

Otomatisasi Pengukuran Salinitas, Temperatur Dan Intensitas

Matahari Pada *Solar Pond*



TUGAS AKHIR

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan
Program Strata Satu Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Makassar*

OLEH:

MUHRIZAL DJABIR

D41114518

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2019



LEMBAR PENGESAHAN

Otomatisasi Pengukuran Salinitas, Temperatur Dan Intensitas Matahari
Pada *Solar Pond*

Disusun Oleh :

MUHRIZAL DJABIR

D41114518

Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan

Program Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Makassar, 22 Mei 2019

Disahkan oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir.Hj.Zaenab Muslimin, MT

Nip. 196602011992022002



Dr.Indar Chaerah Gunadin, ST.MT

Nip. 197311181998031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Elektro



P/rof.Dr.Ir.H. Salama Manjang, MT

Nip. 196212311990031024



ABSTRAK

Energi merupakan kebutuhan dasar untuk menggerakkan hampir seluruh aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat. Dari waktu ke waktu kebutuhan energi semakin meningkat, sedangkan cadangan energi global semakin langka. Salah satu sumber energi alternatif ialah *solar pond*. *Solar pond* memanfaatkan energi radiasi matahari yang disimpan dalam tambak air garam dimana tambak ini mampu menyimpan energi panas dalam waktu yang relatif lama. Kinerja *solar pond* sangat dipengaruhi oleh cuaca, karakteristik fisika maupun senyawa kimia dari air. Dalam penelitian perkembangan *solar pond*, dilakukan pengambilan data berupa nilai suhu, nilai salinitas dan nilai UV pada tiap layer yang terbentuk. Cara manual bisa diterapkan dengan menggunakan thermometer dan salinometer. Namun, cara manual masih memiliki banyak kekurangan seperti data tidak *real time* dan data yang diberikan kurang akurat. Oleh karena itu, untuk mempermudah dalam proses penelitian layer yang terbentuk pada *solar pond*, maka dibuatlah prototipe pengukuran suhu air, salinitas dan UV. Pada dasarnya prototipe ini dirancang menggunakan Arduino UNO sebagai kontrol utama dan beberapa sensor antara lain, sensor suhu DS18B20, sensor salinitas dan sensor UV dimana data disimpan langsung pada *sd card* secara *real time*. Prototipe ini dapat memberikan kemudahan dan data yang ditampilkan adalah data real. Adapun hasil dari pengukuran temperatur air, salinitas dan UV yaitu data terbesar yang didapat sebelum penambahan NaCl yaitu pada tanggal 08 Maret 2019. Rata-rata nilai temperature yang didapat yaitu 32.89 °C untuk sensor 1, 33.26 °C untuk sensor 2, 33.54 °C untuk sensor 3 dan nilai salinitas yaitu 315.89 ppm untuk sensor 1, 370.31 ppm untuk sensor 2, 434.05 ppm untuk sensor 3 dan nilai UV yang didapat yaitu 6.15 . Data terbesar setelah penambahan NaCl didapat pada tanggal 12 Maret 2019, rata-rata nilai temperatur yang diperoleh yaitu 31.70 °C untuk sensor 1, 32.79 °C untuk sensor 2, 33.60 °C untuk sensor 3 dan nilai salinitas yaitu 522.93 ppm untuk sensor 1, 523.60 ppm untuk sensor 2, 529.87 ppm untuk sensor 3 dan nilai UV yang didapat yaitu 5.44 .

Kata Kunci : *Solar Pond*, Arduino Uno, Suhu, Salinitas, UV



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penyelesaian skripsi ini merupakan upaya penulis dalam memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Skripsi ini berjudul Otomatisasi Pengukuran Salinitas, Temperatur Dan Intensitas Matahari Pada *Solar Pond*.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mengalami berbagai kesulitan. Namun, berkat ketekunan dan usaha yang disertai doa, penulisan skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan. Penyusunan skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan, dorongan, semangat, serta bimbingan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis sewajarnya menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Ibunda Hj. Hasmia Djamal dan Ayahanda H. Djabir Runa** selaku kedua orang tua yang tak henti-hentinya memberikan dukungan baik moral maupun materil kepada penulis.
2. **Bapak Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT.** selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Ibu Ir. Hj Zaenab Muslimin, MT** Pembimbing I dan **Bapak Dr. Indar Chaerah Gunadin, ST., M** selaku Pembimbing II, terima kasih telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, gagasan, serta ide-ide dalam penyelesaian skripsi ini.
4. **Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Tola, MEng** , dan **Ibu Dr. Ir. Hj. Sri Mawar Said, MT** selaku penguji yang telah banyak memberikan masukan serta kritik dan saran guna penyempurnaan tugas akhir ini.



5. Seluruh dosen dan staf pengajar, serta pegawai Departemen Teknik Elektro atas segala ilmu, bantuan, dan kemudahan yang diberikan selama penulis menempuh proses perkuliahan.
6. Teman-teman seperjuangan *Kestabilan, Kendali dan Proteksi Sistem Tenaga* , (*lab relay*) terima kasih atas saran dan dukungan kalian.
7. Saudaraku Arif Rahman Juanda, yang telah membantu membuat prototipe, terima kasih atas segala bantuan, nasehat serta dorongan yang tidak henti-hentinya yang diberikan.
8. Saudaraku Ghifary Fathan, Muhammad Rezky, Moch. Arief Amran dan Nur Fadhli, yang telah membantu mempersiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan.
9. Kepada rekan-rekan *Rectifier 2014* yang sejak pertama kali menginjakkan kaki di Universitas Hasanuddin hingga saat ini berjuang bersama penulis untuk menuntut ilmu di kampus merah tercinta.
10. Kepada rekan-rekan *Cs-Go dan Pejabat Negara* yang telah banyak membantu penulis.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dan mendukung kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini, oleh karena itu saran dan kritik dari semua pihak diharapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima sebagai sumbangan pikiran penulis yang mendatangkan manfaat baik bagi penulis maupun pembacanya.

