi dengan biaya rendah. ESP8266 merupakan bagian dari *Espressif System 'Smart Connectivity Platform'* yang bertujuan menyediakan *platform* untuk berinovasi dengan kemampuan *embedded* Wi-Fi dengan biaya yang rendah dan fungsionalitas yang besar [14].

ESP8266 memiliki berbagai varian, ESP8266-xx (01-13), setiap modulnya merupakan perkembangan dari varian sebelumnya, dimana ESP8266-01 merupakan varian termurah dan minim akan fitur dibandingkan dengan ESP8266-13 yang menjadi varian termahal dengan fitur terbanyak. Seperti terlihat pada Gambar 2.15, merupakan perbandingan bentuk fisik antara ESP8266-01 dan ESP8266-13.

ESP8266-01 merupakan modul paling dasar yang dilengkapi dengan 2 pin GPIO, komunikasi UART, 32-bit CPU bertenaga rendah dan PCB antenna yang terlihat pada Gambar 2.16.



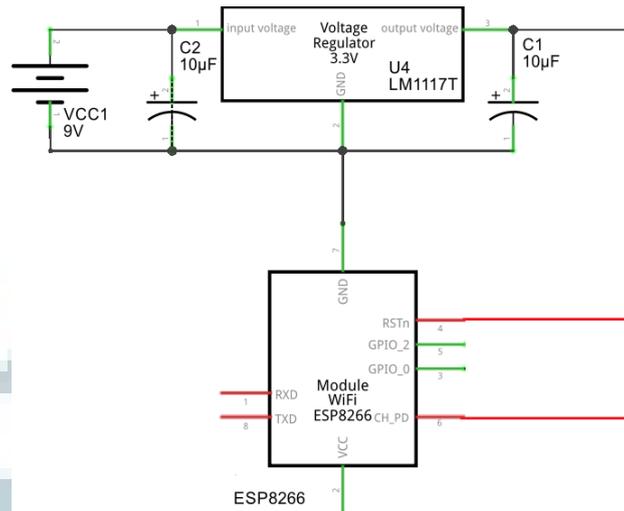
Gambar 2.15 Modul Wi-Fi ESP8266-01 dan ESP9266-13



Gambar 2.16 ESP8266-01 *pinout*

ESP8266 membutuhkan tegangan sebesar 3,3V dan arus *power supply* hingga 250mA. Berbagai rangkaian *power supply* dapat digunakan menggunakan *regulator* tegangan seperti contoh pada Gambar 2.17, menggunakan *regulator* tegangan LM1117.





Gambar 2.17 Diagram skematik dengan LM1117 untuk ESP8266

[15]Berikut spesifikasi modul Wi-Fi ESP8266.

- 802.11 b/g/n
- *Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP*
- *Integrated TCP/IP protocol stack*
- *Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network*
- *Integrated PLLs, regulators, DCXO and power management units*
- *+19.5dBm output power in 802.11b mode*
- *Power down leakage current of 10 µA*
- *Integrated low power 32-bit CPU could be used as application processor*
- SDIO 1.1/2.0, SPI, UART
- STBC, 11 MIMO, 21 MIMO
- *A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4 ms guard interval*

- *Wake up and transmit packets in < 2 ms*
- *Standby power consumption of < 1.0 mW (DTIM3)*

Berikut tabel *typical current consumption* oleh ESP8266-01.

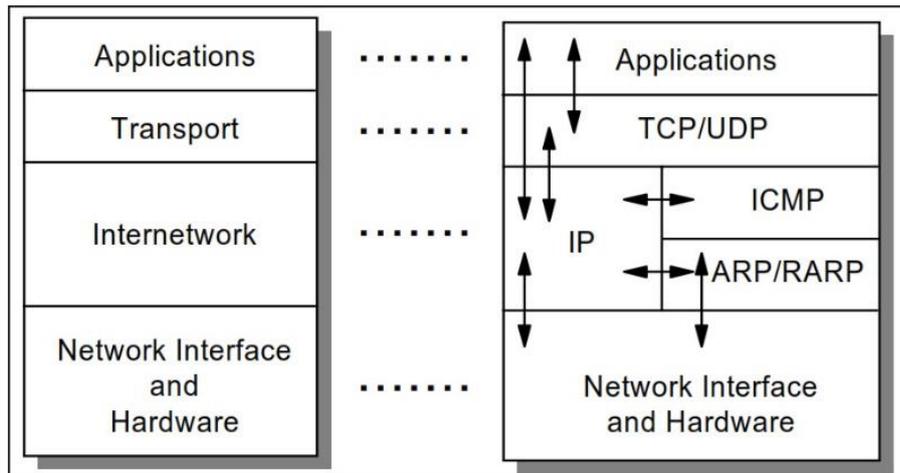
Tabel 2.4 *Typical Current Consumption* ESP8266-01 [15]

