

**TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN DATA AKUSISI PADA PENELITIAN**  
**TERHADAP KINERJA WCT (WET COOLING TOWER)**  
**MENGGUNAKAN PERFORATED SPLASH FILL**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**LIBRAJIB ALNABAWI**  
**2007230072**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

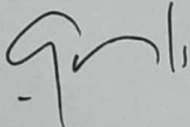
Nama : Librajib Alnabawi  
NPM : 2007230072  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja *WCT (Wet Cooling Tower)* Menggunakan *Perforated Splash Fill*  
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Agustus 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



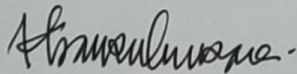
Chandra A Siregar, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



Arya Rudi Nasution, S.T., M.T.

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Chandra A Siregar, S.T., M.T.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Librajib Alnabawi  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan /03 Oktober 2002  
NPM : 2007230072  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“Rancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja WCT (*Wet Cooling Tower*) Menggunakan *Perforated Splash Fill*”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Agustus 2024



Saya yang menyatakan,

Librajib Alnabawi

## ABSTRAK

*Cooling tower* merupakan komponen krusial dalam sistem pendinginan industri yang berfungsi untuk membuang panas dari proses industri ke atmosfer. Pengelolaan dan optimasi *cooling tower* memerlukan pemantauan yang cermat untuk memastikan efisiensi operasional yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis data akuisisi yang terkait dengan performa *cooling tower*, dengan fokus pada variabel-variabel kunci seperti suhu air masuk dan keluar, aliran air, serta parameter kelembapan. Metode yang digunakan adalah membaca suhu air menggunakan sensor DS18B20 yang mampu membaca suhu dari  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$ . Sensor ini menggunakan rangkaian *Arduino Uno*, papan PCB, sensor DHT11, dan sensor *flow meter* air. Cara membaca temperatur suhu pada menara pendingin menggunakan komputer dengan *microsoft excel* yang sudah terhubung *software PLX-DAQ*. Data yang sudah didapat lalu diuji menggunakan *software SPSS (Statiscal Product and Service Solutions)*, pengujian menggunakan 4 macam, yaitu validitas, realibilitas, normalitas dan ketidakpastian (*uncertainty*). Nilai standart ketidakpastian (*uncertainty*) pada sensor DS18B20 adalah  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , dan perhitungan nilai ketidakpastian (*uncertainty*) pada suhu 31 adalah  $30.5^{\circ}\text{C}$ . Hasil keseluruhan sensor DS18B20 pada *Wet Cooling Tower* ini sudah bekerja dengan normal sesuai statistik pengujian.

Kata kunci: Data akuisisi, Sensor, *Arduino*, *PLX-DAQ*

## **ABSTRACT**

*Cooling towers are crucial components in industrial cooling systems that function to dissipate heat from industrial processes to the atmosphere. The management and optimization of cooling towers require careful monitoring to ensure optimal operational efficiency. This research aims to design and analyze data acquisition related to cooling tower performance, focusing on key variables such as inlet and outlet water temperature, water flow, and humidity parameters. The method used is to read the water temperature using a DS18B20 sensor capable of reading temperatures from -55°C to 125°C. This sensor uses an Arduino Uno circuit, PCB board, DHT11 sensor, and water flow meter sensor. How to read the temperature in the cooling tower using a computer with Microsoft Excel that has been connected to the PLX-DAQ software. The data that has been obtained is then tested using SPSS (Static Product and Service Solutions) software, testing using 4 types, namely validity, reliability, normality and uncertainty. The standard value of uncertainty on the DS18B20 sensor is  $\pm 0.5$  °C, and the calculation of the uncertainty value at temperature 31 is 30.5 °C. The overall results of the DS18B20 sensor on this Wet Cooling Tower have worked normally according to test statistics.*

*Keywords: Data acquisition, Sensors, Arduino, PLX-DAQ*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul **“Rancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja WCT (Wet Cooling Tower) Menggunakan Perforated Splash Fill”**.