Gowa, Mei 2019

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Solar Pond</i>	6
2.1.1 Zona Pada <i>Solar Pond</i>	7
2.2 Sensor	8
2.2.1 Sensor Sanilitas.....	9
2.2.2 Sensor Intensitas Matahari	12
2.2.3 Sensor Temperatur DS18B20.....	13
2.3 Memori External	15
2.4 DS1307 RTC	17
2.5 Komponen Pasif.....	19
2.6 Natrium Klorida	20
2.7 Arduino	20
2.8 <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i>	26
METODOLOGI PENELITIAN	31



3.1	Tempat / Lokasi Penelitian	31
3.2	Waktu Penelitian	31
3.3	Alat dan Bahan	31
3.4	Perancangan Sistem	32
3.4.1	Perancangan Perangkat Keras	32
3.4.2	Perancangan Perangkat Lunak	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Pengukuran Sensor.	43
4.1.1	Hasil Pengukuran Air Laut dan Pembahasan	43
4.1.2	Hasil Pengukuran Air Laut dengan Penambahan NaCl	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe & Klasifikasi dari Solar Pond	7
Gambar 2.2 Pembagian Zona pada Solar Pond	7
Gambar 2.3 Refraktometer	10
Gambar 2.4 Salinometer	10
Gambar 2.5 Konduktivimeter	11
Gambar 2.6 Sensor Cahaya Infra Merah	12
Gambar 2.7 Sensor UV V2.....	13
Gambar 2.8 Sensor Temperatur DS18B20	14
Gambar 2.9 Pin Sensor Temperatur	14
Gambar 2.10 Memory External	15
Gambar 2.11 Modul Micro SD	16
Gambar 2.12 Tampilan Fisik DS1307 RTC	17
Gambar 2.13 Keterangan pin RTC	18
Gambar 2.14 Pembacaan RCT pada 12C Arduino	19
Gambar 2.15 Arduino UNO	21
Gambar 2.16 Bagian-bagian Arduino UNO	22
Gambar 2.17 Kabel USB Board Arduino UNO	23
Gambar 2.18 cc. “ Software Arduino”.....	25

3.1 Rangkaian Sistem Pengukuran Suhu, Salinitas dan UV

3.2 Board Rangkaian Sensor Suhu



Gambar 3.3 Board Rangkaian Sensor Salinitas	36
Gambar 3.4 Board Rangkaian Sensor UV	37
Gambar 3.5 Board Rangkaian Memory Card	38
Gambar 3.6 Board Rangkaian DS1307	39
Gambar 3.7 Flow Chart	41
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran Temperatur pada Air Laut Tanggal 04 Maret 2019	45
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran Salinitas pada Air Laut Tanggal 04 Maret 2019	46
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Suhu pada Air Laut Tanggal 06 Maret 2019	48
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengukuran Salinitas pada Air Laut Tanggal 06 Maret 2019	49
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Suhu pada Air Laut Tanggal 08 Maret 2019	48
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengukuran Salinitas pada Air Laut Tanggal 08 Maret 2019	51
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengukuran Sensor UV	52
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengukuran Suhu pada Air Laut Tanggal 11 Maret 2019	56
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengukuran Salinitas pada Air Laut Tanggal 11 Maret 2019	57
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengukuran Suhu pada Air Laut Tanggal 12 Maret 2019	60



Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengukuran Salinitas pada Air Laut Tanggal 12 Maret 2019	61
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengukuran Suhu pada Air Laut Tanggal 15 Maret 2019	63
Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengukuran Salinitas pada Air Laut Tanggal 15 Maret 2019	64
Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengukuran Sensor UV	65



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pin sensor Konduktifitas	11
Tabel 2.2 Karakteristik Sensor Konduktifitas	11
Tabel 2.3 Deskripsi Sensor Suhu DS18B20	14
Tabel 2.4 Spesifikasi Modul micro SD	16
Tabel 3.1 Pin Arduino Uno	34
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Suhu, Salinitas dan UV pada Air Laut Tanggal 04 Maret 2019	44
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Suhu, Salinitas dan UV pada Air Laut Tanggal 06 Maret 2019	47
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Suhu, Salinitas dan UV pada Air Laut Tanggal 08 Maret 2019	50
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Suhu, Salinitas dan UV pada Air Laut dengan Penambahan NaCl Tanggal 11 Maret 2019	55
Tabel 4.5 Merupakan hasil pengukuran suhu, salinitas dan UV pada air laut dengan Penambahan Nacl	59
Tabel 4.6 Merupakan hasil pengukuran suhu, salinitas dan UV pada air laut dengan Penambahan Nacl	62



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan dasar untuk menggerakkan hampir seluruh aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat. Dari waktu ke waktu kebutuhan energi semakin meningkat, sedangkan cadangan energi global semakin langka. Penggunaan energi secara boros dan berlebihan akan berdampak pada kerusakan lingkungan, penurunan daya saing produk dan gejolak sosial ekonomi jangka panjang. Tingginya kebutuhan energi tersebut menuntut untuk diciptakannya sumber energi alternatif sebagai solusi dari keterbatasan cadangan energi yang semakin langka.

Salah satu sumber energi alternatif ialah *solar pond*. *Solar pond* memanfaatkan energi radiasi matahari yang disimpan dalam tambak air garam dimana tambak ini mampu menyimpan energi panas dalam waktu yang relatif lama. Kinerja *solar pond* sangat dipengaruhi oleh cuaca, karakteristik fisika maupun senyawa kimia dari air.

Salinitas dan temperatur memiliki peranan penting di bidang energi terbarukan khususnya mengenai *solar pond*. Parameter ini merupakan dasar yang harus diambil dalam proses penelitian tentang *solar pond*. Salinitas itu sendiri

dan banyaknya garam-garaman yang terlarut dalam air. Salinitas dan temperatur dapat diukur dengan menggunakan alat bernama salinometer maupun termometer. Perbedaan kedua alat ini terletak pada *display*, salinometer dalam



bentuk digital sedangkan refraktometer dalam bentuk analog. Faktor lain yang membedakan yaitu pada tingkat ketelitian alat, batas ukur minimum dan maksimum, dan variabel yang diukur termasuk temperatur dan konduktivitas.

