

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sel Surya

Sel surya atau *solar cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic*. Yang dimaksud dengan Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, sel surya atau *solar cell* sering disebut juga dengan sel *photovoltaic* (PV).

Arus listrik yang terdapat pada *solar cell* disebabkan oleh karna adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N serta tipe P untuk mengalir. Sama layaknya dioda foto (*photodiode*), sel surya (*solar cell*) ini pun juga mempunyai kaki positif serta kaki negatif yang terhubung ke rangkaian atau juga perangkat yang memerlukan sumber listrik.

Pada dasarnya, sel surya ini merupakan dioda foto (*photodiode*) yang mempunyai permukaan yang sangat besar. Permukaan luas dari Sel Surya itu menjadikan perangkat sel surya tersebut menjadi lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk serta juga menghasilkan tegangan serta arus yang lebih kuat dari dioda foto pada umumnya.



Gambar 2.1 Sel Surya

Sumber : <https://www.greenoptimistic.com/japanese-solar-cell-efficiency-20170325/>

2.1.1 Jenis – Jenis Sel Surya (*Solar Cell*)

Pengembangan sel surya Silikon secara individu :

- a. *Mono-crystalline* (Si) dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk bujur. Sekarang *mono-crystalline* dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%.
- b. *Poly-crystalline/Multi-crystalline* (Si) Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Sel ini kurang efektif dibanding dengan sel *Poly crystalline* (efektivitas 18%), tetapi beayalebih murah.
- c. *Gallium Arsenide* (GaAs) Sel Surya III-V semikonduktor yang sangat efisien sekitar 25%.

2.1.2 Prinsip Kerja Sel Surya

Sel Surya (*Solar cell*) atau energi surya adalah salah satu jenis dari energi terbarukan (*Renewable Energy*). Matahari (Surya) adalah sumber energi yang dijumpai dalam sistem galaksi, yang menghasilkan energi sepanjang usia matahari. Sinar matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan *foton*. Ketika terkena sinar matahari, *foton* yang merupakan partikel sinar matahari tersebut menghantam atom semikonduktor silikon sel surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan “*hole*” dengan muatan positif (+). Daerah semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan *hole* bersifat Positif dan bertindak sebagai Penerima (*Acceptor*) elektron yang dinamakan dengan Semikonduktor tipe P (P-type). Di persimpangan daerah positif dan negatif (PN *Junction*), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan *hole* untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak

menjauhi daerah Negatif sedangkan *hole* akan bergerak menjauhi daerah Positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di persimpangan positif dan negatif (PN *Junction*) ini, maka akan menimbulkan arus listrik.

2.1.3 Karakteristik Sel Surya

Sel surya (*solar cell*) diproduksi dari bahan semikonduktor yaitu silikon yang berperan sebagai insulator pada temperatur rendah dan sebagai konduktor bila ada energi dan panas. Sebuah silikon sel surya adalah sebuah diode yang terbentuk dari 3 lapisan atas silikon tipe n (*silicon doping of "phosphorous"*), dan lapisan bawah silikon tipe p (*silicon doping of "boron"*). Elektron-elektron bebas terbentuk dari *milion photon* atau benturan atom pada lapisan penghubung (*junction*= 0.2-0.5 *micron*) menyebabkan terjadinya aliran listrik. Sebuah sel surya dalam menghasilkan energi listrik (energi sinar matahari menjadi *photon*) tidak tergantung pada besaran luas bidang silikon, dan secara konstan akan menghasilkan energi berkisar ± 0.5 volt — max. 600 mV pada 2 amp , dengan kekuatan radiasi solar matahari $1000 \text{ W/m}^2 = "1 \text{ Sun}"$ akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm² per sel surya. Sel surya akan menghasilkan energi maksimum jika nilai V_m dan I_m juga maksimum. Sedangkan I_{sc} adalah arus listrik maksimum pada nilai volt = nol. I_{sc} berbanding langsung dengan tersedianya sinar matahari. V_{oc} adalah volt maksimum pada nilai arus nol. V_{oc} naik secara logaritma dengan peningkatan sinar matahari, karakter ini yang memungkinkan Sel Surya untuk mengisi baterai.

2.1.4 Parameter Sel Surya (*Solar Cell*)

Pengoperasian maksimum sel surya sangat tergantung pada :

- a. *Ambient air temperature* sebuah sel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada 25 derajat selsius), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada PV sel akan melemahkan voltage (V_{oc}). Setiap kenaikan temperatur sel surya 1 derajat *celcius* (dari 25 derajat) akan berkurang sekitar 0.4 % pada total tenaga

yang dihasilkan atau akan melemah 2x lipat untuk menaikkan temperatur Sel per 10 derajat C.

- b. Radiasi solar matahari (*insolation*) radiasi solar matahari di bumi dan berbagai lokasi ber *variable*, dan sangat tergantung keadaan spektrum solar ke bumi. *Insolation* solar matahari akan banyak berpengaruh pada *current* (I) sedikit pada *volt*.
- c. Kecepatan angin bertiup Kecepatan tiup angin disekitar lokasi PV *array* dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca PV *array*.
- d. Keadaan atmosfer bumi Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara (Rh), kabut dan polusi sangat menentukan hasil maksimum arus listrik dari deretan PV.
- e. Orientasi *panel* atau *array* PV Orientasi dari rangkaian PV (*array*) ke arah matahari secara *optimum* adalah penting agar *panel* PV dapat menghasilkan energi *maximum*. Selain arah orientasi, sudut orientasi (*tilt angle*) dari panel PV juga sangat mempengaruhi.

