

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian – Penelitian Terdahulu

Dari tabel penelitian yang sudah dibaca, agar tidak terjadi kesalahan atau kesamaan maka saya buatlah jurnal – jurnal seperti pada tabel dibawah ini:

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Sistem Yang Digunakan
1	(Teuku Ridha Muhammad Saputra 1, 20 oktober 2017)	Penerapan wireless sensor network berbasis <i>Internet of Things</i> pada kandang ayam untuk memantau dan mengendalikan operasional perternakan ayam	Sistem ini berguna sebagai alternatif pemeriksa kandang ayam, sehingga para pekerja tidak terlalu sibuk untuk memeriksa selalu kondisi kandang ayam. Sistem ini juga mampu mengendalikan suhu di dalam kandang peternakan sesuai dengan umur ternak
2	(Islami, April 2017; Islami, April 2017)	Pengembangan Alat Pemanas bibit ayam berbasis <i>internet of things</i> menggunakan mikrokontroler nodemcu ESP8266	Alat yang digunakan merupakan prototype pendeteksi suhu pada kandang yang memanfaatkan teknologi <i>internet of things</i> , DHT 11, Sensor Suhu, dan Node MCU ESP8266
3	(Kurniawan, 2018)	<i>Smart</i> kandang ayam petelur berbasis <i>internet of things</i> untuk mendukung SDGS 2030 (Sustainable Development Goals)	Dengan teknologi <i>Internet of Things</i> yang dapat membantu peternak dan mampu membantu melakukan inovasi dalam proses beternak yang lebih baik, kandang ini memiliki kelebihan yaitu mampu memberikan makan secara otomatis, mengontrol volume air minum, mengontrol suhu kandang, mengontrol pencahayaan dan melakukan penyemprotan desinfeksi secara otomatis dengan menggunakan <i>smartphone</i> .
4	(Alfaviega Septian Pravangasta 1,	Sistem Monitoring Kadar Gas Berbahaya Berdasarkan	Dalam input sistem digunakan dua sensor berupa MQ-4 yang dapat mendeteksi amonia dan MQ-135 yang dapat mendeteksi metana. Data

	10 Oktober 2018)	Amonia Dan Metana Pada Peternakan Ayam Broiler Menggunakan Protokol MQTT Pada <i>Realtime System</i> .	dari sensor akan dikirimkan ke Arduino, kemudian diteruskan melalui modul wifi ESP8266 agar dapat dikirimkan ke web server. Data yang dikirimkan ke web server menggunakan protokol MQTT untuk kemudian ditampilkan dalam web server Things board agar data dapat ditampilkan secara <i>realtime</i> .
5	(Muhammad, November 2016)	<i>Smart door locks based on internet of things concept with mobile backend as a service.</i>	Aplikasi android dapat mengontrol atau monitoring modul esp8266 melalui <i>firebase</i> yang berfungsi sebagai <i>mobile backend as a service</i> dengan menerapkan kaidah <i>internet of things</i> .
6	(I Putu Gede Budisanjaya, Oktober 2016)	Pemantau Suhu dan Kadar Air Kompos Berbasis <i>Internet Of Things (Iot)</i> dengan Arduino Mega dan Esp8266	Alat pemantau suhu dan kadar air ini terdiri dari board mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor suhu DS18B20, sensor kadar air berbasis resistif dengan IC 555 sebagai <i>current excitation</i> . Hasil suhu dan kadar air ditampilkan pada LCD 4 x 20 dan dapat dimonitor secara online pada situs <i>thingspeak.com</i> karena adanya modul wifi ESP8266. Data suhu dan kadar air bahan kompos juga disimpan pada sd card

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dibaca, banyak penelitian menggunakan mikrokontroler Arduino. Arduino banyak digunakan karena sangat mudah dan praktis untuk membuat sistem kontrol dengan bahasa pemrograman yang mudah untuk dipelajari. Selain itu perangkat keras antara *downloader* dan minimum sistemnya telah terpasang dalam satu *board* sehingga lebih mudah dalam pengunggahan program. Selain dari mikrokontroler, peneliti banyak menggunakan media internet sebagai media komunikasi antara perangkat sistem, internet digunakan karena lebih praktis dan jarak jangkauan media komunikasinya sangat jauh hingga antar negara.

2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer ***Invalid source specified.*** "A Things" pada *Internet of Things* dapat didefinisikan sebagai subjek. Misalnya, orang dengan monitor *implant* jantung, hewan peternakan dengan *transponder biochip*, sebuah mobil yang telah dilengkapi *built-in* sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah. Sejauh ini, *IoT* paling erat hubungannya dengan komunikasi *machine-to-machine (M2M)* di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi *M2M* yang sering disebut dengan sistem cerdas atau "*smart*".

Meskipun konsep ini kurang populer hingga tahun 1999, namun *IoT* telah dikembangkan selama beberapa dekade. Alat Internet pertama, misalnya, adalah mesin *Coke di Carnegie Mellon University* di awal 1980-an. Para programer dapat terhubung ke mesin melalui Internet, memeriksa status mesin dan menentukan apakah ada atau tidak minuman dingin yang menunggu mereka, tanpa harus pergi ke mesin tersebut. Istilah *IoT (Internet of Things)* mulai dikenal tahun 1999 yang saat itu disebutkan pertama kalinya dalam sebuah presentasi oleh Kevin Ashton, *cofounder and executivedirector of the Auto-ID Center* di MIT.

IoT memiliki manfaat seperti pada kehidupan sehari-hari. Bahkan beberapa mungkin telah kita lakukan, hanya saja tidak terpikir bahwa itu adalah bagian dari *IoT*. Berikut ini adalah beberapa manfaat dalam beberapa bidang, yakni: sektor pembangunan, sektor energi, sektor rumah tangga, sektor kesehatan, sektor industri, transportasi, perdagangan, keamanan dan teknologi dan jaringan. Berikut adalah gambar 2.1 sistem *IoT*. (Muktiawan , 2018)



Gambar 2. 1 Sistem IoT. (Muktiawan , 2018)