Solar Pond sendiri merupakan kolam air garam yang berfungsi untuk mengumpulkan energi panas matahari dan energi panas yang dihasilkan akan dikonversikan lagi kedalam bentuk energi listrik. Teknologi ini merupakan teknologi mendasar dan sangat mudah digunakan dengan lahan yang cukup dan desain yang tepat. Ukurannya pun bervariasi tergantung dari kebutuhannya. Teknologi *solar pond* sangat tepat sekali digunakan di daerah yang memiliki sinar matahari yang banyak. Dan yang pasti teknologi ini merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan bebas polusi.

Dalam pengembangan teknologi *solar pond* dibutuhkan sistem instrumentasi untuk membantu memonitoring parameter-parameter yang berkaitan sehingga *solar pond* dapat bekerja sesuai dengan spesifikasinya. Berkaitan dengan penelitian tentang *solar pond* tersebut, maka pada tugas akhir ini penulis akan membuat sebuah *prototype solar pond* dengan tujuan untuk menentukan besar salinitas, temperatur, dan intensitas matahari dengan menggunakan sensor-sensor dan arduino uno sebagai unit pengendali. Sehubungan dengan penelitian ini tentang pengaruh sudut datang matahari terhadap perubahan temperatur dan tingkat salinitas pada *solar pond*. maka pada tugas akhir ini penulis akan mengajukan proposal Tugas Akhir ini dengan judul:



**Optimisasi Pengukuran Salinitas, Tamperaur Dan Intensitas
Matahari Pada Solar Pond”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka kami dapat merumuskan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana rangkaian sistem otomatis pengukuran salinitas, temperatur dan intensitas matahari pada *solar pond* ?
2. Bagaimana tingkat keakuratan alat ukur untuk mengukur salinitas, temperatur dan intensitas matahari dengan menggunakan arduino uno sebagai unit pengendali ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari peneltian ini adalah:

1. Merancang sebuah alat untuk mengukur salinitas, temperatur dan intensitas matahari pada *solar pond*.
2. Menentukan besar salinitas, temperatur, dan intensitas matahari dengan menggunakan sensor-sensor dan arduino uno sebagai unit pengendali.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kinerja sistem monitoring temperatur, salinitas air dan kemampuan menyimpan data secara otomatis.
2. Data hasil pengukuran dapat di gunakan sebagai acuan dalam pengembangan teknologi *solar pond*.



1.5 Batasan Masalah

1. Menggunakan arduino uno sebagai unit pengendali
2. Sensor salinitas digunakan untuk mengukur salinitas *solar pond*
3. *Liquid temperature sensor* digunakan untuk mengukur temperatur air
4. *Sensor UV V2* digunakan untuk mengukur intensitas matahari
5. Terbatasnya pengiriman data secara real time

1.6 Sistematika Penulisan

Agar penyusunan tugas akhir ini lebih teratur dan sistematis penulisannya maka hal-hal yang dibahas dibagi dalam beberapa bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori dasar yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Meneliti perubahan temperatur, salinitas, dan UV dengan menggunakan Arduino UNO, Sensor Temperatur, sensor salinitas, sensor UV.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang perancangan perangkat keras dan perangkat lunak modul monitoring Sensor Temperatur, Sensor Salinitas, Sensor UV.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

berisi tentang pembahasan mengenai implementasi alat monitoring Temperatur, Salinitas dan UV.



BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang diperoleh.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Solar Pond*

Solar pond adalah kolam air garam yang berfungsi untuk mengumpulkan energi panas matahari dan energi panas yang dihasilkan akan dikonversikan lagi kedalam bentuk energi listrik. Teknologi *solar pond* sangat tepat sekali digunakan di daerah yang memiliki sinar matahari yang banyak. Teknologi *solar pond* merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan bebas polusi.

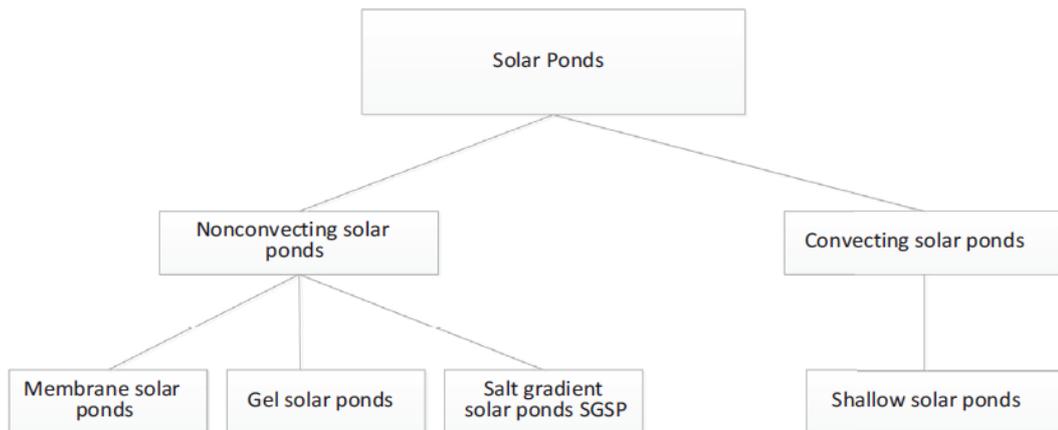
Ketika sinar matahari menyentuh dasar kolam yang dangkal, air di dasar kolam akan dipanaskan. Ketika air di dasar kolam dipanaskan, airnya menjadi kurang padat daripada air dingin di atasnya, dan konveksi pun dimulai. *Solar* tambak memanaskan air dengan menghalangi konveksi ini. Garam ditambahkan ke air sampai lapisan bawah air menjadi benar-benar jenuh. Air berkadar salinitas tinggi di dasar kolam tidak mudah bercampur dengan air dengan salinitas rendah di atasnya, sehingga ketika lapisan bawah air dipanaskan, konveksi terjadi secara terpisah di bagian bawah dan lapisan atas, dengan hanya pencampuran ringan antara keduanya. . Ini sangat mengurangi kehilangan panas, dan memungkinkan air berkadar garam tinggi untuk mencapai 90 ° C sambil mempertahankan 30 ° C air salinitas rendah. Air panas dan asin ini kemudian dapat dipompa untuk digunakan dalam pembangkit listrik, melalui turbin atau sebagai sumber energi panas