2.2. Charger Controller

Pada dasarnya *charger* adalah suatu alat yang digunakan sebagai pengisi ulang baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya dengan melawan arus listriknya. Seiring dengan kemajuan teknologi maka ditambahkan pengatur/*controller* pada *charger* tersebut. Kegunaan dari *charger controller* adalah untuk mengatur energi yang masuk ke dalam baterai mencegah dari *overcharging* apabila baterai telah terisi penuh, *overvoltage* dan hal-hal lain yang dapat mengurangi umur baterai.



Gambar 2.2 *Charger Controler*

Sumber : <https://www.ebay.com/itm/6V-12V-10A-Auto-Solar-Panel-Charge-Controller-Battery-Charger-Regulator-PWM/282599642724>

2.2.1 Tipe *Charger Controller*

a. Sederhana

Charger dengan tipe sederhana bergantung pada *relay* atau *switching transistor* untuk mengontrol tegangan yang masuk ke baterai. Ketika telah mencapai batas atas tegangan yang telah ditentukan maka tegangan diputuskan dari baterai dan apabila telah mencapai batas bawah tegangan yang telah ditentukan maka tegangan di sambungkan ke baterai.

b. Pulsa

Tipe pulsa adalah *charger* yang menggunakan teknologi PWM (*Pulsa Width Modulation*) untuk mengisi kembali energi baterai. Cara kerjanya dengan mengirimkan pulsa-pulsa pengisian secara kontinyu ke baterai. Pulsa-pulsa yang dikirimkan cepat membentuk “*On-Off*” saklar. Secara konstan pengontrol secara konstan mengecek status baterai untuk mengetahui seberapa cepat mengirim pulsa dan seberapa lebar pulsa itu sendiri. Pada saat kondisi baterai telah penuh dan tanpa beban, lebar pulsa yang dikirim pendek sekali dengan rentang waktu pengiriman agak lama. Pada saat kondisi baterai kosong, pulsa-pulsa yang dikirim sangat lebar

dengan rentang waktu yang cepat. Pengontrol mengecek kondisi pengisian baterai, mengatur pengiriman lebar pulsa dan kecepatan waktu pengiriman seiring penuhnya energi pada baterai.

2.3 Baterai

Baterai merupakan komponen dari perangkat elektronik yang memiliki peran sebagai perangkat penyimpanan energi yang dapat mengkonversikan energi kimia menjadi energi listrik. Baterai terdiri dari beberapa sel elektrokimia dan setiap sel mengandung elektroda negatif (anoda), elektroda positif (katoda), dan elektrolit (Mahmoud & Xu, 2011). Secara garis besar baterai terdiri dari dua macam yaitu baterai primer dan baterai sekunder.



Gambar 2.3 Baterai

Sumber : koleksi pribadi

2.3.1 Jenis-Jenis Baterai :

1. Baterai Primer merupakan baterai yang hanya dapat digunakan sekali pakai, dalam baterai primer ini energi kimia yang tersimpan dalam sel disusun sedemikian rupa sehingga hanya dapat digunakan sekali untuk menghasilkan energi listrik, dimana setelah kapasitasnya habis maka tidak bisa digunakan lagi (Aifantis et al., 2010). Keuntungan umum baterai

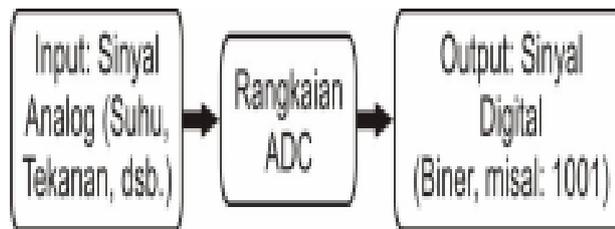
primer adalah waktu hidup baik, densitas energi yang tinggi pada laju discharge rendah, dan mudah digunakan (Linden, 2002).

2. Baterai Sekunder merupakan jenis baterai isi ulang, dikarenakan baterai tersebut dapat diisi ulang sehingga baterai dapat digunakan kembali. Dalam baterai ini terjadi reaksi *redoks* pada saat potensial yang diberikan lebih tinggi daripada potensial sel. Selama *charging*, elektron mengalir ke anoda melalui sirkuit *eksternal* dan difusi kation katoda melalui elektrolit ke anoda. Baterai sekunder diaplikasikan dalam dua kategori, yaitu:
 - a. Sebagai alat penyimpan energi. Umumnya baterai jenis ini tersambung dengan jaringan listrik permanen dan tersambung dengan jaringan listrik primer saat digunakan.
 - b. Sebagai sumber energi listrik pada *portable device*, pengganti baterai primer.

2.4 Analog Digital Converter

Analog To Digital Converter (ADC) merubah nilai suatu masukan yang berupa arus, tegangan listrik atau sinyal analog lainnya menjadi sinyal digital (angka). Mengapa harus dikonversi, karena sebagian besar data/sinyal yang ada di dunia ini merupakan besaran analog. Pengonversian data dari analog ke digital merupakan suatu cara untuk mengolah data analog tersebut agar dapat di modifikasi, di manipulasi dan mengubah karakteristiknya. Umumnya, ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistem komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistem digital. *Analog To Digital Converter* (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistem digital (komputer). Seperti diketahui, komputer hanya bisa membaca sinyal *diskret/biner* sementara di dunia nyata segala sesuatunya secara fisis berupa kuantitas analog (suhu, tekanan,

kecepatan, kelembapan). Kuantitas analog ini diubah menjadi besaran listrik (nilai tegangan atau arus yang setara) menggunakan *transducer* sebelum masuk rangkaian ADC untuk diubah menjadi sinyal digital. Sinyal digital inilah yang akan dibaca dan diproses oleh komputer.



