

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN SUHU DAN LEVEL PADA PROSES PENYULINGAN AIR LAUT MENJADI AIR TAWAR DENGAN METODE BOILING

Raja Mulkan Azhari¹, Azhar², Muhammad Kamal³
^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol,
 Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
 Email : mulkanraja@gmail.com

Abstrak— Pada sistem alat penyulingan merupakan perubahan cairan menjadi uap dan uap tersebut di dinginkan kembali menjadi cairan dengan menggunakan elemen pemanas (heaters). Perancangan alat penyulingan ini bertujuan untuk memudahkan masyarakat pesisir, pulau atau tempat-tempat yang kekurangan air bersih. Pada perancangan alat menggunakan sensor thermocouple MAX6675 sebagai pengendali suhu pada saat proses penyulingan dan water level sensor untuk mengatur kerja pompa pada saat pengisian air laut ke tangki proses serta sensor ultrasonic untuk mengukur liter jumlah air pada tangki keluaran. Dilengkapi dengan LCD untuk menampilkan proses dan hasil penyulingan. Suhu tertinggi dari pengujian sistem adalah 120°C. Setelah kalibrasi selisih antara nilai suhu thermometer dan thermocouple tidak jauh berbeda yaitu dengan rata-rata 0,23 °C. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa 30 Liter air laut yang di uapkan selama 180 menit menghasilkan 965 ml air tawar dan pengujian menggunakan kertas PH dengan indikator warna maka didapatkan hasil PH air laut yaitu 8,0 dan PH air setelah penyulingan yaitu 6,5. Penurunan suhu ruang sangat mempengaruhi proses penyulingan, karena jika suhu ruang terlalu dingin, proses penyulingan akan berjalan lebih lama. Berbanding terbalik dengan keadaan naiknya suhu ruang, maka proses destilasi akan berlangsung lebih cepat.

Kata kunci : sensor thermocouple MAX6675 heaters, sensor ultrasonic, water level sensor, thermometer

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting pada kehidupan sehari-hari. Penggunaan air bukan hanya pada manusia saja tetapi air digunakan pada semua makhluk hidup. Pada manusia air digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci, mandi, minum dan sebagainya. Beberapa di daerah di pesisir Indonesia sering mengalami kesulitan penyedia air terutama pada musim kemarau. Kelangkaan air sungguh sangat ironis dengan predikat bumi sebagai "Plant Air" sebab 70 % permukaan bumi tertutup oleh sebagian besar air di bumi merupakan air asin yaitu lautan dan samudra sehingga tidak bisa digunakan untuk air minum serta kesulitan lainnya, Sekitar 2,5 % saja yang berupa air tawar. Sebagai salah satu negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia, seharusnya tidak ada penduduk yang kesulitan air bersih. Sistem pemurnian air menjadi kunci dari masalah ini, pada pulau-pulau yang tidak memiliki sumber air tanah yang memadai dapat memanfaatkan laut sebagai sumber air baku yang jumlahnya sangat melimpah. Jika bahan baku air adalah air laut maka diperlukan suatu metode untuk memisahkan garam dan airnya sehingga diperoleh air murni.

Pada dasarnya, prinsip destilasi air laut adalah proses pemisahan mineral garam dari air laut sehingga diperoleh air tawar. Ada banyak cara dalam mengolah air laut menjadi air tawar salah satunya adalah metode destilasi. Pada dasarnya prinsip metode destilasi dalam pemurnian air laut adalah dengan menguapkan air laut kemudian mengembunkan uapnya kembali untuk menghasilkan air tawar. Ada berbagai cara untuk mendapatkan air tawar salah satunya dengan proses penyulingan/destilasi, Destilasi atau penyulingan adalah suatu

metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap. Dalam penyulingan campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Untuk mendidihkan zat cair menggunakan metode boiling/merebus, Boiling atau merebus adalah teknik memasak bahan cairan hingga titik didih 100°C. maka terjadi evaporasi (penguapan) cairan secara cepat.

Menggunakan cara penyulingan/destilasi merupakan cara yang efektif digunakan untuk menghasilkan air tawar yang bersih, Pengolahan air laut untuk di jadikan air tawar dengan proses penyulingan/destilasi telah menjawab semua permasalahan di atas guna dapat memudahkan tugas manusia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sensor Thermocouple

Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek "Thermo-electric". Efek Thermo-electric sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek "Seeback". Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (Temperature). Beberapa

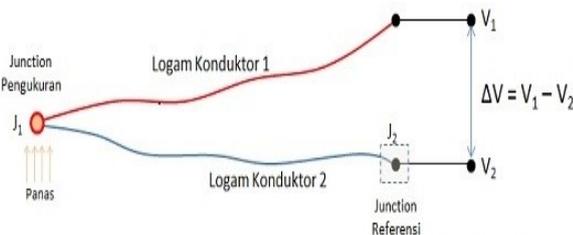
kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 2000°C. Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan. Sensor thermocouple ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Sensor Thermocouple

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis kemudian 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. Prinsip kerja dapat di lihat pada Gambar 2.