Pada *Solar Pond* terdapat dua tipe, yaitu :

- *Convective*
- *Non-Convective*

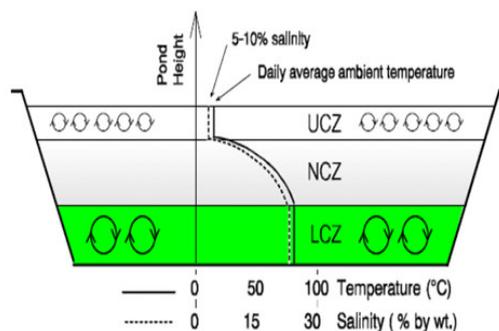
Adapun tipe dan klasifikasi dari *solar pond* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2.1 Tipe & Klasifikasi dari Solar Pond

2.1.1 Zona Pada *Solar Pond*

Solar Pond atau biasa disebut kolam surya ini terbagi atas tiga zona yang berbeda. Pembagian zona tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pembagian Zona pada Solar Pond



➤ *Upper Convective Zone (UCZ)*

Bagian ini biasa disebut lapisan permukaan. Lapisan ini memiliki level kadar kegaraman paling rendah, dan temperaturnya mendekati temperatur lingkungan sekitarnya. Ketebalan zona ini biasanya 0.3 m dan lapisan ini penting untuk mencegah lapisan di bawahnya dari penguapan, angin dan berkurangnya ketidakmurnian air.

➤ *Middle Non-Convective Zone (NCZ)*

Bagian ini disebut sebagai lapisan gradien atau lapisan tengah. Lapisan ini terletak antara zona atas dan zona dasar kolam. Karena temperatur dan kadar garam meningkat seiring dengan kedalaman maka lapisan ini tidak homogen. Jika gradien salinitas cukup besar, NCZ ini berfungsi untuk mencegah fenomena konveksi.

➤ *Lower Convective Zone (LCZ)*

Biasa disebut *Storage Zone*, zona ini merupakan lapisan homogen dan memiliki kadar kegaraman dan temperatur yang tinggi.

2.2 SENSOR

Sensor merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik berupa tegangan, resistansi dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

D Sharon, dkk (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang

untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari
n suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi



biologi, energi mekanik dan sebagainya. Adapun sebagian besar sensor yang nantinya akan digunakan pada penelitian ini diantaranya akan dijelaskan .

2.2.1 Sensor salinitas

Analog ph meter, dirancang khusus untuk kontroler arduino dan memiliki *built-in* sederhana, serta koneksi dan fitur yang nyaman dan praktis. Alat ini memiliki sebuah led yang bekerja sebagai indikator daya, konektor bnc dan sensor antarmuka tipe ph2.0. Untuk menggunakannya, hanya menghubungkan ph sensor dengan konektor bnc, dan plug antarmuka ph2.0 ke *port input analog controller arduino* apapun. Setelah diprogram akan mendapatkan nilai ph dengan mudah. Untuk memastikan keakuratan *ph probe* diperlukan pengkalibrasian secara teratur. Umumnya, periode pengkalibrasian adalah setiap setengah tahun sekali. Jika alat ini digunakan pada larutan yang kotor, maka perlu untuk meningkatkan frekuensi kalibrasi.

- **Cara Mengukur Kadar Salinitas**

Pengukuran salinitas air dapat dilakukan dengan bantuan beberapa alat, seperti refraktometer, salinometer dan konduktivimeter.

1. Refraktometer

Refraktometer merupakan alat pengukur salinitas umum. Juga sebagai pengukur indeks pembiasan pada cairan yg dapat digunakan untuk mengukur kadar garam. Prinsip alat ini adalah dengan memanfaatkan indeks bias cahaya untuk mengetahui tingkatsalinitas air, karena memanfaatkan cahaya maka alat ini harus dipakai ditempat yang mendapatkan banyak cahaya atau lebih baik kalau digunakan dibawah



sinar matahari jadi sehabis kita mengambil sampel air laut kita langsung menghitungnya dengan menggunakan alat refraktometer. Gambar 2.3 [8].



Gambar 2.3 Refraktometer (<https://www.scribd.com/document/356419891/datasheet-sensor-konduktivitas-kadar-garam-tds>).

2. Salinometer

Salinometer adalah alat pengukuran salinitas yang mengukur kepadatan air. Dimana cara kerja salinometer berdasarkan massa jenis air yang diukur. Salinometer akan mengapung jika massa jenis air yang diukur padat atau salinitas air tersebut tinggi. Gambar 2.4 [8]



Gambar 2.4 Salinometer (<https://www.scribd.com/document/356419891/datasheet-sensor-konduktivitas-kadar-garam-tds>)



3. Konduktivimeter(konduktivitas)

Pengukuran salinitas ini menggunakan konduktivimeter dimana prinsip kerjanya menggunakan daya hantar listrik, semakin tinggi kepadatan kadar garam air maka semakin tinggi nilai larutan-larutan elektrolit yang terkandung dalam air laut. Gambar 2.5 [8].



Gambar 2.5 Konduktivimeter (sumber [http// eprints. uny. ac.id/30252/bab%202.pdf](http://eprints.uny.ac.id/30252/bab%202.pdf))

Adapun deskripsi sensor konduktivitas dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Pin sensor Konduktivitas

Pin	Deskripsi
5 v	5v arduino
Gnd	GND arduino
Output	Output ke pin AO arduino

Adapun karakteristik dari sensor konduktivitas dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Karakteristik Sensor Konduktivitas

Parameter	Simbol	Min	Max	Units
Tegangan masukan	VCC	0	5.0	V
Tegangan operasional	VCC	3.0	4.7	V
Tegangan keluaran	ADC	0	1023	ADC
Respon waktu	T	0.1	0.3	S
Sensivitas	Vcc	0.1	0.5	V



2.2.2 Sensor intensitas matahari

Sensor cahaya adalah komponen elektronika yang dapat memberikan perubahan besaran elektrik pada saat terjadi perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor cahaya tersebut. Sensor cahaya dalam kehidupan sehari-hari dapat kita temui pada penerima remote televisi dan pada lampu penerangan jalan otomatis.