Gambar 2.4 Proses Konversi ADC

Sumber : <http://journal.poltekanika.ac.id/index.php/inf/article/view/75/65>

Sinyal digital yang dihasilkan ADC berupa bilangan basis 2 (hanya terdiri dari angka 0 dan 1). Idealnya *output* sinyal tersebut harus dapat merepresentasikan kuantitas sinyal analog yang diterjemahkannya. Representasi ini akan semakin baik ketika ADC semakin sensitif terhadap perubahan nilai sinyal analog yang masuk. Jika nilai 0-15 *volt* dapat diubah menjadi digital dengan skala 1 *volt*, artinya rentang nilai digital yang diperoleh berupa 16 tahap (dari 0 bertahap naik 1 *volt* hingga nilai 15 atau setara dengan 0000 sampai 1111). Tahapan sejumlah ini dapat diperoleh dengan membuat rangkaian ADC 4 bit (karena jumlah bit (n) merepresentasikan 2^n nilai skala sehingga $2^4 = 16$ skala).

2.4.1 Spesifikasi *Analog to Digital Converter*

Terdapat empat spesifikasi *Analog to Digital Converter*, meliputi tingkat resolusi, keakurasian, waktu konversi dan sampling rate.

1. Resolusi

Resolusi adalah jumlah bit *output* pada ADC. Sebuah rentang sinyal analog dapat dinyatakan dalam kode bilangan digital sehingga menyatakan sebuah sinyal analog dalam rentang 16 skala (4 bit) adalah lebih baik resolusinya dibanding membaginya dalam rentang 8 skala (3 bit). Karena besar resolusi sebanding dengan 2^N (N adalah jumlah bit *output* digital

pada rangkaian pengubah) semakin besar jumlah bit, resolusi akan semakin bagus.

2. Keakurasian

Keakuratan bergantung jumlah *error* yang biasa dinyatakan dalam $\pm 1/2$ LSB dimana akurasi dinyatakan sebagai persentasi pembacaan nilai skala penuhnya (*full scale readings*). Contoh, untuk LSB yang terukur 2,44 mV maka error adalah 1,22 mV dari tegangan input 10 *volt* atau sebesar 0,0122% tingkat kesalahan.

3. *Conversion time* (Waktu Konversi)

Waktu konversi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengubah tegangan input analog ke output digital. Kebanyakan tipe ADC menggunakan proses multi tingkat dalam konversinya sehingga sinyal analog yang diubah tidak muncul menjadi digital dengan spontan. Biasanya, butuh waktu dalam mikro detik sampai skala detik untuk tiap pengubahan. Waktu konversi berkaitan dengan jumlah bit, dimana semakin besar bit maka waktu konversi akan semakin lama

4. *Sampling Rate*

Kemampuan sebuah ADC dalam mengolah sample setiap detiknya akan berbeda-beda tergantung prinsip dasar rangkaianannya. Jumlah sampel yang dapat diubah oleh ADC setiap detiknya disebut sebagai *sampling rate*. Kecepatan *sampling* biasanya dinyatakan dalam *sample per second* (SPS)

2.5 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, Input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi Output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunanya. Sensor pada dasarnya dapat digolong sebagai *transduser input* karena dapat mengubah energi

fisik seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu atau energi fisik lainnya menjadi sinyal listrik ataupun resistansi (yang kemudian dikonversikan lagi ke tegangan atau sinyal listrik).

2.5.1 Klasifikasi Jenis-Jenis Sensor

Sensor-sensor yang digunakan pada perangkat elektronik pada dasarnya dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama yaitu :

1. Sensor Pasif dan Sensor Aktif

a. Sensor Pasif (*Passive Sensor*)

Sensor pasif adalah jenis sensor yang dapat menghasilkan sinyal *output* tanpa memerlukan pasokan listrik dari *eksternal*. Contohnya Termokopel (*thermocouple*) yang menghasilkan nilai tegangan sesuai dengan panas atau suhu yang diterimanya.

b. Sensor Aktif (*Active Sensor*)

Sensor aktif adalah jenis sensor yang membutuhkan sumber daya *eskternal* untuk dapat beroperasi. Sifat fisik sensor aktif bervariasi sehubungan dengan efek *eksternal* yang diberikannya. Sensor aktif ini disebut juga dengan sensor pembangkit otomatis (*Self Generating Sensors*).

2. Sensor Analog dan Sensor Digital

a. Sensor Analog

Sensor Analog adalah sensor yang menghasilkan sinyal *output* yang kontinyu atau berkelanjutan. Sinyal keluaran kontinyu yang dihasilkan oleh sensor analog ini sebanding dengan pengukuran. Berbagai parameter analog ini diantaranya adalah suhu, tegangan, tekanan, pergerakan dan lain-lainnya. Contoh sensor analog ini diantaranya adalah akselerometer (*accelerometer*), sensor kecepatan, sensor tekanan, sensor cahaya dan sensor suhu.

b. Sensor Digital

Sensor digital adalah sensor yang menghasilkan sinyal keluaran diskrit. Sinyal diskrit akan non-kontinyu dengan waktu dan dapat