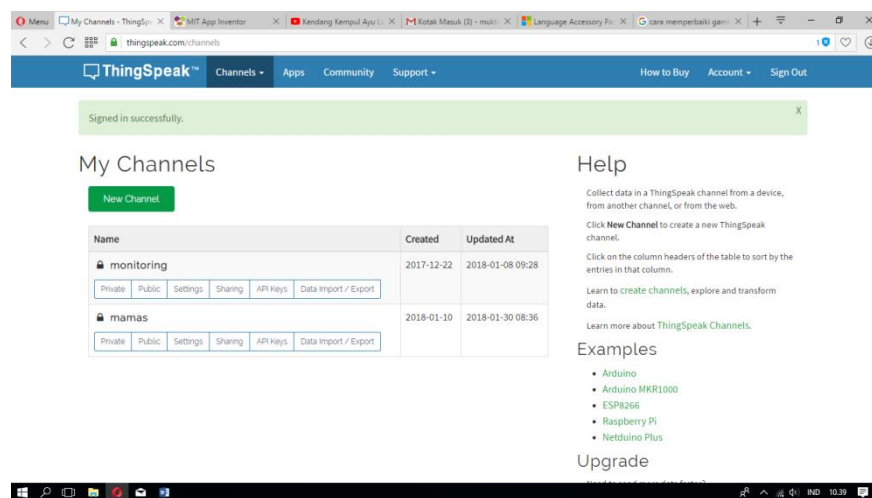
2.3 ThingSpeak

ThingSpeak adalah *platform open source Internet of Things (IOT)* aplikasi dan *API (Application Programming Interface)* untuk menyimpan dan mengambil data dari hal menggunakan *protokol HTTP* melalui Internet atau melalui *Local Area Network*. *ThingSpeak* memungkinkan pembuatan aplikasi sensor *logging*, aplikasi lokasi pelacakan, dan jaringan sosial hal dengan *update status*. *ThingSpeak* awalnya diluncurkan oleh *ioBridge* pada tahun 2010 sebagai layanan untuk mendukung aplikasi *IOT*. *ThingSpeak* telah terintegrasi dukungan dari numerik komputasi perangkat lunak *MATLAB* dari *MathWorks*. Memungkinkan *ThingSpeak* pengguna untuk menganalisis dan memvisualisasikan data yang diunggah menggunakan *Matlab* tanpa memerlukan pembelian lisensi *Matlab* dari *MathWorks*. Alamat IP pada website *ThingSpeak* yaitu 184.106.153.149. *ThingSpeak* memiliki kode khusus pada setiap *chanell*, kode tersebut disebut dengan *API Key*. *API Key* dibuat sebagai cara khusus untuk dapat mengakses chanel tertentu. Pembacaan data di *ThingSpeak* memiliki waktu durasi sebanyak 30 detik sampai dengan 60 detik, penggunaan durasi bertujuan untuk menjaga keamanan *server* dari permintaan setiap *client*. *ThingSpeak* memiliki beberapa fitur diantaranya yaitu:

1. *MATLAB Analyze* dan visualisasi.

2. *ThingSpeak App* berfungsi untuk menyertakan *code* tambahan sesuai kebutuhan *IoT* yang ingin dikembangkan seperti menambahkan sebuah fungsi atau prosedur kedalam mikrokontroler yang terhubung.
3. *Chart & Channel API* yang interaktif untuk menampilkan hasil analisis data
4. Memiliki banyak referensi

ThingSpeak memiliki hubungan dekat dengan *MathWorks, Inc.* Bahkan, semua dokumentasi *ThingSpeak* dimasukkan ke situs dokumentasi *Matlab* yang *MathWorks* dan bahkan memungkinkan terdaftar *MathWorks* akun pengguna *login* sebagai valid di situs *ThingSpeak*. Persyaratan layanan dan kebijakan privasi dari *ThingSpeak.com* adalah antara pengguna setuju dan *MathWorks, Inc.* Berikut adalah tampilan aplikasi *thingspeak* (Muktiawan , 2018) seperti gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Tampilan *Thingspeak* (Muktiawan , 2018)

2.4 Smartphone

Smartphone (telepon pintar) adalah telepon yang menyediakan fitur yang berada diatas dan di luar kemampuan sederhana (Smartphone, 2016). *Smartphone* pertama diberi nama *Simon* yang dikembangkan oleh *IBM (International Business Machines Corporation)* pada tahun 1992 dan terpilih sebagai *product of the year* oleh *COMDEX (Computer Dealers Exposition)*. *Simon* direlease pada tahun 1993

oleh *BellSouth*. Selain fitur *telephone* dan *SMS*, *Simon* dilengkapi dengan *calendar*, *address book*, *world clock*, *notepad*, *e-mail*, *fax*, dan *games*. Setelah itu banyak produk sejenis yang dikeluarkan oleh berbagai vendor berbeda seperti *Nokia*. Sistem operasi yang digunakan pada *smartphone* berbeda-beda tetapi yang paling banyak digunakan saat ini adalah sistem operasi yang berbasis *Android* dari *google*. Berikut adalah salah satu sistem operasi pada *smartphone* dan salah satu versi sistem operasi. (Smartphone, 2016).

2.5 Arduino

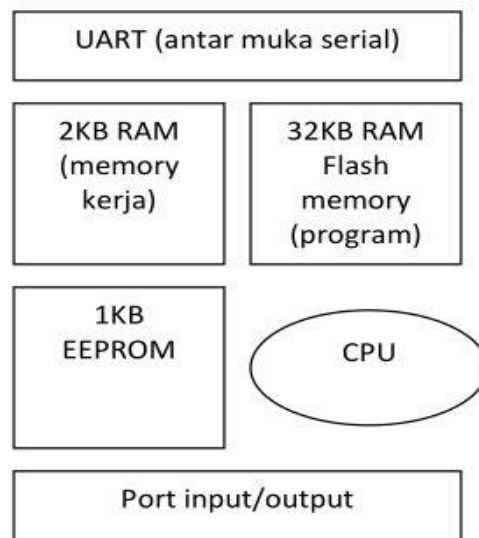
Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman, dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino. Selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Salah satu yang membuat Arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya yang *open source*, baik untuk *hardware* maupun *software*-nya. Diagram rangkaian elektronik Arduino digratiskan kepada semua orang. Anda bisa bebas men-*download* gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para pembuat Arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di-*download* dan diinstal pada komputer secara gratis. Kita patut berterima kasih kepada tim Arduino yang sangat dermawan membagi-bagikan kemewahan hasil kerja keras mereka kepada semua orang. Saya pribadi betul-betul kagum dengan desain *hardware*, bahasa

pemrograman dan IDE Arduino yang berkualitas tinggi dan sangat berkelas. (Arduino, 2008)



Gambar 2. 3 Arduino (Arduino, 2008)

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah *microcontroller* 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya. Sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560. Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah *microcontroller*, pada gambar berikut ini diperlihatkan contoh diagram blok sederhana dari *microcontroller* ATmega328 (dipakai pada Arduino Uno).