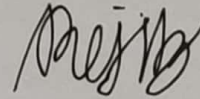
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra Amirsyah Siregar S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin sekaligus sebagai dosen penguji I dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Arya Rudi Nasution, S.T., M.T. selaku dosen penguji II.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Kedua orang tua tercinta yaitu Ayahanda Bambang Hariono dan Ibunda Dwi Mukzizah Rakhmayuni yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, do'a yang tulus, dan dukungan moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis: Muhammad Haekal, Muhammad Fakhri Pardosi, Pitrian Doli Syahbana Hasibuan, Imam Natawijaya, Muhammad Farhan MS, dan lainnya yang tidak mungkin Namanya disebut satu per satu.

9. Adilla Putri yang telah memberikan dukungan dan saran untuk tidak menyerah.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 27 Agustus 2024



Librajib Alnabawi

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	i
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	ii
<b>ABSTRAK</b>	iii
<b>ABSTRACT</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR TABEL</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>DAFTAR NOTASI</b>	xi
<b>BAB 1           PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang	1
1.2    Rumusan Masalah	2
1.3    Ruang Lingkup	2
1.4    Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5    Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2           TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1    Akusisi Data	4
2.2    Ketidakpastian ( <i>Uncertainty</i> )	4
2.2.1 Akurasi ( <i>Accuracy</i> )	5
2.2.2 Presisi ( <i>Precision</i> )	6
2.3    Validitas	6
2.4    Reliabilitas ( <i>Reliability</i> )	7
2.5    Distribusi Normal	8
2.6    Mikrokontrol Arduino	9
2.7    Sensor	10
2.7.1 Sensor Suhu DS18B20	10
2.7.2 <i>Water Flow Sensor</i>	11
2.7.3 Sensor DHT11	13
2.8 <i>Cooling Tower</i>	13
2.9    Fungsi <i>Cooling Tower</i>	14
2.10   Prinsip Kerja <i>Cooling Tower</i>	15
<b>BAB 3           METODE PENELITIAN</b>	<b>16</b>
3.1    Tempat dan Waktu	16
3.1.1 Tempat Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian	16
3.2    Bahan dan Alat	17
3.2.1 Alat yang Digunakan	17
3.2.2 Bahan yang Digunakan	18
3.3    Bagan Alir Penelitian	22
3.4    Rancangan Alat Penelitian	23
3.5    Prosedur Penelitian	23