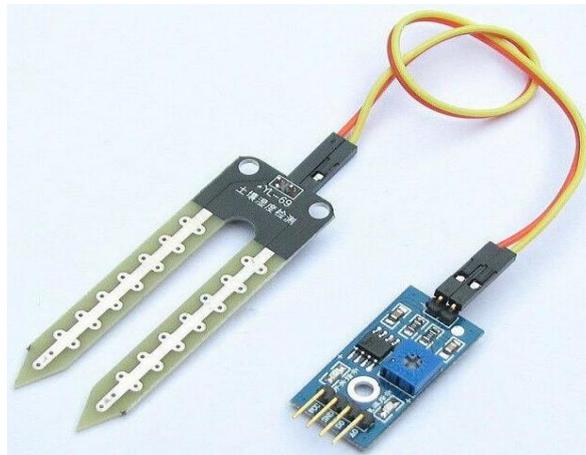
direpresentasikan dalam “*bit*”. Sebuah sensor digital biasanya terdiri dari sensor, kabel dan pemancar. Sinyal yang diukur akan diwakili dalam format digital. *Output* digital dapat dalam bentuk logika 1 atau logika 0 (ON atau OFF). Sinyal fisik yang diterimanya akan dikonversi menjadi sinyal digital di dalam sensor itu sendiri tanpa komponen eksternal. Kabel digunakan untuk transmisi jarak jauh. Contoh sensor digital ini diantaranya adalah akselerometer digital (*digital accelerometer*), sensor kecepatan digital, sensor tekanan digital, sensor cahaya digital dan sensor suhu digital.

2.5.2 Sensor Kelembapan

Soil moisture adalah sensor kelembaban tanah untuk mengukur kadar air dalam tanah. Sensor kelembaban tanah mengukur kadar air volumetrik secara tidak langsung dengan menggunakan beberapa properti lain dari tanah, seperti hambatan listrik, konstanta dielektrik, atau interaksi dengan neutron, sebagai *proxy* untuk kadar air. Radiasi gelombang mikro yang dipantulkan dipengaruhi oleh kelembaban tanah dan digunakan untuk penginderaan jauh dalam hidrologi dan pertanian. Sensor kelembaban tanah biasanya mengacu pada sensor yang memperkirakan kandungan air volumetrik. Sensor ini biasanya disebut sebagai potensi sensor air tanah dan termasuk potensiometer dan blok gipsium.

Spesifikasi sensor *soil moisture*

1. *Supply* tegangan 3.3v-5v
2. Terdapat trimpot untuk mengatur sensitifitas



Gambar 2.5 Sensor *Soil Moisture* untuk mengukur kelembaban tanah

Sumber :

<http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/sinergi/article/view/850/734>

2.5.3 Sensor DHT 11

Sensor DHT 11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, dan dengan harga yang terjangkau. DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi ini disimpan dalam program memori, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini membaca koefisien sensor tersebut. Modul ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.

Sensor kelembaban udara/*humidity* DHT11 memiliki empat buah kaki yaitu:

1. Pada bagian kaki (Vcc), dihubungkan di bagian Vss yang bernilai sebesar 5v pada Board mikrokontroler.
2. Pada bagian data, merupakan output dari hasil pengolahan data analog dari sensor DHT11 yang dihubungkan ke analog input (pin6) yaitu bagian pin PWM (*pulse width modulation*) pada board arduino uno.
3. Satu kaki tambahan yaitu kaki NC (*not connected*) yang tidak dihubungkan ke pin manapun.

4. Kaki kebagian GND dihubungkan ke *ground* (GND) pada board arduino uno.

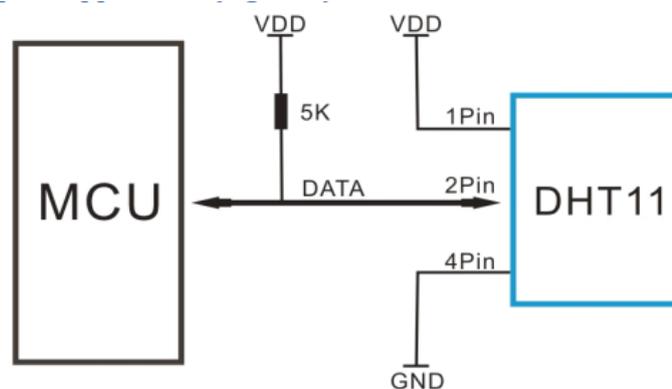
Spesifikasi dari DHT11 :

1. Tegangan supply : + 5V.
2. Range temperature : 0 – 50 oC
3. Keakuratan : ± 2 oC.
4. Range kelembaban : 20 -90 % RH,
5. Keakuratan : ± 5 %.
6. Output : Sinyal digital.



Gambar 2.6 Sensor suhu DHT11

Sumber : <https://www.ajifahreza.com/2018/05/cara-menggunakan-sensor-suhu-dht11.html>