Gambar 2. 4 Block diagram arduino (Arduino, 2008)

Blok-blok di atas dijelaskan sebagai berikut:

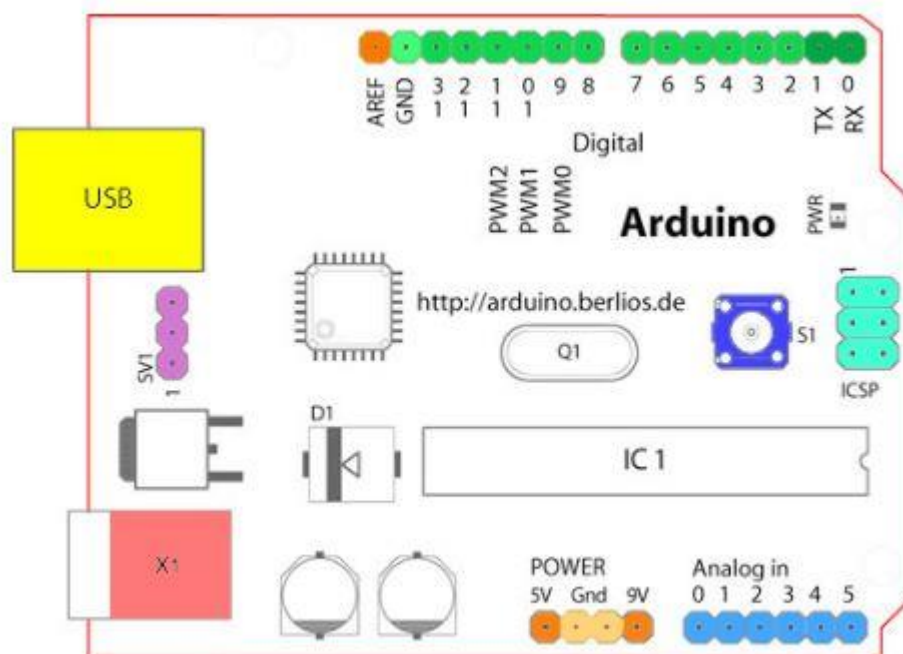
- *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS 422 dan RS-485.
- 2KB RAM pada *memory* kerja bersifat volatile (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
- 32KB RAM *flash memory* bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan bootloader.
- Bootloader adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *boot loader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
- 1KB EEPROM bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
- *Central Processing Unit* (CPU), bagian dari *microcontroller* untuk menjalankan setiap instruksi dari program.

- Port input/output, pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog.

Setelah mengenal bagian-bagian utama dari *microcontroller* ATmega sebagai komponen utama, selanjutnya kita akan mengenal bagian-bagian dari papan Arduino itu sendiri. (Arduino, 2008)

2.6 Bagian-Bagian Papan Arduino

Dengan mengambil contoh sebuah papan Arduino tipe USB, bagian-bagiannya dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 2. 5 Bagian – bagian Arduino Uno

14 pin *input / output digital* (0-13)

Berfungsi sebagai *input* atau *output*, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog *output* dimana tegangan *output*-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin *output* analog dapat deprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

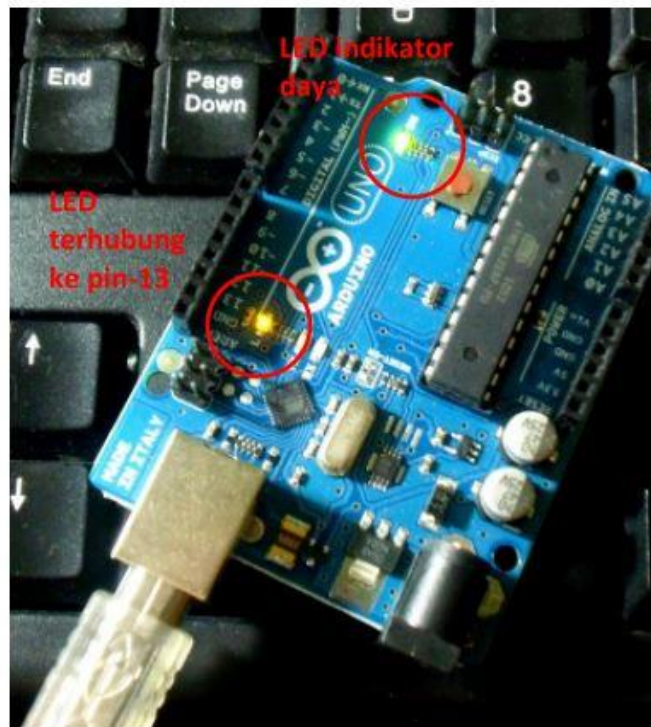
USB

Berfungsi untuk:

<ul style="list-style-type: none"> • Memuat program dari komputer ke dalam papan • Komunikasi serial antara papan dan komputer • Memberi daya listrik kepada papan
<p>SAMBUNGAN SV1</p> <p>Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis. Sambungan SV1</p>
<p>Q1 – Kristal (<i>quartz crystal oscillator</i>)</p> <p>Jika <i>microcontroller</i> dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantungnya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada <i>microcontroller</i> agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz). Q1 – Kristal (<i>quartz crystal oscillator</i>)</p>
<p>Tombol Reset S1</p> <p>Untuk me-<i>reset</i> papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol <i>reset</i> ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan <i>microcontroller</i>.</p>
<p><i>In-Circuit Serial Programming (ICSP)</i></p> <p><i>Port ICSP</i> memungkinkan pengguna untuk memprogram <i>microcontroller</i> secara langsung, tanpa melalui <i>boot loader</i>. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.</p>
<p>IC 1 – <i>Microcontroller</i> Atmega</p> <p>Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM. IC 1 <i>Microcontroller</i> Atmega</p>
<p>X1 – sumber daya eksternal</p> <p>Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.</p>
<p>6 pin input analog (0-5)</p> <p>Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.</p>

Tanpa melakukan konfigurasi apapun, begitu sebuah papan Arduino dikeluarkan dari kotak pembungkusnya ia dapat langsung disambungkan ke

sebuah komputer melalui kabel USB. Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel USB ini juga akan mengalirkan arus DC 5 Volt kepada papan Arduino sehingga praktis tidak diperlukan sumber daya dari luar. Saat mendapat suplai daya, lampu LED indikator daya pada papan Arduino akan menyala menandakan bahwa ia siap bekerja.