<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	26
4.1	Hasil Merancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja <i>WCT (Wet Cooling Tower)</i> Menggunakan <i>Perforated Splash Fill</i>	26
4.1.1	Merancang <i>Instrument</i> Pengukuran Suhu	26
4.2	Hasil Pengujian Data Suhu	32
4.2.1	Suhu Air	32
4.2.2	Pengujian Data	33
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	35
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	37
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	38
	<b>LAMPIRAN</b>	41
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>SK PEMBIMBING</b>	
	<b>BERITA ACARA SEMINAR HASIL</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian	16
Tabel 3.2 Data akusisi suhu temperatur air raksa dan sensor DS18B20	25
Tabel 3.3 Data akusisi kelembapan <i>Thermo-Hygrometer</i> dan sensor DHT11	25
Tabel 3.4 Data akusisi laju aliran air	25
Tabel 4.1 Hasil Uji Reliabilitas	34
Tabel 4.2 Uji Normalitas dengan uji <i>kolmogorov-smirnov</i>	34
Tabel 4.3 Perhitungan $\sum X_i$ dan $\sum X_i^2$	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Akurasi vs Presisi	7
Gambar 2.2 Konsep Arduino	10
Gambar 2.3 Konfigurasi Kaki Sensor DS18B20	11
Gambar 2.4 <i>Water Flow Sensor</i>	12
Gambar 2.5 Susunan Pin Sensor DHT11	13
Gambar 2.6 <i>Range &amp; Approach</i> Temperatur <i>Cooling Tower</i>	14
Gambar 2.7 Prinsip Kerja <i>Cooling Tower</i>	15
Gambar 3.1 <i>Cooling Tower</i>	17
Gambar 3.2 Komputer	17
Gambar 3.3 Mesin Bor Tangan	18
Gambar 3.4 Tang Pengupas Kabel	18
Gambar 3.5 Arduino Uno	18
Gambar 3.6 Box Arduino	19
Gambar 3.7 Kabel Pelangi	19
Gambar 3.8 Terminal Blok 3 Pin	19
Gambar 3.9 Sensor DHT11	20
Gambar 3.10 Sensor DS18B20	20
Gambar 3.11 <i>Thermo-Hygrometer</i>	20
Gambar 3.12 Termometer Air Raksa	21
Gambar 3.13 Papan PCB	21
Gambar 3.14 Bagan Alir	22
Gambar 3.15 Skema Alat Penelitian	23
Gambar 4.1 Rangkaian sensor DS18B20	26
Gambar 4.2 Program Arduino	27
Gambar 4.3 Proses Merangkai Jalur Papan PCB	27
Gambar 4.4 Pemindahan <i>Layout</i> ke Papan PCB	28
Gambar 4.5 Pemasangan Sensor DS18B20 Pada Papan PCB	28
Gambar 4.6 Pemasangan Arduino Uno ke Papan PCB	29
Gambar 4.7 Pemasangan Kabel <i>Jumper</i>	29
Gambar 4.8 Pemasangan Rangkaian <i>Instrument</i> Pada <i>Wet Cooling Tower</i>	30
Gambar 4.9 Pemasangan Sensor DS18B20 Pada <i>Wet Cooling Tower</i>	30
Gambar 4.10 Letak Sensor di setiap <i>Fill</i> , (a) sensor satu dua, (b) sensor tiga empat, (c) sensor lima enam, (d) sensor tujuh delapan, (e) sensor sembilan sepuluh, (f) sensor sebelas duabelas, (g) sensor tigabelas	32
Gambar 4.11 Suhu Air Pengujian	32
Gambar 4.12 Pengujian Data	33

## DAFTAR NOTASI

$r_{xy}$	= Koefisien korelasi antara X dan Y
$n$	= Jumlah Data
$X$	= Skor masing-masing pernyataan dari tiap responden
$Y$	= Skor total semua pernyataan dari tiap responden
$k$	= jumlah sensor
$p_i q_i$	= varians skor butir
$p_i$	= proporsi jawaban yang benar untuk nomor i
$q_i$	= proporsi jawaban yang salah untuk nomor i
$S_t^2$	= varians skor total responden
$r_{ii}$	= koefisien reliabilitas.
$s_i^2$	= varians skor butir.
$D$	= penampang arus fluida
$V$	= kecepatan fluida
$\rho$	= kerapatan fluida
$\mu$	= kecepatan absolute fluida
$\pi$	= Nilai konstan yang ditulis hingga 4 desimal $\pi = 3,1416$
$e$	= Bilangan konstan, bila ditulis hingga 4 desimal, $e = 2,7183$
$\mu$	= Parameter, merupakan rata-rata untuk distribusi
$\sigma$	= Parameter, merupakan simpangan baku untuk distribusi
$T1$	= Sensor 1
$T3$	= Sensor 2
$T4$	= Sensor 3
$T5$	= Sensor 4
$T6$	= Sensor 5
$T7$	= Sensor 6
$T8$	= Sensor 7
$T9$	= Sensor 8
$T10$	= Sensor 9
$T11$	= Sensor 10
$T12$	= Sensor 11
$T13$	= Sensor 12
$X$	= Data Sensor T1
$Std$	= Standar Deviasi
$\bar{X}$	= Nilai Rata-rata
$\bar{S}$	= Ketidakpastian
$\sum X_i$	= Jumlah Nilai Rata-rata
$X_i$	= Nilai Rata-rata dari tabel pada Lampiran 1
$\sum \sigma b^2$	= jumlah varians
$\sigma t^2$	= varians total