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis kemudian 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. Prinsip kerja dapat di lihat pada Gambar 2

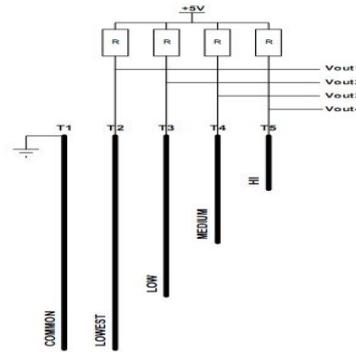


Gambar 2 Bentuk Skematik Sensor *Thermocouple*

B. Sensor Level

Pada proses pengisian air laut ke tangki proses dibutuhkan sensor level untuk mendeteksi ketinggian air yang masuk dalam tangki dan menghentikan kerja pompa serta memberi informasi agar pemanas bekerja, Pendeteksian level ketinggian air dilakukan dengan membaca nilai tegangan yang

dihasilkan oleh Skematik water level sensor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Skematik Sensor *Level (probe)*

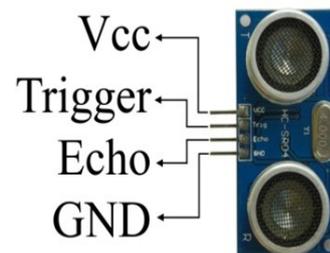
Prinsip kerja water level sensor adalah sebagai berikut:

- Vout1 – tegangan keluaran sensor LOWEST.
- Vout2 – tegangan keluaran sensor LOW.
- Vout3 – tegangan keluaran sensor MEDIUM.
- Vout3 – tegangan keluaran sensor HIGH.

Tegangan keluaran yang muncul ketika tangkai sensor tidak terkena air adalah sekitar **4,9 volt**. Akan tetapi ketika tangkai sensor menyentuh air, nilai Vout turun antara **1-2 volt**. Perbedaan tegangan yang cukup jauh inilah yang digunakan sebagai acuan pendeteksian dengan cara membandingkan nilai **Vout** dengan suatu tegangan referensi yang telah diset sebelumnya.

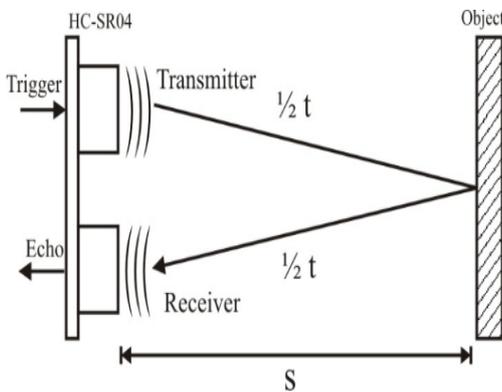
C. Sensor Ultrasonic HC-SR04

HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Konfigurasi pin dan tampilan sensor HC-SR04 diperlihatkan pada Gambar.4.



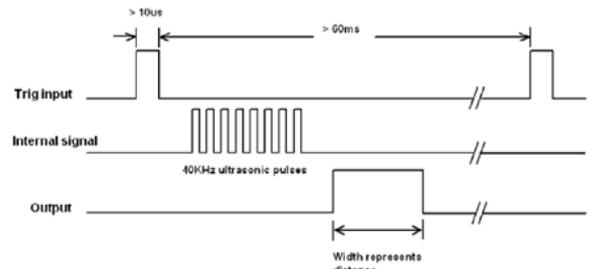
Gambar 4. Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu ultrasonic transmitter dan ultrasonic receiver. Fungsi dari ultrasonic transmitter adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian ultrasonic receiver menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Prinsip kerja HC-SR04