- **Sensor Cahaya Infra Merah**

Sensor cahaya infra merah adalah sensor cahaya yang hanya akan merespon perubahan cahaya inframerah. Gambar 2.6 merupakan Sensor cahaya infra merah yang pada umumnya berupa photo transistor atau photo dioda. Dimana apabila sensor cahaya infra merah ini menerima pancaran cahaya infra merah maka pada terminal outputnya akan memberikan perubahan resistansi. Akan tetapi ada juga sensor cahaya yang telah dibuat dalam bentuk chip IC penerima sensor infra merah seperti yang digunakan pada penerima remote televisi. Dimana chip IC sensor infra merah ini akan memberikan perubahan tegangan output apabila IC sensor infra merah ini menerima pancaran cahaya infra merah. Berikut adalah bentuk dari IC sensor infra merah pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sensor Cahaya Infra Merah



- **Sensor Cahaya Ultraviolet**

Sensor cahaya ultraviolet merupakan sensor cahaya yang hanya merespon perubahan intensitas cahaya ultraviolet yang mengenainya. Sensor cahaya ultraviolet ini akan memberikan perubahan besaran listrik pada terminal outputnya pada saat menerima perubahan intensitas pancaran cahaya ultraviolet. Sensor cahaya yang populer salah satunya UVtron. Modul sensor cahaya UVtron akan memberikan perubahan tegangan output pada saat sensor UVtron menerima. Berikut adalah bentuk modul sensor cahaya UVtron seperti pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Sensor UV V2

2.2.3 Sensor Temperatur DS18B20

Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) Gambar 2.10, cocok digunakan untuk mengukur temperatur pada tempat yang sulit, atau basah. Karena output data produk ini merupakan data digital, maka Anda tidak

perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit (yang dapat dikonfigurasi) data [3].



Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silicon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 .(Gambar 2.8) dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan temperatur dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca bagus hingga 125° [3]. Untuk pin sensor temperatur dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.8 Sensor Temperatur DS18B20
(<http://www.sunrom.com>)



Gambar 2.9 Pin Sensor Temperatur (<http://www.sunrom.com>)

Adapun karakteristik dari sensor temperatur DS18B20 dapat dilihat pada

Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Deskripsi Sensor Temperatur DS18B20

Power suplay	3Volt - 5.5 Volt
Keakuratan data dari -10°C hingga +85°C	±0.5°C
Temperatur yang dapat diukur	-55°C - 125°C
Resolusi thermometer	9 bit hingga 12 bit
Komunikasi	1 port
On-board ROM	64-bit



Kecepatan mengukur temperature	< 750ms
Kabel merah VCC	Tegangan sensor
Kabel hitam GND	Ground
Kabel kuning DATA	Data masukan dan keluaran
Diameter	4mm
Panjang	90cm

2.3 Memori External

Memory external adalah kartu memori non-volatile yang dikembangkan oleh SD Card Association yang digunakan dalam perangkat portable. Saat ini, teknologi microSD sudah digunakan oleh lebih dari 400 merek produk serta dianggap sebagai standar seperti pada Gambar 2.10 [10]



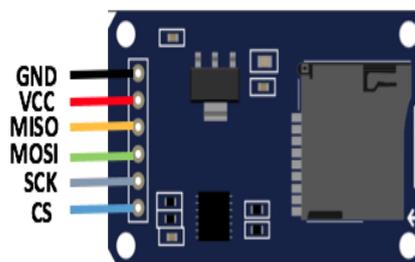
Gambar 2.10 *Memory External* (www.dfrobot.com)

Memory External terbagi menjadi SDSC yang kapasitas maksimum resminya sekitar 2GB, meskipun beberapa ada yang sampai 4GB. SDHC (High Capacity) memiliki kapasitas dari 4GB sampai 32GB. Dan SDXC (Extended Capacity) kapasitasnya di atas 32GB hingga maksimum 2TB. Keberagaman ini seringkali membuat kebingungan karena masing-masing protokol memiliki spesifikasi sedikit berbeda. Dari sudut pandang perangkat, semua kartu ini



termasuk kedalam keluarga SD. SD adapter memungkinkan konversi fisik kartu SD yang lebih kecil untuk bekerja di slot fisik yang lebih besar dan pada dasarnya ini adalah alat pasif yang menghubungkan pin dari SD Card yang kecil ke pin adaptor SD Card yang lebih besar [7].

Modul micro SD gambar 2.11 merupakan modul untuk mengakses *memory external* yang bertipe micro SD untuk pembacaan maupun penulisan data dengan menggunakan system antarmuka SPI (Serrial Parallel Interface). Modul ini cocok untuk berbagai aplikasi yang embutuhkan media penyimpan data, seperti system absensi, system antrian dan system data logging lainnya [7].



Gambar 2.11 Modul Micro SD (www.dfrobot.com)

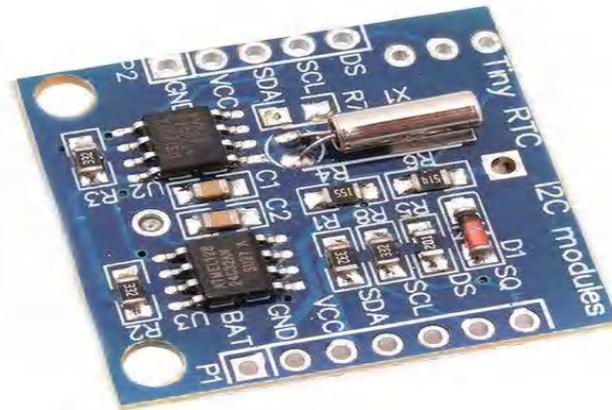
Adapun spesifikasi dan fitur dari modul micro SD terdapat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi Modul micro SD

Pembacaan kartu memori SD Card	SD Card biasa (<=2G) SDHC card
Tegangan operasional	5V atau 3.3V
Arus operasional	80mA (0.2-200Ma)
Antar muka	SPI
Penghubung kerangkaian lain	4 lubang baut
Ukuran modul	42 x 4 x 12mm