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Cooling tower* atau menara pendingin merupakan peralatan yang digunakan untuk menurunkan suhu aliran air dengan cara mengekstraksi panas dari air dan mengemisikan panas ke atmosfer (Ahyadi & Aldy, 2019). *Cooling tower* banyak digunakan di industri ataupun pembangkit listrik seperti PLTU untuk sistem pendinginan air. Air panas yang berasal dari kondensor akan dipompakan menuju bagian atas *cooling tower*, kemudian air tersebut akan disemprotkan melalui pipa-pipa nozel, sehingga menjadi butiran-butiran kecil yang kemudian jatuh kebawah dan saling bersentuhan dengan angin yang ditarik oleh fan *cooling tower* sehingga terjadinya pertukaran panas antara air dengan udara. *Cooling tower*, merupakan alat bantu pendukung dalam hal untuk mendinginkan air yaitu dengan memanfaatkan udara lingkungan sekitar sebagai media untuk mendinginkan air. (Rahman & Mursadin, 2022)

Menara pendingin basah (*Wet Cooling Tower*) memiliki sistem penyalur air panas yang disemprotkan secara merata ke kisi-kisi, lubang-lubang pada sisi lubang lubang horizontal menara yang disebut isian (*fill*). Udara masuk dari luar menara melalui kisi-kisi yang berbentuk celah-celah horizontal yang terpancang pada sisi menara, celah ini biasanya mengarah miring ke bawah supaya air tidak keluar. (Irawan, 2022)

Akusisi data adalah proses perubahan data dari sensor menjadi sinyal-sinyal listrik yang kemudian dikonversi menjadi bentuk digital yang digunakan untuk pemrosesan dan analisis oleh komputer. Mikrokontroler Arduino Uno menjadi basis dalam pembuatan rancang bangun sistem akusisi data ini. Arduino merupakan sebuah platform physical computing yang bersifat open source. Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri yang mirip dengan bahasa C. program yang ditulis dalam bahasa C pada suatu komputer dapat dijalankan pada komputer lainnya. (Yant et al., 2014)

Dari uraian diatas maka saya mencoba melakukan penelitian sebagai tugas akhir saya yang berjudul “Rancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja *WCT (Wet Cooling Tower)* Menggunakan *Perforated Splash Fill*”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Cara Merancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja *WCT (Wet Cooling Tower)* Menggunakan *Perforated Splash Fill* ?

## 1.3 Ruang Lingkup

Untuk dapat melakukan pembahasan secara lebih terarah dan sistematis serta mudah dalam pemahaman, maka penelitian ini diberikan Batasan-batasan, diantaranya:

1. Penggunaan alat ukur suhu pada *WCT (Wet Cooling Tower)*.
2. Menggunakan sensor DS18B20, DHT11, *Water Flow sensor*, berbasis Arduino.
3. Penggunaan Arduino Uno pada instrumen pengukuran suhu *Wet Cooling Tower*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

### 1.4.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari tugas akhir ini adalah merancang dan membangun data akusisi pada penelitian terhadap kinerja *WCT (Wet Cooling Tower)*.

### 1.4.2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari data pengujian *cooling tower* ini adalah :

1. Untuk menganalisa statistik validitas dan reliabilitas dari data suhu air
2. Untuk menganalisa statistik normalitas dari data suhu air
3. Untuk menganalisa statistik ketidakpastian (*uncertainty*) dari data suhu air

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Memudahkan para pengguna untuk mendapatkan data percobaan atau pengujian akurat, cepat dan *realtime* (setiap saat)
- b. Merupakan salah satu bekal mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh.
- c. Penelitian ini dapat menjadi bahan referensi bagi penelitian selanjutnya terutama yang berkaitan dengan rancang bangun data akuisisi pada penelitian terhadap kinerja wct (*wet cooling tower*) menggunakan *perforated splash fill*.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Akuisisi Data