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah, ketika pulsa trigger diberikan pada sensor, transmitter akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan output TTL transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah receiver menerima 7 pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan output TTL transisi turun. Jika waktu pengukuran adalah t dan kecepatan suara adalah 340 m/s , maka jarak antara sensor dengan objek dapat dihitung, Dimana : $s = \text{Jarak antara sensor dengan objek (m)}$ $t = \text{Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari transmitter ke receiver (s)}$ Pemilihan HC-SR04 sebagai sensor jarak yang akan digunakan pada penelitian ini karena memiliki fitur sebagai berikut; kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan ketelitian $0,3 \text{ cm}$, pengukuran maksimum dapat mencapai 4 meter dengan jarak minimum 2 cm , ukuran yang ringkas dan dapat beroperasi pada level tegangan TTL Prinsip pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut ; awali dengan memberikan pulsa Low (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa High (1) pada trigger selama $10 \mu\text{s}$ sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz , tunggu hingga transisi naik terjadi pada output dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi, setelah itu gunakan Persamaan 2.1 untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek. Timing diagram pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Timing diagram pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04

D. Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB to serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB. "Uno" berarti satu di Italia dan diberi nama untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Versi 1.0 menjadi versi referensi Arduino ke depannya. Arduino Uno R3 adalah revisi terbaru dari serangkaian board Arduino, dan model referensi untuk platform Arduin.

Board Arduino Uno memiliki fitur-fitur baru yaitu 1,0 pin out : tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET. Dengan I/O REF yang memungkinkan sebagai buffer untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan procesor yang menggunakan AVR. Yang beroperasi dengan 5V dan dengan arduino karena yang beroperasi dengan 3,3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya. Board arduino uno dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Board Arduino Uno

Adapun spesifikasi arduino uno dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

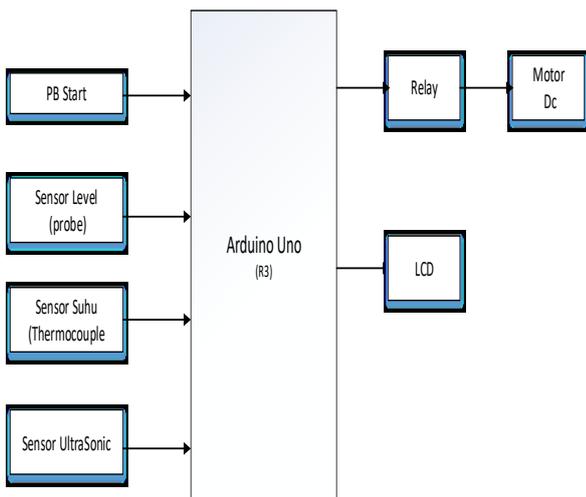
Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi voltage	5V
Input Voltage	7-12 V (rekomendasi)
Input Voltage	6-20 V (limits)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 Ma
Flasd memori	32 KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Keecepatan	16 z

III. METODOLOGI PENELITIAN

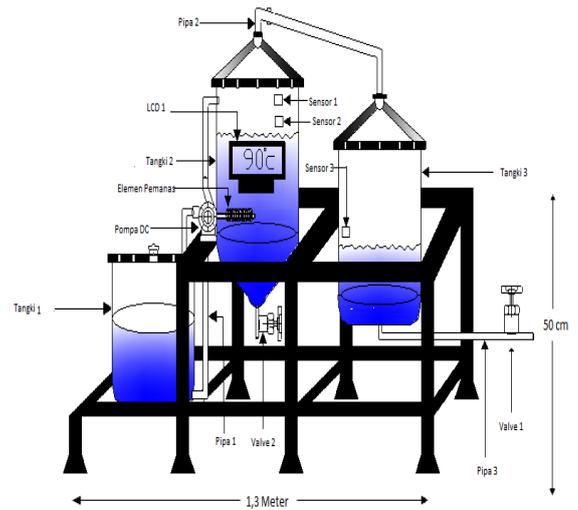
A. Perancangan Blok Diagram Sistem Proses

Perancangan blok diagram merupakan cara yang paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja sistem instrumentasi pada alat penyulingan air laut menjadi air tawar otomatis. Dengan adanya blok diagram dapat mempermudah penulis dalam menganalisa cara kerja rangkaian, fungsi sensor dan aktuator yang digunakan secara umum. Blok diagram juga berguna untuk mempermudah pembaca agar mengerti tentang sistem yang dirancang. Blok diagram cara kerja sistem instrumentasi pada alat penyulingan air laut menjadi air tawar dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Blok Diagram Proses

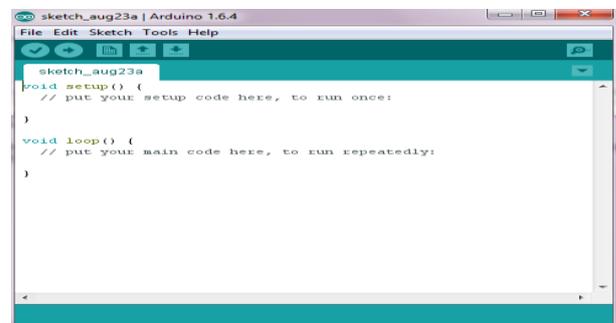
Adapun gambar rancangan alat keseluruhan serta ukurannya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rancangan Keseluruhan

B. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Software atau perangkat lunak adalah sekumpulan instruksi yang harus diproses oleh mikrokontroler untuk mengatur sistem kerja alat ini secara keseluruhan. Dapat diartikan bahwa software merupakan jalan pikiran alat ini sedangkan mikrokontroler merupakan otaknya. Perancangan Software pada penelitian ini menggunakan IDE Arduino (Integrated Development Environmet) yang merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source program, kompilasi, dan upload program. Uno Arduino dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Arduino Uno dari Tool lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. Pada ATmega328 pada Uno Arduino memiliki bootloader yang memungkinkan untuk meng-upload program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahasa C. Bentuk Tampilan IDE Arduino dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini:

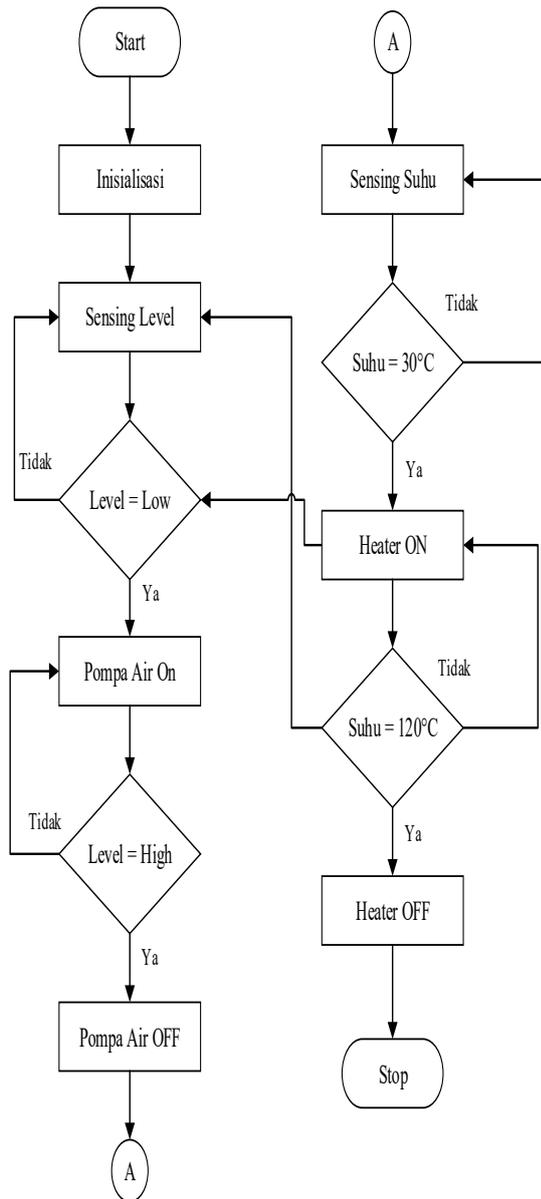


Gambar 10. Tampilan Software Arduino IDE

C. Algoritma Proses Penyulingan Air Laut Menjadi Air Tawar Secara Otomatis

Perangkat lunak yang dibuat harus dapat mengolah data-data dari sensor yang diberikan ke port mikrokontroler, dikirimkan ke komputer melalui port serial dan di eksekusi berdasarkan sistem kerja alat penyulingan air laut menjadi air tawar. Dalam membuat suatu alat ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu bagaimana cara merancang sistem yang akan diimplementasikan pada alat dan dalam perancangan sistem terlebih dahulu dibuat flowchart dari sistem tersebut.

Flowchart alat penyulingan air laut menjadi air tawar yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11 Flowchart Proses Kerja Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pembuatan *hardware* dan *software*, maka penulis perlu melakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat, apakah alat dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan perencanaan pengujian yang sebelumnya dilakukan secara terpisah kemudian dikomninasikan dalam suatu sistem kontrol yang telah dirancang.

A. Pengujian Sensor Level

Pengujian sensor *level* ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tersebut bekerja membaca dan mendeteksi jumlah liter air. Sensor level pada alat ini ada 2 buah yaitu level pada tangki pemanas menggunakan probe sensor level dan pada tangki keluaran air tawar menggunakan sensor ultrasonic. Pada sensor ultrasonic menggunakan tinggi wadah 30 cm dan jari jari 14 cm, Sehingga untuk merubah dalam liter menggunakan rumus volume tabung. Berikut ini adalah hasil pengujian terhadap sensor level pada tangki proses dan sensor ultrasonic pada tangki keluaran.