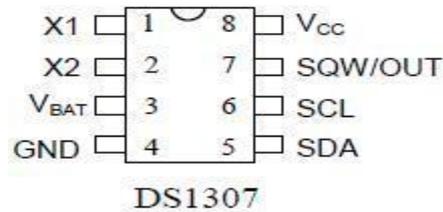
2.4 DS1307 RTC



Gambar 2.12 Tampilan Fisik DS1307 RTC

Tampilan fisik DS1307 RTC dapat dilihat pada Gambar 2.12. RTC yang dimaksud disini adalah real time clock (bukan real time computing), biasanya berupa IC yg mempunyai clock sumber sendiri dan internal batery untuk menyimpan data waktu dan tanggal. Sehingga jika sistem komputer / mikrocontroller mati waktu dan tanggal didalam memori RTC tetap up to date. Salah satu RTC yang sudah populer dan mudah penggunaanya adalah DS1307, apalagi pada Codevision sudah tersedia fungsi-fungsi untuk mengambil data waktu dan tanggal untuk RTC DS1307. Adapun pin untuk sensor RTC dapat dilihat pada Gambar 2.13 [9].





Gambar 2.13 Keterangan pin RTC

(<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS1370.pdf>)

Spesifikasi dari RTC adalah :

- Real-time clock (RTC) menghitung detik, menit, jam,tanggal,bulan dan hari dan tahun valid sampai tahun 2100
- Ram 56-byte, nonvolatile untuk menyimpan data.
- 2 jalur serial interface (I2C).
- output gelombang kotak yg diprogram.
- Automatic power-fail detect and switch
- Konsumsi arus hanya 500nA pada batery internal.
- mode dg oscillator running.
- temperature range: -40°C sampai +85°C [9]

Untuk membaca data tanggal dan waktu yg tersimpan di memori RTC DS1307 dapat dilakukan melalui komunikasi serial I2C (Gambar 2.13). DS1307 beropersai sebagai slave pada bus I2C. Cara Access pertama mengirim sinyal

liikuti device address dan alamat sebuah register yg akan dibaca.

register dapat dibaca sampai STOP condition dikirim [9].



00H	SECONDS
01H	MINUTES
02H	HOURS
03H	DAY
04H	DATE
05H	MONTH
06H	YEAR
07H	CONTROL
08H	RAM 56 x 8
3FH	

DS1307 ADDRESS MAP

Gambar 2.14 Pembacaan RTC pada I2C Arduino

(<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS1370.pdf>)

Data waktu dan tanggal tersimpan dalam memori masing masing 1 byte , mulai dari alamat 00H sampai 07H. Sisanya (08H ~ 3FH alamat RAM yg biasa digunakan) [8].

2.5 Komponen Pasif

Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif [6].

Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan

simbol Omega (Ω). Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansinya



(Ohm) resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya [7].

2.6 Natrium Klorida

Natrium klorida merupakan padatan berwarna putih, tidak berbau tetapi memiliki rasa (asin), dengan kerapatan 2,16 g/mL. Karena merupakan senyawa ion, ikatan ion antara Na dan Cl-nya sangat kuat sehingga ia meleleh dan mendidih pada temperatur yang tinggi. NaCl meleleh pada temperatur 800 degC.

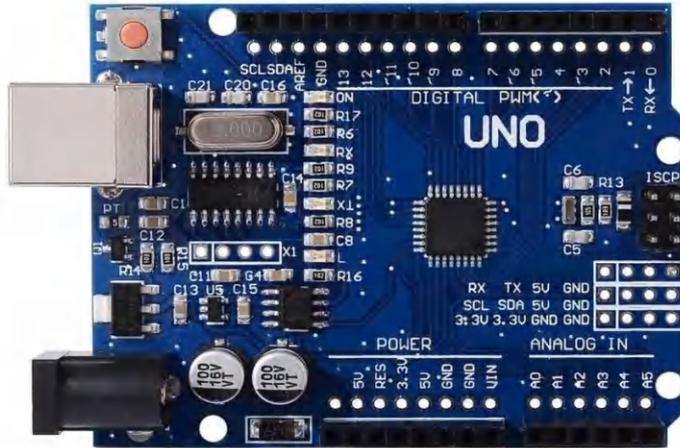
NaCl juga merupakan bagian dari larutan elektrolit kuat, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik karena ketika dalam bentuk larutan ia kembali menjadi ion-ionnya yang dapat bergerak bebas. Ion yang bergerak bebas inilah yang menghantarkan arus listrik. Karena merupakan senyawa ion, NaCl juga mudah larut dalam air dan pelarut polar lainnya. Dalam bentuk padat NaCl bersifat stabil dan hanya terurai ketika dipanaskan pada temperatur yang sangat tinggi menghasilkan asam yang beracun yang terdiri dari asam klorida (HCl) dan dinatrium oksida (Na_2O).

2.7 Arduino

Merupakan papan mikrokontroler kecil dengan plug USB untuk menghubungkan computer dan beberapa soket konektor yang dapat menghubungkan banyak perangkat elektronik eksternal. seperti motor. Relay, sensor, layar, laser diode, loudspeaker, mikrofon dan sebagainya.