Gambar 2.7 Rangkaian Sensor suhu DHT11

Sumber : <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

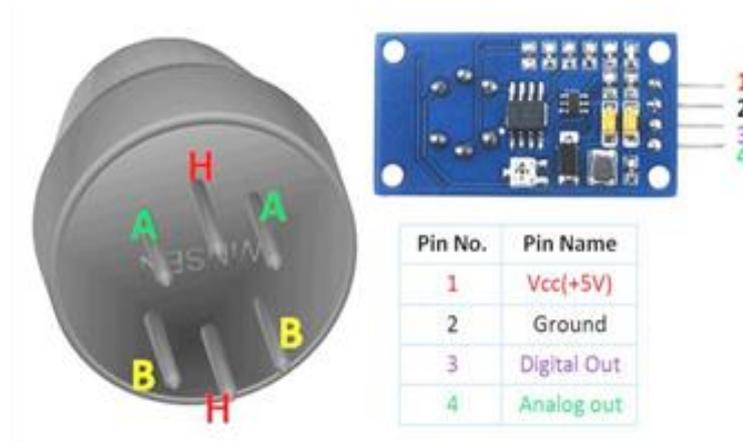
2.5.4 Sensor MQ-135

Prinsip Kerja Sensor MQ135 Sensor gas MQ135 berfungsi untuk mendeteksi keberadaan gas di udara. Pada dasarnya sensor ini terdiri dari tabung aluminium yang dikelilingi oleh silikon dan di pusatnya ada elektroda yang terbuat dari aurum di mana ada element pemanasnya. Ketika terjadi proses pemanasan, kumparan akan dipanaskan sehingga keramik menjadi semikonduktor atau sebagai penghantar sehingga melepaskan elektron. Sensor MQ135 ini memiliki 6 buah masukan yang 19 terdiri dari tiga buah supply power (VCC) sebesar +5 volt untuk mengaktifkan heater dan sensor, VSS (Ground), dan pin keluaran dari sensor tersebut. Sensor ini memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya (Amonia, Sulfida, Benzena). Sensor ini membutuhkan suplai daya sebesar 5V. Sensor ini mampu untuk mendeteksi gas NH₃ dengan jangkauan deteksinya mulai dari 10 sampai 300 ppm, mendeteksi gas Benzena dengan jangkauan deteksinya mulai dari 10 sampai 10000 ppm, dan 10 – 300 ppm untuk alkohol.



Gambar 2.8 Sensor MQ-135

Sumber: <https://components101.com/sensors/mq135-gas-sensor-for-air-quality>



Gambar 2.9 Datasheet Sensor MQ-135

Sumber: <https://components101.com/sensors/mq135-gas-sensor-for-air-quality>

2.5.5 Sensor *Thermocouple Type K*

Berasal dari kata “*Thermo*” yang berarti energi panas dan “*Couple*” yang berarti pertemuan dari dua buah benda. *Thermocouple* adalah transduser aktif suhu yang tersusun dari dua buah logam berbeda dengan titik pembacaan pada pertemuan kedua logam dan titik yang lain sebagai *output* nya. *Thermocouple* merupakan salah satu sensor yang paling umum digunakan untuk mengukur suhu karena relatif murah namun akurat yang dapat beroperasi pada suhu panas maupun dingin.

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas.

Spesifikasi dari *Thermocouple Type K* :

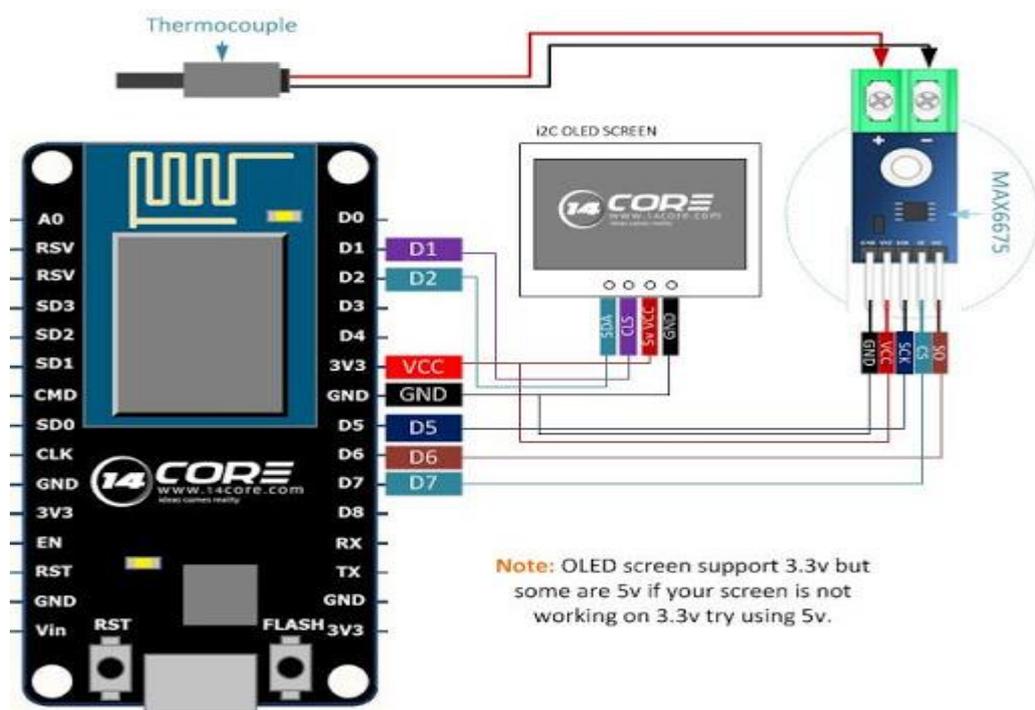
1. Tegangan supply : 3,3V - 5V
2. Range temperature : -200 – 1200 oC