Gambar 2. 6 LED terhubung ke pin 13 (Arduino, 2008)

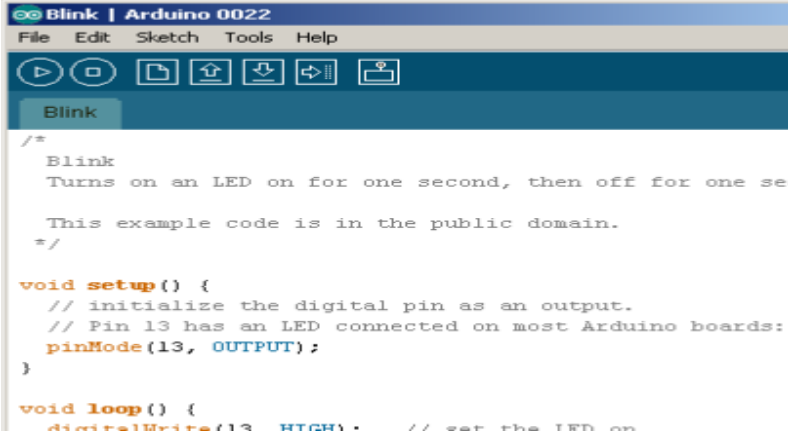
Pada papan Arduino Uno terdapat sebuah LED kecil yang terhubung ke pin *digital* no 13. LED ini dapat digunakan sebagai output saat seorang pengguna membuat sebuah program dan ia membutuhkan sebuah penanda dari jalannya program tersebut. Ini adalah cara yang praktis saat pengguna melakukan uji coba. Umumnya *microcontroller* pada papan Arduino telah memuat sebuah program kecil yang akan menyalakan LED tersebut berkedip-kedip dalam jeda satu detik. Jadi sangat mudah untuk menguji apakah sebuah papan Arduino baru dalam kondisi baik atau tidak, cukup sambungkan papan itu dengan sebuah komputer dan perhatikan apakah LED indikator daya menyala konstan dan LED dengan pin-13 itu menyala berkedip-kedip. (Arduino, 2008)

2.7 Software Arduino

Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini, software Arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE. Walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

- Editor program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah *microcontroller* tidak akan bisa memahami Bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh *microcontroller* adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari computer ke dalam *memory* di dalam papan Arduino.

Berikut ini adalah contoh tampilan IDE Arduino dengan sebuah sketch yang sedang diedit. (Arduino, 2008)



```

Blink | Arduino 0022
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
  Blink
  Turns on an LED on for one second, then off for one second.
  This example code is in the public domain.
*/

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

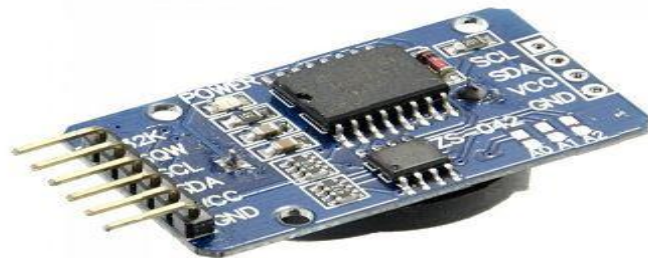
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on

```

Gambar 2. 7 IDE Arduino

2.8 Serial RTC (*Real Time Clock*) DS3231

RTC merupakan alat yang digunakan untuk mengakses data waktu dan kalender. RTC yang digunakan adalah DS3231 yang merupakan pengganti dari serial RTC tipe DS1307 dan DS1302. RTC mampu mengakses informasi data waktu mulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Akhir tanggal pada setiap bulan akan disesuaikan secara otomatis dengan kurang dari 31 hari dan juga mampu mengoreksi tahun kabisat. Pada DS3231 Operasi jam bisa diformat dalam 24 jam atau 12 jam (AM/PM). Untuk tatap muka dengan suatu mikroprosesor dapat disederhanakan dengan menggunakan sinkronisasi komunikasi serial I2C dengan kecepatan *clock* 400Khz. Hanya membutuhkan 2 saluran untuk komunikasi dengan *clock*/RAM: SCL (*serial clock*), SDA (Serial I/O data), dan juga dilengkapi dengan keluaran SQW/Out yang dapat deprogram untuk mengetahui perubahan data waktu pada RTC dan pin RST. DS3231 didesain untuk mengoperasikan pada power yang sangat rendah dan mempertahankan data dan informasi waktu ± 1 microwatt.



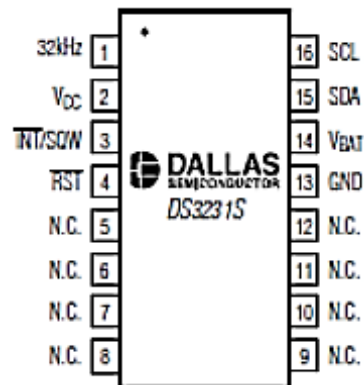
Gambar 2. 8 RTCDS3231

Adapun karakteristik dari RTC tipe DS3231 yaitu:

- RTC menghitung detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari setiap minggu dan tahun dengan benar sampai tahun 2100.
- Serial I2C untuk pin minimum proses komunikasi RTC.
- 2.0 – 5.5 Volt *full operation*.
- Mempunyai kemasan 16 pin SOICs.

- 3 simple wire interface (I2C dan SQW/Out).
- Square wave output yang dapat diprogram.
- Mempunyai sensor temperatur dengan akurasi ± 3 o Celcius.

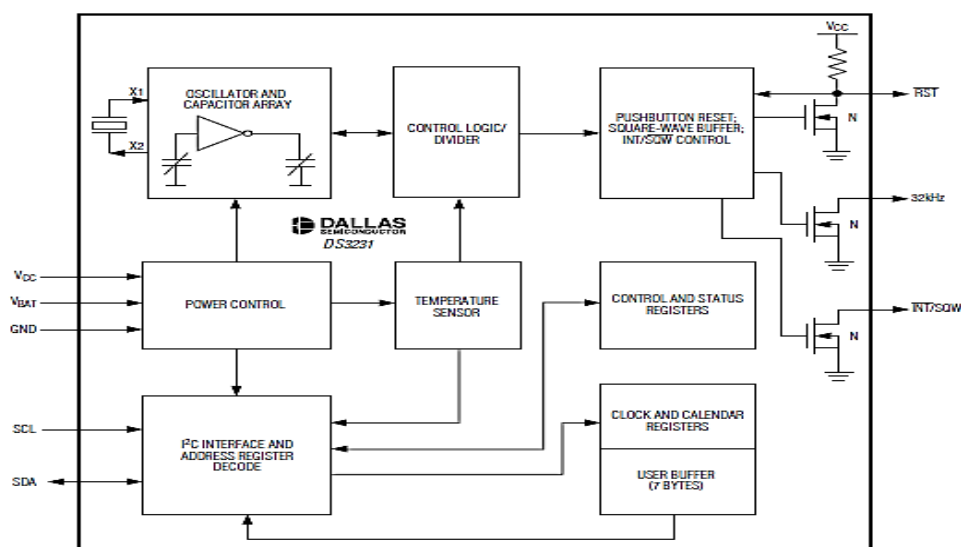
Adapun konfigurasi pin dari RTC DS3231 ditunjukkan sebagaimana gambar 2.10:



Gambar 2. 9 Bagian-bagian RTC DS3231

Sumber: DS3231 Datasheet

Sementara itu diagram blog dari RTC DS3231 ditunjukkan pada gambar 2.11:



Gambar 2. 10 Diagram blog DS3231

Sumber: DS3231 Datasheet

Adapun penjelasan dari pin DS3231 ditunjukkan pada tabel 2.1:

Pin	Fungsi
V Cc1 , V Bat	Sebagai <i>Power Supply</i> . Jika $V Cc2 > V Cc1 (+0.2v)$ maka V Cc2 menjadi power Ds3231. Begitu juga sebaliknya.
Scl	Untuk sinkronisasi data pada serial <i>interface (Clock)</i> .
Sda	Pin data bidireksional (<i>Input/Output</i>).
Int/Sqw Out	<i>Output</i> Interupsi dari RTC yang dapat diprogram sebagai pemberi informasi perubahan waktu.
32Khz	<i>Output</i> gelombang kotak yang dapat diprogram.
Rst	Pin <i>reset</i> yang RTC.
<i>Clock / Kalender</i>	Memuat data dalam bentuk BCD dan Memiliki 7 register <i>write / read</i> .
Am-Pm/12-24	7 bit register ditetapkan sebagai mode 12 atau 24 jam.
<i>Write Protect Bit</i>	Pada 7 bit pertama (bit 0.....6) berlogika 0. Sampai pada proses <i>read</i> , bit 7 harus berlogika 0. Sebelum ada operasi penulisan untuk <i>clock</i> atau RAM.
<i>Clock / Calendar Burst Mode</i>	Bagian dari operasi <i>burst mode</i> , secara teratur dapat dibaca atau ditulis mulai dengan bit 0 pada alamat 0.

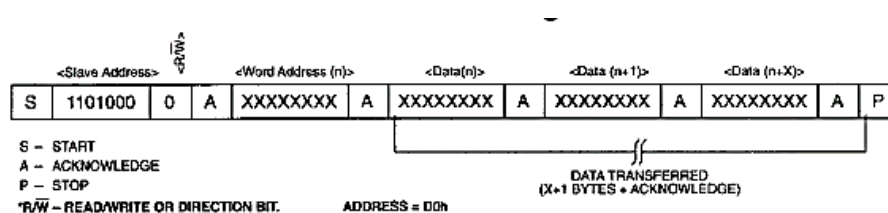
Tabel 2. 1 Penjelasan pin-pin pada RTC

Pada command byte semua data input selalu dimulai dari LSB (bit 0), hal ini dapat dilihat pada tabel 2.2:

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
EOSC	BBSQW	CONV	RS2	RS1	INTCN	A2IE	A1IE

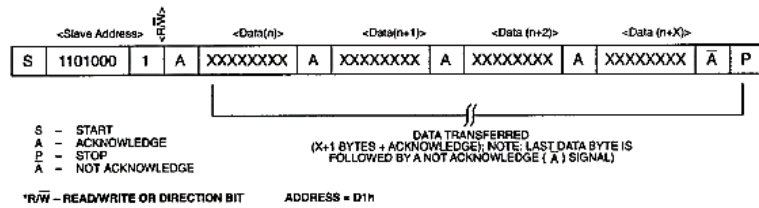
Tabel 2. 2 Alamat Command Byte

Data transfer pada proses penulisan byte RTC DS3231 dapat dilihat pada Tabel 2.3:



Tabel 2. 3 Data transfer byte

Sementara itu proses pembacaan byte RTC DS3231 dapat dilihat pada tabel 2.4:



Tabel 2. 4 Data read byte

Adapun peta alamat pada command byte dan penjelasannya adalah:

ADDRESS	BIT 7 MSB	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0 LSB	FUNCTION	RANGE
00H	0	10 Seconds			Seconds				Seconds	00-59
01H	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00-59
02H	0	12/24	AM/PM	10 Hour	Hour				Hours	1-12 + AM/PM 00-23
03H	0	0	0	0	0	Day			Day	1-7
04H	0	0	10 Date		Date				Date	00-31
05H	Century	0	0	10 Month	Month				Month/ Century	01-12 + Century
06H	10 Year			Year					Year	00-99
07H	A1M1	10 Seconds			Seconds				Alarm 1 Seconds	00-59
08H	A1M2	10 Minutes			Minutes				Alarm 1 Minutes	00-59
09H	A1M3	12/24	AM/PM	10 Hour	Hour				Alarm 1 Hours	1-12 + AM/PM 00-23
0AH	A1M4	DY/DT	10 Date		Day				Alarm 1 Day	1-7
					Date				Alarm 1 Date	1-31
0BH	A2M2	10 Minutes			Minutes				Alarm 2 Minutes	00-59
0CH	A2M3	12/24	AM/PM	10 Hour	Hour				Alarm 2 Hours	1-12 + AM/PM 00-23
					Day				Alarm 2 Day	1-7
					Date				Alarm 2 Date	1-31
0EH	EOSC	BBSQW	CONV	RS2	RS1	INTCN	A2IE	A1IE	Control	—
0FH	OSF	0	0	0	EN32kHz	BSY	A2F	A1F	Control/Status	—
10H	SIGN	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	Aging Offset	—
11H	SIGN	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	MSB of Temp	—
12H	DATA	DATA	0	0	0	0	0	0	LSB of Temp	—

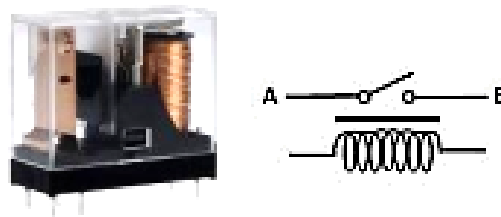
Tabel 2. 5 Register Address

Dalam perancangan ini RTC DS3231 digunakan sebagai *timer* untuk proses perhitungan daya. Dengan demikian, waktu yang digunakan dalam proses perhitungan akan menjadi lebih valid.