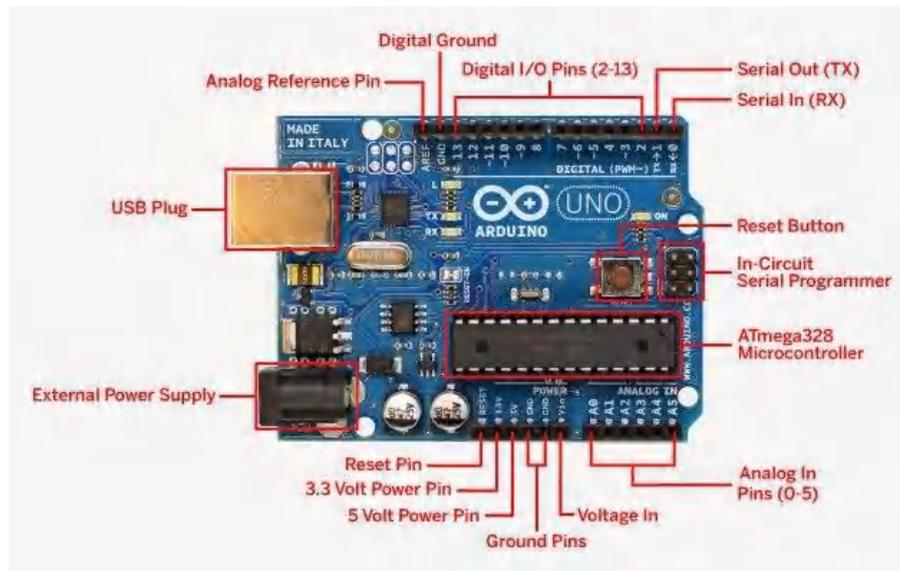
1.) Arduino Uno



Gambar 2.15 Arduino UNO

Tampilan fisik Arduino UNO dapat dilihat pada Gambar 2.15. Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (datasheet). Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya, adapun bagian-bagian dalam dari Arduino UNO dapat di lihat pada Gambar 2.16.





Gambar 2.16 Bagian-bagian Arduino UNO

2.) Proteksi

Development board Arduino UNO telah dilengkapi dengan polyfuse yang dapat direset untuk melindungi port USB komputer/laptop anda dari korsleting atau arus berlebih. Meskipun kebanyakan komputer telah memiliki perlindungan port tersebut didalamnya namun sekering pelindung pada Arduino memberikan lapisan perlindungan tambahan yang membuat dengan mudah menghubungkan Arduino ke computer,. Jika lebih dari 500mA ditarik pada port USB tersebut, sirkuit proteksi akan secara otomatis memutuskan hubungan, dan akan menyambung kembali ketika batasan aman telah kembali lihat pada Gambar 2.17[1].





Gambar 2.17 Kabel USB Board Arduino UNO

(Sumber: <http://www.arduino.cc>)

3.) Power Supply

Board Arduino UNO dapat ditenagai dengan *power* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via *power supply eksternal*. Pilihan *power* yang digunakan akan dilakukan secara otomatis. *External power supply* dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui jack DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di board. Board dapat beroperasi dengan *power* dari *external power supply* yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa *over heat* yang pada akhirnya bisa merusak pcb. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V. Beberapa pin *power* pada

UNO [1]:

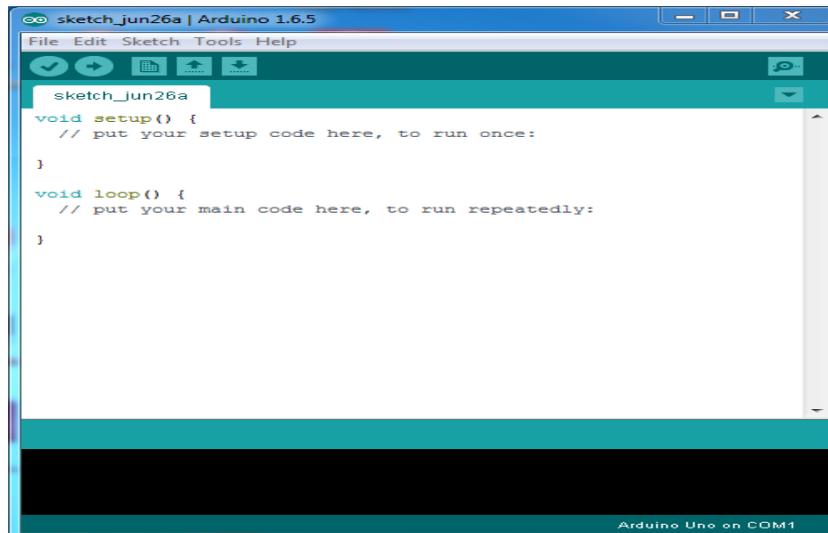


- **GND.** Ini adalah ground atau negatif.
- **Vin.** Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan *power* langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V
- **Pin 5V.** Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator
- **3V3.** Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator

4.) Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Arduino IDE (*Integrated Development Enviroment*) merupakan aplikasi berbasis *open-source* dari Arduino yang digunakan untuk penulisan kode. Dengan arduino IDE penulisan kode menjadi lebih mudah dan kode yang ditulis dapat diunggah ke arduino. *Software* ini dapat digunakan di Windows Mac OS X dan Linux. Arduino IDE dibuat dalam bahasa Java dengan didasarkan pada *Processing*, *avrgcc* dan *open source software* lainnya. Bahasa pemograman Arduino didasarkan pada bahasa pemograman C/C++ serta terhubung dengan AVR Libc sehingga dapat menggunakan fungsi-fungsi yang terdapat pada AVR Libc. AVR Libc berisi fungsi yang digunakan untuk menggunakan AVR, seperti pada pengaturan *register* [4].





Gambar 2.18.cc. (“ *Software Arduino* ”)

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 / 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 [4].

Arduino memiliki Tipe data dari variabel penting karena untuk menentukan berapa banyak memori yg disediakan untuk variabel itu, dan jenis data yang dapat disimpan dalam variabel. Variabel adalah sebuah lokasi memori yang diberi nama [4].

2.8 *Thermoelectric Generator (TEG)*

Thermoelectric Generator (TEG) juga disebut Seebeck generator adalah perangkat generator listrik yang mengkonversi panas (perbedaan temperatur) langsung menjadi energi listrik, menggunakan fenomena yang disebut efek Seebeck (bentuk efek termoelektrik). *Thermoelectricity* pertama kali ditemukan pada tahun 1821 oleh Thomas Johann Seebeck. Dia mengamati bahwa ketika dua logam berbeda dalam lingkaran tertutup dipertahankan pada perbedaan suhu tertentu pada persimpangan. Awalnya, itu adalah fenomena yang diduga disebabkan oleh kekuatan magnetisme, sebagaimana dibuktikan oleh defleksi pada magnet kompas. Penyelidikan lebih lanjut kemudian membuktikan bahwa arus listrik yang mengalir dalam logam yang berbeda menyebabkan keberadaan medan magnet. Energi termal berhasil dikonversi menjadi energi listrik dengan efisiensi konversi 3%, yang sebanding dengan

uap yang paling efisien pada saat itu.