Gambar 2.10 Gambar Sensor *Thermocouple* Tipe K

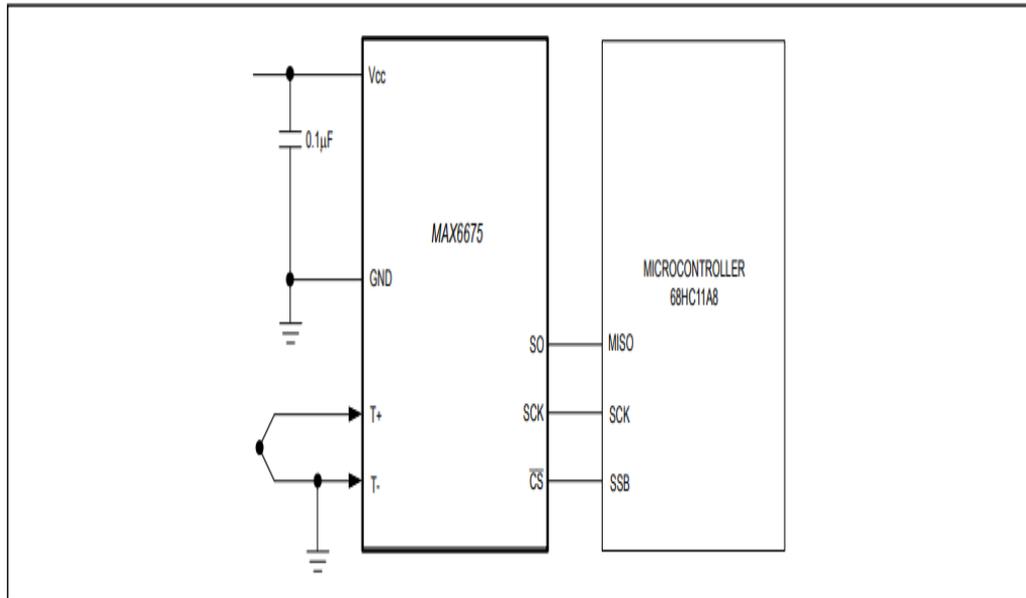
Sumber : <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/219/189>

Operating Temperature Range



Gambar 2.11 Sensor *Thermocouple* Tipe K ke ESP32S

Sumber : <https://www.google.co.id/search?q=max6675+esp32s>



Gambar 2.12 Rangkaian Sensor *Thermocouple* Tipe K

Sumber : <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX6675.pdf>

2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah system mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serbaguna yang digunakan dalam sebuah PC, karena sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan pemrograman *Input-Output*. Mikrokontroler dapat di program untuk melakukan penghitungan, menerima input dan menghasilkan *output*. Mikrokontroler mengandung sebuah inti prosessor, memori dan pemrograman *Input-Output*.

2.6.1 ESP32S

ESP32S 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*.

ESP32S menawarkan solusi “*system-on-chip*” dengan WiFi 2.4GHz, dengan integrasi yang tinggi, daya yang rendah, dan merupakan pilihan ideal untuk

berbagai macam skenario yang terkait “*wearable electronics*”, *smarthome*, hingga *Internet of Things* (IoT). ESP32S tidak seperti prosesor lain yang dirilis sejauh ini, ia adalah pertama dari jenisnya yang hadir dengan antarmuka USB (OTG) bawaan, antarmuka *periferal* yang lebih canggih, WiFi *Time-of-Flight* hingga fitur keamanan *hardware*.

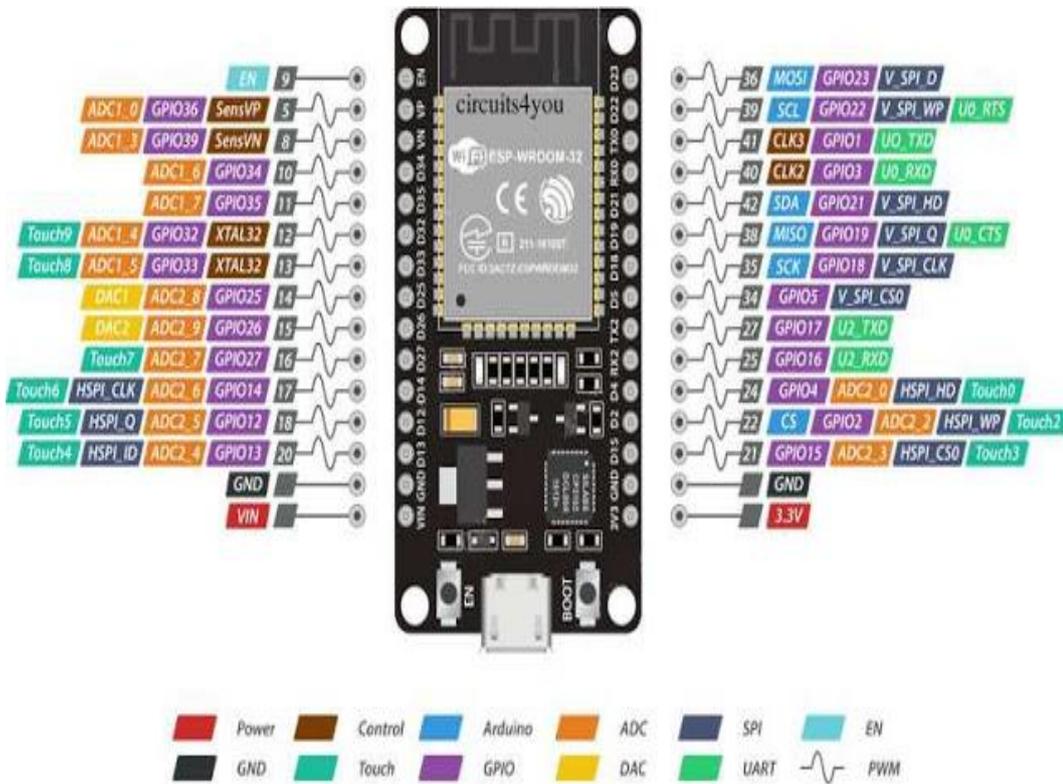
Pin out ESP32S terdiri dari :