2.9 Relay

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektro magnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka di

sekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Logam ferromagnetis adalah logam yang mudah terinduksi medan elektromagnetis. Ketika ada induksi magnet dari lilitan yang membelit logam, logam tersebut menjadi "magnet buatan" yang sifatnya sementara. Cara ini kerap digunakan untuk membuat magnet non permanen. Sifat kemagnetan pada logam ferromagnetis akan tetap ada selama pada kumparan yang melilitinya teraliri arus listrik. Sebaliknya, sifat kemagnetannya akan hilang jika suplai arus listrik kelilitan diputuskan.



Gambar 2. 11 Relay dan Simbol Relay (habeahan, 2017)

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

- *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
- *Normally Open (NO)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)

Karena Relay merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah Pole and Throw:

- *Pole*: Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah relay
- *Throw*: Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (*Contact*)

Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi:

- *Single Pole Single Throw* (SPST): Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- *Single Pole Double Throw* (SPDT): Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
- *Double Pole Single Throw* (DPST): Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.
- *Double Pole Double Throw* (DPDT): Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.

Selain Golongan Relay diatas, terdapat juga Relay-relay yang *Pole* dan *Throw*-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya.

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah:

- 2.1 Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*).
- 2.2 Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*).

2.3 Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari *Signal* Tegangan rendah.

2.4 Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (*Short*). (habeahan, 2017)

2.10 Motor servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 ms pada periode selebar 2 ms maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa off maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa off maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam. (Iswanto, 2011)

Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinyu seperti motor dc maupun motor stepper. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinyu. Pada robot, motor ini sering digunakan untuk bagian kaki, lengan atau bagian-bagian lain yang mempunyai gerakan terbatas dan membutuhkan torsi cukup besar. Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (cw dan ccw) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan duty cycle sinyal pwm pada bagian pin kontrolnya. Motor servo tampak pada gambar 2.13.



Gambar 2. 12 Motor Servo (Iswanto, 2011)

Motor servo merupakan sebuah motor dc yang memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya. Sistem mekanik motor servo tampak pada gambar 2.14.



Gambar 2. 13 Sistem mekanik Motor Servo (Iswanto, 2011)

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal *gear*nya. Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki :

1. Tiga jalur kabel: *power*, *ground*, dan *control*.
2. Sinyal control mengendalikan posisi.

3. Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
4. Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan feedback control.

Jenis-jenis motor servo

1. Motor Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.

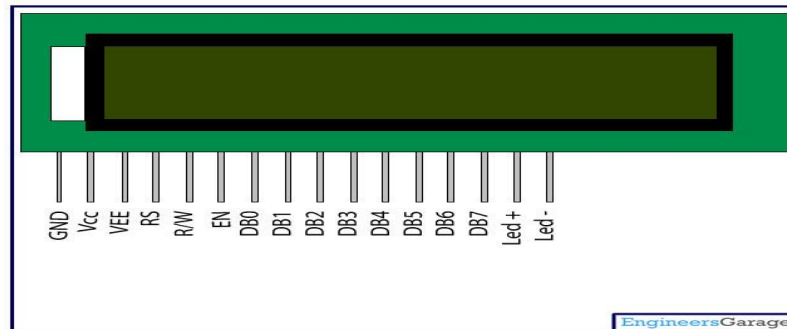
2. Motor Servo Continuous

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

2.11 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) layar merupakan modul layar elektronik dan menemukan berbagai macam aplikasi. Sebuah layar LCD 16 x 2 adalah modul yang sangat dasar dan sangat umum digunakan di berbagai perangkat dan sirkuit. Modul ini disukai lebih dari tujuh segmen dan led segmen multi-lainnya. Alasan menjadi: LCD ekonomis, mudah diprogram, tidak memiliki batasan menampilkan karakter khusus & bahkan kustom (seperti dalam tujuh segmen), animasi dan sebagainya. Sebuah LCD 16 x 2 berarti dapat menampilkan 16 karakter per baris dan ada 2 garis tersebut. Dalam LCD ini masing-masing karakter ditampilkan dalam matriks 5 x 7 pixel. LCD ini memiliki dua register, yaitu, *command* dan *data*. Perintah mendaftarkan menyimpan petunjuk perintah yang diberikan ke LCD. Perintah adalah instruksi yang diberikan kepada LCD untuk melakukan tugas yang telah ditetapkan seperti inisialisasi itu, membersihkan layar, pengaturan posisi kursor, mengendalikan display dll, menyimpan data register data yang akan ditampilkan pada LCD. Data tersebut adalah nilai asli dari karakter yang akan ditampilkan pada LCD. (kushagra, 2002)

Pin Diagram



Gambar 2. 14 Pin diagram (kushagra, 2002)

Tabel pin

Pin No	Function	Name
1	Ground (0V)	Ground
2	Supply voltage; 5V (4.7V – 5.3V)	Vcc
3	Contrast adjustment; through a variable resistor	VEE
4	Selects command register when low; and data register when high	Register Select
5	Low to write to the register; High to read from the register	Read/write
6	Sends data to data pins when a high to low pulse is given	Enable
7	8-bit data pins	DB0
8		DB1
9		DB2
10		DB3
11		DB4
12		DB5
13		DB6
14		DB7
15	Backlight V _{CC} (5V)	Led+
16	Backlight Ground (0V)	Led-

Tabel 2. 6 Pin

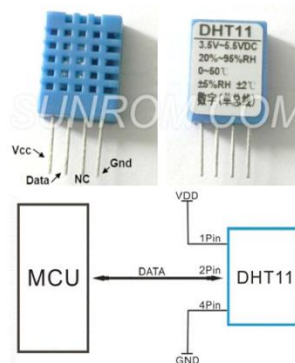
2.12 Sensor Kelembaban Udara/*Humidity* (DHT11)

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban nisbi adalah membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air.

Peralatan elektronik juga menjadi mudah berkarat jika udara disekitarnya memiliki kelembaban yang cukup tinggi. Oleh karena itu, informasi mengenai

kelembaban udara pada suatu area tertentu menjadi sesuatu hal yang penting untuk diketahui karena menyangkut efek-efek yang ditimbulkannya.

Informasi mengenai nilai kelembaban udara diperoleh dari proses pengukuran. Alat yang biasanya digunakan untuk mengukur kelembaban udara adalah higrometer. DHT 11 adalah sensor *digital* yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka *module* ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya, DHT11 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 20 meter, dengan spesifikasi: *Supply Voltage*: +5 V, *Temperature range* : 0-50 °C *error of* ± 2 °C, *Humidity* : 20-90% RH $\pm 5\%$ RH *error*, dengan spesifikasi *digital interfacing system*. membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.