Tabel 2 Pengujian Sensor Level Pada Tangki Keluaran

No	Ketinggian Air (cm)	Tampilan LCD (L)	Hasil perhitungan (L)
1	1	0,548	0,615
2	2	1,191	1,230
3	3	1,849	1,846
4	4	2,446	2,461
5	5	3,006	3,077

B. Pengujian Termocopel

Pada pengujian sensor suhu untuk sistem ini menggunakan Heater, Thermocouple, dan modul MAX6675. Modul MAX6675 ini digunakan untuk menguatkan output dari Chromel dan Alumel yang terdapat pada thermocouple dan juga untuk mengkonversi suhu secara serial dari thermocouple. Suhu yang dihasilkan oleh Thermometer akan dibandingkan dengan keluaran dari sensor suhu thermocouple.

Heater sebagai pemanas dihidupkan dan mulai memanaskan ruangan pemanas dari suhu ruangan sampai dengan suhu 120 °C, Pada pengujian ini penulis menggunakan suhu tangki pemanas yaitu 34,6 °C, Kemudian suhu dibaca oleh sensor suhu thermocouple kemudian dikonversi oleh modul IC MAX6675 dengan komunikasi serial, dari data yang terukur oleh thermocouple dengan suhu yang terukur oleh Thermometer terjadi perbedaan selisih, hal ini bisa terjadi

karena disebabkan oleh keakuratan Thermometer lebih tinggi dibandingkan dengan keakuratan sensor suhu thermocouple dengan modul MAX6675. Perbedaan pengukuran yang dihasilkan sensor suhu Thermocouple dengan Thermometer dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Pengukuran suhu

No	Waktu (Menit)	Suhu Pengukuran Termometer (°C)	Tampilan LCD (°C)
1	0,0	30,3	30,5
2	10	34,6	34,0
3	20	35,34	35,82
4	30	40,1	40,4
5	40	45,76	46
6	50	50,2	51
7	60	55,5	55,2
8	70	60,8	60,6
9	80	65,4	65,7
10	90	70	70,3
11	100	75,3	76
12	110	80,2	80,4
13	120	85,6	85,6
14	130	90,2	90,4
15	140	95,4	95,2
16	150	100	100
17	160	110	110,5
18	170	120	120,2

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan perancangan dan pembuatan sistem pengendalian suhu dan level pada proses penyulingan air laut menjadi air tawar dapat diimplementasikan dengan baik. Setelah melakukan pengujian diperoleh kinerja sistem antara lain:

1. Suhu tertinggi dari pengujian sistem adalah 120°C. Setelah kalibrasi selisih antara nilai suhu thermometer dan thermocouple tidak jauh berbeda.
2. Selisih antara nilai liter perhitungan dengan nilai liter sensor tidak jauh berbeda, sehingga keakuratan nilai sensor masih di dalam nilai toleransi. Pada penelitian ini 30 Liter air laut yang di uapkan selama 180 menit menghasilkan 965 ml air tawar.
3. Dari hasil pengujian menggunakan kertas PH dengan indikator warna maka didapatkan hasil PH air laut yaitu 8,0 dan PH air setelah penyulingan yaitu 6,5.
4. Penurunan suhu ruang sangat mempengaruhi proses penyulingan , karena jika suhu ruang terlalu dingin, proses penyulingan akan berjalan lebih lama. Berbanding terbalik dengan keadaan naiknya suhu ruang, maka proses destilasi akan berlangsung lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Rochman Putra; Erni Yudaningtya ; dan Goegoes Dwi N. (2013). *Sistem Pengendalian Suhu Pada Tungku Bakar Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy*. (November), 1–6.
- Firaz, T. M. F. (2015). Sistem Pengendali Suhu Pada Proses Destilasi Air Laut Tenaga Hybrid Untuk Menghasilkan Air Tawar Menggunakan Arduino. *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Neliti.Com*, 1–8.
- Muh said, I. (2010). *Rancang bangun alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan sistem piramida air (green house effect) bagi masyarakat pulau dan pesisir di kota makassar. Sains Dan Pendidikan Fisika*, 12(3), 300–310
- Permadi, D., & Komaludin, D. (2018). *Pemanas Listrik Induksi Low Power dengan Suplai Daya DC Berbasis Mikrokontroler. TrendTech*, 3(1), 1–10.
- Rosyadi, I., Caturwati, N. K., Maulana, A., Mesin, J. T., Teknik, F., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2016). *Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut*. 12(3), 431–438.