1. 18 ADC (*Analog Digital Converter*, berfungsi untuk merubah sinyal analog ke digital)
2. 2 DAC (*Digital Analog Converter*, kebalikan dari ADC)
3. 16 PWM (*Pulse Width Modulation*)
4. 10 Sensor sentuh
5. 2 jalur antar muka UART
6. pin antar muka I2C, I2S, dan SPI



Gambar 2.13 Mikrokontroler ESP32S

Sumber : <https://i.ebayimg.com/images/g/eZ8AAOSwtCNeEtVO/s-l400.jpg>



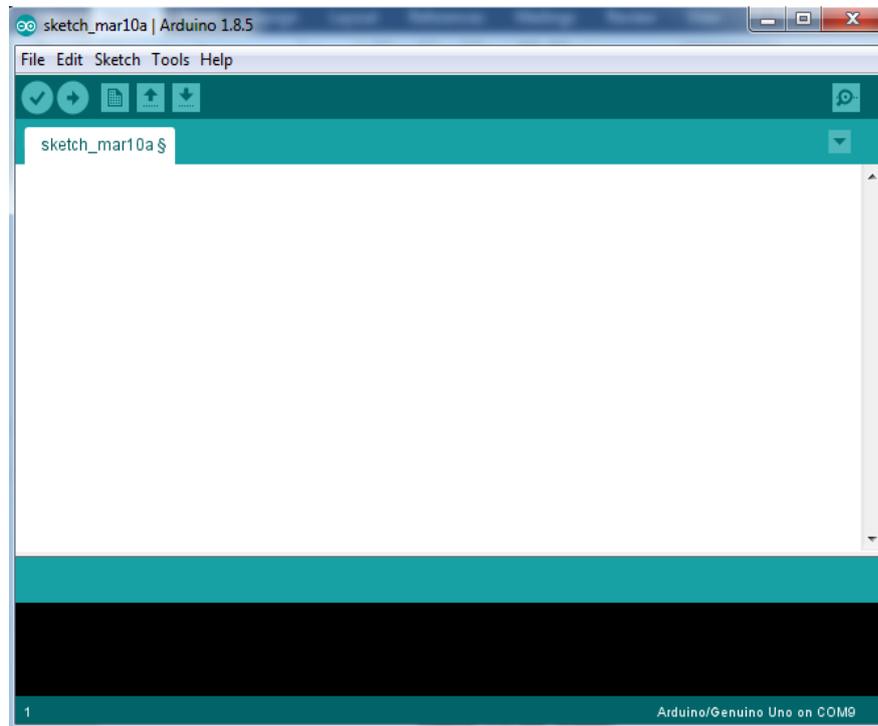
ESP32 Dev. Board Pinout

Gambar 2.14 Pin out Mikrokontroler ESP32S

Sumber : <https://www.edukasiElektronika.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-esp32-module-esp32.html>

2.6.2 IDE Arduino

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan *source* program, kompilasi, *upload* hasil kompilasi dan uji coba secara terminal serial. IDE arduino dapat dilihat pada **Gambar 2.15**



Gambar 2.15 IDE Arduino

(Sumber: Data Pribadi)

1. Icon menu *Verify* yang bergambar ceklis berfungsi untuk mengecek program yang ditulis apakah ada yang salah atau error.
2. Icon menu *Upload* yang bergambar panah ke arah kanan berfungsi untuk memuat atau *transfer* program yang dibuat di *software* arduino ke *hardware* arduino.
3. Icon menu *New* yang bergambar sehelai kertas berfungsi untuk membuat halaman baru dalam pemrograman.
4. Icon menu *Open* yang bergambar panah ke arah atas berfungsi untuk membuka program yang disimpan atau membuka program yang sudah dibuat dari pabrikan *software* arduino.
5. Icon menu *Save* yang bergambar panah ke arah bawah berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat atau dimodifikasi.
6. Icon menu *Serial Monitor* yang bergambar kaca pembesar berfungsi untuk mengirim atau menampilkan serial komunikasi data saat dikirim dari *hardware* arduino.

2.7 Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber daya. Data yang dikumpulkan berupa data yang diperoleh secara real time. ada tiga tahapan dalam sebuah sistem monitoring yaitu:

1. Pengumpulan data
2. Analisis data
3. Menampilkan data hasil *monitoring*

Proses-proses dalam sebuah sistem *monitoring* berbentuk layanan berupa proses yang terus-menerus berjalan pada interval waktu tertentu. Tahapan pertama pada suatu sistem monitoring dimulai dari pengumpulan data seperti data dari *global positioning system* (GPS), *hardware information*, dan lain-lain. Kemudian data tersebut dianalisis pada proses analisis data dan pada akhirnya data tersebut akan ditampilkan.

Pada beberapa aplikasi sistem monitoring, akses dibatasi dari *local host* terminal saja. Untuk menjalankan sistem monitoring dengan data yang dikumpulkan dari terminal komputer yang berada di lokasi berbeda dilakukan dengan menggunakan jaringan LAN (*Local Area Network*) atau bahkan internet dapat dilakukan dengan menggunakan *interface* program yang dapat menjembatani pengguna melalui *web browser* pada remote terminal.

2.8 Internet of Things (IoT)

IoT atau komunikasi antar mesin (M2M), merupakan sebuah konsep yang memungkinkan komunikasi antar perangkat melalui jaringan internet. Makna serupa yang lain, IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus yang memungkinkan untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen.