Gambar 2. 15 Sensor kelembaban udara/Humidity (DHT11)

(<http://www.sunrom.com>)

Model	DHT11
<i>Power supply</i>	3-5.5V DC
<i>Output signal</i>	<i>digital signal via single-bus</i>

<i>Measuring range</i>	<i>humidity 20-90% RH \pm 5% RH error temperature 0-50 °C error of \pm 2 °C</i>
<i>Accuracy</i>	<i>humidity \pm4%RH (Max \pm5%RH); temperature \pm2.0Celsius</i>
<i>Resolution or Sensitivity</i>	<i>humidity 1%RH; temperature 0.1Celsius</i>
<i>Repeatability</i>	<i>humidity \pm1%RH; temperature \pm1Celsius</i>
<i>Humidity hysteresis</i>	<i>\pm1%RH</i>
<i>Long-term Stability</i>	<i>\pm0.5%RH/year</i>
<i>Sensing period</i>	<i>Average: 2s</i>
<i>Interchangeability</i>	<i>fully interchangeable</i>
<i>Dimensions size</i>	<i>12*15.5*5.5mm</i>

Tabel 2. 7 Tabel karakteristik sensor kelembaban udara/*Humidity*

Dari penjelasan (Tabel 2.7) diatas bahwa struktur yang merupakan cara kerja dari sensor kelembaban udara/*Humidity* DHT11 memiliki empat buah kaki yaitu: pada bagian kaki (V_{CC}),dihubungkan ke bagian V_{SS} yg bernilai sebesar 5V, pada *board* Arduino uno dan untuk bagian kaki *GND* dihubungkan ke *ground (GND)* pada *board* Arduino uno, sedangkan pada bagian kaki data yang merupakan keluaran (*Output*) dari hasil pengolahan data analog dari *sensor* DHT11 yang dihubungkan ke bagian *analog input (pin3)*, yaitu pada bagian pin *PWM (Pulse Width Modulation)* pada *board* Arduino uno dan yang tak ketinggalan terdapat satu kaki tambahan yaitu kaki *NC (Not Connected)*, yang tidak dihubungkan ke pin manapun. Sensor kelembaban lain yang banyak dikembangkan adalah jenis sensor serat optik yang menggunakan serat optik sebagai bahan sensor. Berbagai metode dan bahan untuk sensor telah dikembangkan pada sensor serat optik ini.

Metode pengukuran yang digunakan seperti misalnya; pengukuran serapan gelombang, pengukuran pelemahan gelombang, dan pengukuran intensitas. Material yang digunakan untuk sensor kebanyakan adalah bahan-bahan hidrogel seperti gelatin murni atau gelatin yang didoping, polimer yang didoping $CoCl_2+PVA$, polianilin dengan nano Co, dan agarosa. Pemanfaatan *POF (polymer optical fiber)* sebagai sensor kelembaban telah dilakukan oleh

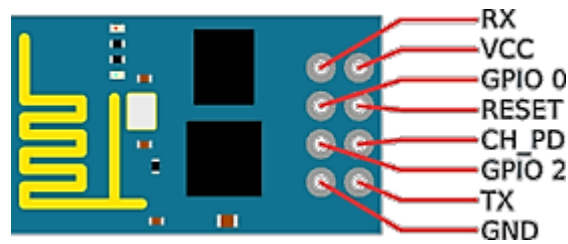
Shinzo dengan konfigurasi probe sensor berbentuk lurus, diperoleh rentang kelembaban yang dapat dideteksi antara 20-90%. Penelitian lain oleh Arregui dengan gel agarosa yang digunakan sebagai pengganti *cladding* dari probe, diperoleh hasil yang lebih baik. Rentang kelembaban yang mampu dideteksi 10-100% dengan waktu respon 90 detik. Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sensor kelembaban menggunakan POF dengan modifikasi *cladding* menggunakan bahan gelatin dan chitosan, kemudian probe dari sensor dibengkokkan membentuk huruf “U”.

Dengan membuat probe sensor bengkok seperti huruf “U” diharapkan hasil yang diperoleh akan lebih baik dari pada hasil-hasil penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini dilakukan juga tentang uji *life time* untuk mendapatkan tingkat ketahanan suatu sensor terhadap waktu. (<http://www.sunrom.com>).

2.13 Modul ESP 8266

Modul ESP8266 adalah sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi *networking* Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi *networking* Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya. ESP8266 memiliki kemampuan *on-board processing* dan *storage* yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat. (<http://zeflo.com/2014/esp8266-weather-display>)

Modul komunikasi WiFi dengan IC SoC ESP8266EX *Serial-to-WiFi Communication Module* ini merupakan modul WiFi dengan harga ekonomis. Kini anda dapat menyambungkan rangkaian elektronika anda ke internet secara nirkabel karena modul elektronika ini menyediakan akses ke jaringan WiFi secara transparan dengan mudah melalui interkoneksi serial (UART RX/TX).



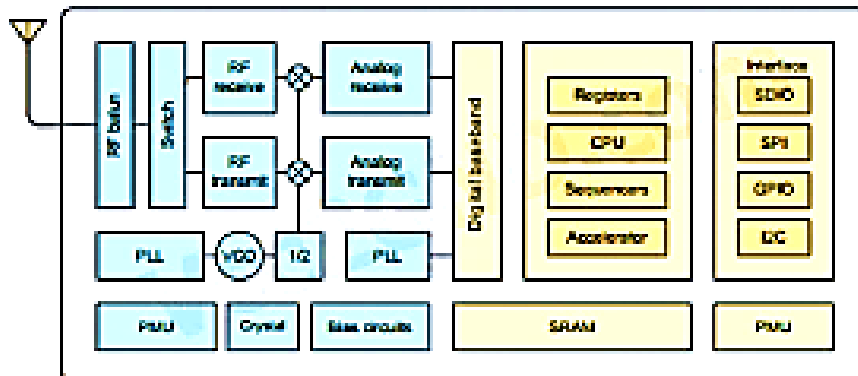
Gambar 2. 16 Modul ESP 8266

Keunggulan utama modul ini adalah tersedianya mikrokontroler RISC (*Tensilica 106 μ Diamond Standard Core LX3*) dan *Flash Memory SPI 4 Mbit Winbond W2540BVNIG* terpadu, dengan demikian Anda dapat langsung menginjeksi kode program aplikasi langsung ke modul ini.