Mode	Min	Typ	Max	Unit
Transmit 802.11b, CCK 1Mbps, POUT=+19.5dBm		215		mA
Transmit 802.11b, CCK 11Mbps, POUT=+18.5dBm		197		mA
Transmit 802.11g, OFDM 54Mbps, POUT=+16dBm		145		mA
Transmit 802.11n, MCS7, POUT=+14dBm		135		mA
Receive 802.11b, packet length=1024 byte, -80dBm		60		mA
Receive 802.11g, packet length=1024 byte, -70dBm		60		mA
Receive 802.11n, packet length=1024 byte, -65dBm		62		mA
Standby		00.09		mA
Deep sleep		10		uA
Power save mode DTIM 1		01.02		mA
Power save mode DTIM 3		0,05972		mA
Total shutdown		00.05		uA

Dalam keadaan *default configuration*, ESP8266 menggunakan *AT command* untuk saling berkomunikasi. Kumpulan *AT Command* yang digunakan pada ESP8266 dapat dilihat pada Lampiran 5.

2.7 TCP/IP

TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) adalah standar komunikasi data yang digunakan pada *internet* dalam proses tukar menukar data dari satu komputer menuju komputer lain di dalam jaringan komputer [16]. TCP/IP merupakan protokol yang paling banyak digunakan pada saat ini.



Gambar 2.18 TCP/IP *protocol stack*

Dapat dilihat pada Gambar 2.18, protokol TCP/IP memiliki *layer* sebagai berikut.

- *Application Layer*

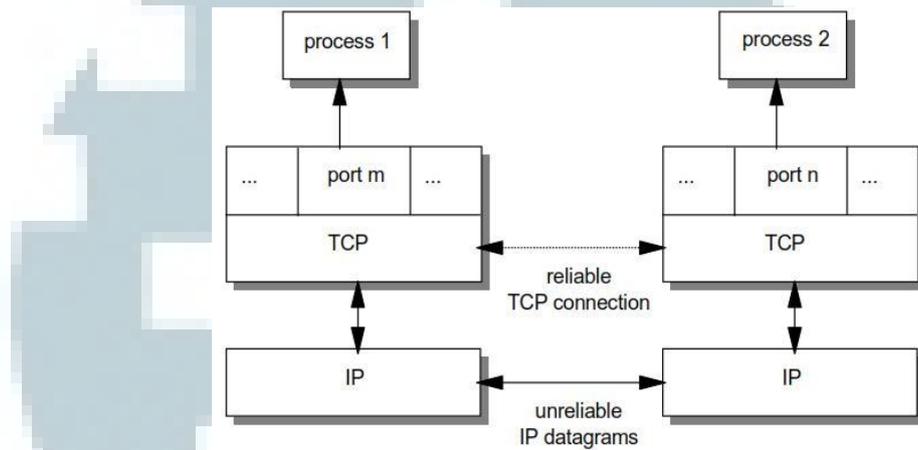
Application layer bertugas untuk menyediakan akses terhadap layanan pada protokol TCP/IP. Beberapa contoh protokol antara lain DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), DNS (*Domain Name System*), HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), FTP (*File Transfer Protocol*), SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), Telnet, dan banyak protokol lainnya.

- *Transport Layer*

Transport layer digunakan untuk membuat sesi koneksi yang bersifat *connection-oriented* atau *broadcast* yang bersifat *connectionless*. Terdapat dua protokol pada ini, yaitu TCP dan UDP. Protokol TCP merupakan protokol yang digunakan pada *device* ini.

- TCP (*Transmission Control Protocol*)

TCP merupakan *connection-oriented protocol*. Telnet dan FTP merupakan contoh aplikasi yang menggunakan protokol TCP. Secara spesifik, TCP memberikan banyak fitur dibandingkan UDP yaitu *error recovery*, *flow control*, dan *reliability*.



Gambar 2.19 Koneksi antar proses pada TCP

Pada Gambar 2.19, terlihat proses antara dua buah proses berkomunikasi menggunakan koneksi TCP yang dilakukan oleh *IP Datagram*.

UMMN

- *Internetwork Layer*

Internetwork layer, biasa disebut menjadi *internet layer* atau *network layer*. IP (*Internet Protocol*) adalah salah satu protokol yang digunakan pada layer ini. IP digunakan untuk melakukan fungsi *routing* dengan mengirimkan pesan yang dikirimkan menuju tujuannya. ICMP, IGMP, ARP, RARP merupakan protokol lainnya yang digunakan pada *internetwork layer*.

- *Network Interface Layer*

Network interface layer biasa disebut juga dengan *link layer* atau *data-link layer*. Layer ini merupakan antarmuka yang berhubungan dengan dengan perangkat keras jaringan.

UMMN