Gagasan IoT adalah dimana semua mesin dengan pengenalan IP *address* dapat menggunakan jaringan internet sebagai media komunikasi (saling bertukar data). Objek-objek dalam IoT dapat menggunakan maupun menghasilkan layanan-layanan dan saling bekerjasama untuk mencapai suatu tujuan bersama. Dengan kemampuannya ini, IoT telah menggeser definisi internet sebagai komputasi dimana saja kapan saja bagaimana saja, menjadi apa saja siapa saja dan layanan apa saja.

Pada awalnya mesin dibuat agar pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, dan mesin hanya dapat dioperasikan secara manual, semakin berkembangnya zaman mesin dibuat agar dapat bekerja secara otomatis. Tetapi dalam perkembangan pemanfaatan mesin sebagai alat dalam sebuah sistem akan menemui kendala jika sudah menyangkut jarak, dengan jarak yang begitu jauh maka mesin tidak dapat berinteraksi dengan mesin yang lain, untuk mengatasi hal ini di terapkanlah IoT sebagai media komunikasi antar mesin.

2.9 WIFI

WIFI adalah singkatan dari “*Wireless Fidelity*” yaitu suatu teknologi komunikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang radio untuk menghubungkan dua perangkat atau lebih untuk dapat saling bertukar informasi. WIFI atau sering ditulis dengan “Wi-Fi” ini pertama kali ditemukan oleh perusahaan NCR Cor. jaringan WiFi menggunakan gelombang radio untuk mengirimkan informasi melalui jaringan. Untuk dapat terhubung dengan Wi-Fi, komputer harus memiliki adaptor nirkabel (wireless adapter) yang akan menerjemahkan data yang dikirim melalui sinyal radio.

Sinyal yang sama akan dikirim (melalui antena) ke decoder yang dikenal sebagai router. Setelah diterjemahkan, data akan dikirim ke Internet melalui koneksi Ethernet kabel. Karena jaringan wireless bekerja sebagai lalu lintas dua arah, data yang diterima dari internet juga akan melewati router, router kemudian akan memberi kode pada setiap paket data lalu mengirimnya melalui sinyal radio yang kemudian akan diterima oleh adaptor nirkabel komputer.



Gambar 2.16 Wifi

Sumber : <http://www.wellcommshop.com/image/cache/data/zte/bolt/Bolt-Wifi-MF90-600x600.jpg>

2.10 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid crystal display (LCD) merupakan suatu perangkat elektronika yang telah terkonfigurasi dengan kristal cair dalam gelas plastik atau kaca sehingga mampu memberikan tampilan berupa titik, garis, simbol, huruf, angka ataupun gambar. LCD terbagi menjadi dua macam berdasarkan bentuk tampilannya, yaitu *Text-LCD* dan *Graphic-LCD*. Berupa huruf atau angka, sedangkan bentuk tampilan pada *Graphic LCD* berupa titik, garis dan gambar.

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (*pixel*) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya.



Gambar 2.17 LCD Display 4X20

Sumber : <https://pccontrol.wordpress.com/2011/06/28/pengetahuan-dasar-pemrograman-display-lcd-2x16-dan-4x20-dg-c-codevision-untuk-avr/>

2.11 Smartphone

Smartphone yang digunakan dalam pembuatan Laporan Akhir ini yaitu dengan *Operating System* (OS) android. Android adalah sistem operasi berbasis *linux* yang digunakan sebagai pengelola sumber daya perangkat keras, baik untuk *smartphone* dan juga PC tablet. Secara umum android terbuka bagi para pengguna yang ingin mengembangkan dalam menciptakan aplikasi sendiri untuk digunakan oleh berbagai piranti bergerak. *Interface* pengguna android umumnya berupa gerakan langsung, menggunakan gerakan sentuh yang serupa dengan tindakan nyata, misalnya menggeser dan mengetuk untuk memanipulasi objek di layar, serta papan ketik virtual untuk menuliskan teks. Android yang merupakan pengembang aplikasi yang memperluas fungsionalitas perangkat. Android kemungkinan penggunaanya untuk memasang berbagai macam aplikasi lainnya, baik yang di peroleh dari *took* aplikasi seperti *Google Play*, *Amazon Appstore*, maupun dengan mengunduh dan memasang berkas APK dari situs pihak ketiga.



Gambar 2.18 Android
Sumber : Koleksi Pribadi

2.12 Blynk

Blynk adalah sebuah layanan *server* yang digunakan untuk mendukung *project Internet of Things*. Layanan *server* ini memiliki lingkungan *mobile user* baik Android maupun iOS. *Blynk* Aplikasi sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui *Google play*. *Blynk* mendukung berbagai macam *hardware* yang dapat digunakan untuk *project Internet of Things*. *Blynk* adalah *dashborad* digital dengan fasilitas antarmuka grafis dalam pembuatan *project* nya. Penambahan komponen pada *Blynk Apps* dengan cara *Drag and Drop* sehingga memudahkan dalam penambahan komponen *Input/output* tanpa perlu kemampuan pemrograman Android maupun iOS.

Blynk diciptakan dengan tujuan untuk kontrol dan *monitoring hardware* secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet ataupun intranet (jaringan LAN). Kemampuan untuk menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik menggunakan angka, warna ataupun grafis semakin memudahkan dalam pembuatan *project* dibidang *Internet of Things*.



Gambar 2.19 Tampilan Blynk Cloud Server

Sumber :

<https://www.google.co.id/search?q=Tampilan+Blynk+Cloud+Server&safe>