Fitur SoC ESP8266EX:

- Mendukung protokol 802.11 b/g/n
- WiFi Direct (P2P / Point-to-Point), Soft-AP / Access Point
- TCP/IP Protocol Stack terpadu
- Mendukung WEP, TKIP, AES, dan WAPI
- Pengalih T/R, balun, LNA (penguat derau rendah) terpadu
- Power Amplifier / penguat daya 24 dBm terpadu
- Sirkuit PLL, pengatur tegangan, dan pengelola daya terpadu
- Daya keluaran mencapai +19,5 dBm pada moda 802.11b
- Sensor suhu internal terpadu
- Mendukung berbagai macam antena
- Kebocoran arus pada saat non-aktif kurang dari 10 μ A
- CPU mikro 32-bit terpadu yang dapat digunakan sebagai pemroses aplikasi lewat antarmuka iBus, dBus, AHB (untuk akses register), dan JTAG (untuk debugging)
- Antarmuka SDIO 2.0, SPI, UART
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO
- Agregasi A-MPDU dan A-MSDU dengan guard interval 0,4 μ s
- Waktu tunda dari moda tidur hingga transmisi data kurang dari 2 ms

Berikut ini adalah diagram bagian fungsional dari Espressif ESP8266:



Gambar 2. 17 Diagram Blok Modul ESP 8266
(<http://zeflo.com/2014/esp8266-weather-display>)

Modul WiFi ini bekerja dengan catu daya 3,3 volt. Salah satu kelebihan modul ini adalah kekuatan transmisinya yang dapat mencapai 100 meter, dengan begitu modul ini memerlukan koneksi arus yang cukup besar (rata-rata 80 mA, mencapai 215 mA pada CCK 1 MBps, moda transmisi 802.11b dengan daya pancar +19,5 dBm belum termasuk 100 mA untuk sirkuit pengatur tegangan internal). Perhatian bagi pengguna Arduino: jangan ambil catu daya dari pin 3v3 Arduino karena pin tersebut tidak dirancang untuk memasok arus dalam jumlah besar, harap gunakan catu daya terpisah. Anda dapat menggunakan DC *Buck Converter* semacam AMS1117-3.3 untuk mengkonversi tegangan dari catu daya 5 Volt. Untuk berkomunikasi dengan MCU 5V, gunakan level converter 5V \Leftrightarrow 3v3. Untuk komunikasi, model ini menggunakan koneksi 115200,8,N,1 (115.200 bps, 8 data-bit, no parity, 1stop bit). Esp8266 diperintah menggunakan AT Command. perintah AT Command dapat dilihat pada table 2.8

Perintah AT Command	Keterangan
AT	<i>Test AT startup</i>
AT+RST	<i>Restart module</i>
AT+GMR	<i>View version info</i>
AT+GSLP	<i>Enter deep-sleep mode</i>
ATE	<i>AT commands echo or not</i>
AT+RESTORE	<i>Factory Reset</i>
AT+UART	<i>UART configuration</i>
AT+UART_CUR UART	<i>current configuration</i>
AT+UART_DEF UART	<i>default configuration, save to flash</i>
AT+SLEEP	<i>Sleep mode</i>
AT+RFPOWER	<i>Set maximum value of RF TX Power</i>
AT+RFVDD	<i>Set RF TX Power according to VDD33</i>

Tabel 2. 8 AT Command

2.14 Kipas Angin

Kipas angin dipergunakan untuk menghasilkan angin. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin juga ditemukan di mesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan. Kipas angin secara umum dibedakan atas kipas angin tradisional antara lain kipas angin tangan dan kipas angin listrik yang digerakkan menggunakan tenaga listrik. Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsi. Ukuran kipas angin mulai kipas angin mini (kipas angin listrik yang dipegang tangan menggunakan energi baterai). Kipas angin digunakan juga di dalam Unit CPU komputer seperti kipas angin untuk mendinginkan *processor*, kartu grafis, *power supply* dan *Cassing*. Kipas angin tersebut berfungsi untuk menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang di tetapkan. Kipas angin juga dipasang pada alas atau tatakan Laptop untuk menghantarkan udara dan membantu kipas laptop dalam mendinginkan suhu laptop tersebut.

Kipas angin dapat dikontrol kecepatan hembusan dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali penarik serta *remote control*. Perputaran baling-baling

kipas angin dibagi dua yaitu centrifugal (Angin mengalir searah dengan poros kipas) dan Axial (Angin mengalir secara paralel dengan poros kipas) (Handoko, 2015)



Gambar 2. 18 Kipas angin (Handoko, 2015)

2.15 Pompa Air Aquarium

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi, atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi, dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau *suction* dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa. Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang besar. Hal ini bisa dijumpai antara lain pada peralatan-peralatan berat.

Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan *discharge* yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi isap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi *discharge* akan memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan dan pada penggunaan pompa pada saat ini adalah pompa air aquarium yang di gunakan untuk daerah indor saja. (Irwansah , 2013)

2.16 Lampu Pijar (*Incandescent Lamp*)

Jenis lampu yang dikembangkan Thomas Alfa Edison ini memakai filamen tungsten yaitu semacam kawat pijar didalam bola kaca yang diisi gas nitrogen, argon, kripton, hidrogen dan sebagainya. Lampu ini paling sering dipakai karena harganya relatif murah, dan cahayanya kuning, tetapi hanya bertahan hingga 1.250 jam atau 3-4 bulan dengan rata-rata pemakaian 10 jam sehari. Selain itu lampu pijar menggunakan energi listrik cukup besar dan boros energi.



Gambar 2. 19 Lampu pijar (Jurnal Bebas lampu pijar-16, n.d.)

Banyak orang menyukai menggunakan lampu pijar karena warna yang ditimbulkannya. Warna kuning lampu pijar terasa hangat. Namun yang membeli lampu pijar karena harganya yang relatif murah juga tidak sedikit. Sebaiknya kita memperhatikan bahwa lampu pijar memang murah, namun hanya bertahan 3-4 bulanan saja. Pada tabel 2.9 di bawah ini terdaftar tingkat efisiensi pencahayaan beberapa jenis lampu pijar biasa bertegangan 120 volt (22) dan beberapa sumber cahaya ideal. (Jurnal Bebas lampu pijar-16, n.d.)

Jenis	Efisiensi lampu	lumen/Watt
-------	-----------------	------------

Lampu pijar 40 Watt	1.9%	12.6 ^[22]
Lampu pijar 60 Watt	2.1%	14.5 ^[22]
Lampu pijar 100 Watt	2.6%	17.5 ^[22]
Radiator benda hitam 4000 K ideal	7.0%	47.5 ^[24]
Radiator benda hitam 7000 K ideal	14%	95 ^[24]
Sumber cahaya monokromatis 555 nm (hijau) ideal	100%	683 ^{[1][25]}

Tabel 2. 9 Tingkat Efisiensi Pencahayaan