- **Karakteristik Listrik dan Thermal dari Thermoelectric Generator**

TEG dapat beroperasi bahkan pada kondisi suhu rendah dan cocok untuk pembangkit listrik menggunakan panas tingkat rendah dari *solar pond*. TEG bekerja pada prinsip efek Seebeck, efek konduksi dan efek Joule. Seperti yang terlihat dari Gambar 8, ketika sumber panas diterapkan pada sepasang pasangan P-N TEG, energi panas, Q_h menciptakan perbedaan suhu, ΔT antara kedua sisi pasangan P-N TEG.

Efek konduksi sebanding dengan konduktivitas termal, k dan perbedaan suhu, ΔT melintasi kaki P-N. Arus listrik di sirkuit P-N akan menghasilkan efek Joule secara internal, yang memanaskan sisi dingin dan panas. Efek Joule sebanding dengan hambatan listrik TEG, R_{TEG} dan kuadrat arus, I . P-N dalam TEG berada di antara dua konduktor listrik tembaga dibagian dalam dan pelat keramik yang dialiri listrik di sisi luar. Untuk analisis teoritis, sifat internal TEG diasumsikan konstan, independen suhu tanpa kehilangan panas dari sistem. Tingkat panas yang disediakan dan penghilangan panas kemudian dapat diperkirakan pada sambungan panas dan dingin masing-masing sebagai berikut:

$$Q_h = (K_p + K_n)(T_h - T_c) + (\alpha_p - \alpha_n)IT_h - (I^2R/2) \quad (1)$$

$$Q_c = (K_p + K_n)(T_h - T_c) + (\alpha_p - \alpha_n)IT_c - (I^2R/2) \quad (2)$$

Dimana K_p dan K_n adalah konduktivitas termal dari kaki TEG tipe P dan tipe N. T_h dan T_c mewakili suhu sambungan panas dan dingin masing-masing. α_p dan α_n adalah koefisien Seebeck masing-masing TEG tipe P dan tipe N. Daya listrik yang dihasilkan dari TEG diberikan sebagai:



$$P_{TEG} = Q_h - Q_c \quad (3)$$

Persamaan (1) juga dapat ditulis dalam bentuk tegangan, V dan arus, I.

$$P_{TEG} = IV \quad (4)$$

Dari Persamaan (1) ke (4), kita dapatkan:

$$(\alpha_p - \alpha_n)I(T_h - T_c) - I^2R = (I)V \quad (5)$$

Persamaan (5) kemudian dibagi dengan I, menghasilkan:

$$V = (\alpha_p - \alpha_n)(T_h - T_c) - (I)R \quad (6)$$

Pada Persamaan (6) di mana $(\alpha_p - \alpha_n) = \alpha$ dan $(T_h - T_c) = \Delta T$, kita memperoleh bentuk persamaan yang disederhanakan sebagai berikut :

$$V = \alpha_s \Delta T - (I)R \quad (7)$$

Ketika $I = 0$, dari Persamaan (7) kita dapatkan:

$$V_{ocv} = \alpha \Delta T \quad (8)$$

Pada TEG yang mengandung jumlah pasangan N, persamaan berikut dapat digunakan untuk hubungan rangkaian terbuka dan hubungan pendek.

$$V_{ocv} = 2N\alpha\Delta T \quad (9)$$

$$V_{mp} = V_{ocv}/2 = N\alpha\Delta T \quad (10)$$

$$I_{sc} = (\alpha/\rho)(A_{TEG}/L) \Delta T \quad (11)$$

$$I_{mp} = 0.5(\alpha/\rho)(A_{TEG}/L) \Delta T \quad (12)$$

Daya maksimum diperoleh saat resistansi beban, R_L sama dengan resistansi internal TEG, R_{TEG} . Output daya maksimum TEG diberikan sebagai



$$P_{\max TEG} = \frac{\alpha^2 NA_{TEG}(T_h - T_c)^2}{2\rho(L+n)(1+2rL_c/L)^2} \quad (13)$$

Dimana:

Parameter kontak, $n = 0.1 \text{ mm}$

Parameter kontak tanpa dimensi, $r = 0.2$

Panjang elemen thermo, $L = 1.2 \text{ mm}$

Ketebalan solder/kontak pada modul, $L_c = 0.8 \text{ mm}$

Koefisien seebek, $\alpha = 2.12 \times 10^{-4} \text{ VK}^{-1}$

Jumlah elemen thermo per modul, $N = 126$

Resistivitas elektrik pada material elemen thermo, $\rho = 2.07 \times 10^{-3} \text{ } \Omega \text{ cm}$

Bagian pada elemen thermo, $A_{TEG} = 1.96 \text{ mm}^2$

Daya termoelektrik terkait dengan sosok yang tidak berdimensi yang diberikan oleh:

$$ZT = \alpha^2 \sigma T / k \quad (14)$$

Dimana α adalah koefisien Seebeck dari TEG, σ dan k adalah konduktivitas listrik dan termal masing-masing dan T adalah suhu absolut. Untuk menghitung efisiensi TEG, persamaan berikut digunakan.

$$\eta_{\max TEG} = \frac{T_h - T_c}{T_h} \left[\frac{(1+ZT)^{0.5} - 1}{(1+ZT)^{0.5} + \frac{T_c}{T_h}} \right] \quad (15)$$

Perbedaan suhu yang tepat di TEG dihitung dengan Persamaan (15) seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

$$\Delta T_{TEG} = \frac{(R_N + 2R_{So1}) / (R_p + 2R_{So1})}{2(R_{Cer} + R_{Cu}) + R_N + 2R_{So1} / (R_p + 2R_{So1})} \quad (16)$$



Nilai untuk ketahanan termal individu dalam Persamaan (16) dapat diperoleh dari produsen TEG dan ΔT_{TEG} kemudian dapat dihitung dari persamaan ini berdasarkan pada sisi panas dan suhu sisi dingin. [3]