Akuisisi data atau biasa dikenal *Data Acquisition Sistem* (DAS) merupakan sistem instrumentasi elektronik terdiri dari sejumlah elemen yang secara bersama-sama bertujuan melakukan pengukuran, menyimpan, dan mengolah hasil pengukuran. Secara aktual DAS berupa interface antara lingkungan analog dengan lingkungan digital. Lingkungan analog meliputi transduser dan pengondisian sinyal dengan segala kelengkapannya, sedangkan lingkungan digital meliputi *analog to digital converter* (ADC) dan selanjutnya pemrosesan digital yang dilakukan oleh mikroprosesor atau sistem berbasis mikroprosesor. Komputer yang digunakan untuk sistem akuisisi data dapat mempengaruhi kecepatan akuisisi data. Tipe-tipe transfer data yang tersedia pada komputer yang bersangkutan mempengaruhi kinerja dari sistem akuisisi data secara keseluruhan. *Direct memory access* (DMA) yang merupakan alat pengendali khusus yang disediakan untuk memungkinkan transfer blok data langsung antar perangkat eksternal dan memori utama tanpa intervensi terus menerus dari prosesor, dengan penggunaan DMA ini mampu meningkatkan unjuk kerja melalui penggunaan perangkat keras terdedikasi (khusus) untuk mentransfer data langsung ke memori, sehingga prosesor bisa bebas mengerjakan tugas lain. (Kusanto & Indriawati, 2015)

### 2.2 Ketidakpastian (*Uncertainty*)

Ketidakpastian atau *uncertainty* sering diartikan dengan keadaan di mana ada beberapa kemungkinan kejadian dan setiap kejadian akan menyebabkan hasil yang berbeda. Tetapi, tingkat kemungkinan atau probabilitas kejadian itu sendiri tidak diketahui secara kuantitatif. Kata ketidakpastian berarti suatu keraguan, dan dengan demikian pengertian ketidakpastian dalam arti yang luas adalah suatu pengukuran dimana validitas dan ketepatan hasilnya masih diragukan. Dengan demikian, ketidakpastian itu disebabkan karena pengetahuan yang tidak sempurna (*imperfect knowledge*) dari manusia. (Suryanto, n.d.)



Beberapa pernyataan numerik yang tepat: Maria memiliki 3 saudara laki-laki, dan  $2 + 2 = 4$ . Namun, semua pengukuran mempunyai tingkat ketidakpastian yang mungkin berasal dari berbagai sumber. Proses mengevaluasi ketidakpastian yang terkait dengan hasil pengukuran sering disebut analisis ketidakpastian atau kadang-kadang analisis kesalahan.

Ketika kita melakukan pengukuran dengan metode yang berbeda, atau bahkan ketika melakukan beberapa pengukuran menggunakan metode yang sama, kita mungkin memperoleh hasil yang sedikit berbeda. Jadi, Cara paling umum untuk menunjukkan rentang nilai yang mencakup nilai sebenarnya adalah: (Measurement and Uncertainty Analysis Guide, n.d.)

$$\text{Pengukuran} = (\text{Perkiraan Terbaik} \pm \text{Ketidakpastian}) \text{ satuan}$$

### 2.2.1 Akurasi (*Accuracy*)

Kedekatan kesepakatan antara nilai yang disebutkan dengan nilai yang benar atau diterima. Kesalahan pengukuran adalah besarnya ketidakakuratan. Akurasi mengasumsikan bahwa ada nilai “benar” yang ideal, dan menunjukkan seberapa jauh jawaban Anda berasal dari jawaban “benar” tersebut. Konsep-konsep ini secara langsung berkaitan dengan ketidakpastian pengukuran acak dan sistematis. (Measurement and Uncertainty Analysis Guide, n.d.)

Akurasi sering kali dilaporkan secara kuantitatif dengan menggunakan kesalahan relatif:

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{\text{Nilai Terukur} - \text{Nilai yang diharapkan}}{\text{Nilai yang diharapkan}}$$

Jika nilai yang diharapkan untuk  $m$  adalah 80,0g, maka kesalahan relatifnya adalah:

$$\frac{75.5 - 80.0}{80.0} = -0.056 = -5.6\%$$

### 2.2.2 Presisi (*Precision*)

Ukuran seberapa baik hasil dapat ditentukan (tanpa mengacu pada nilai teoritis atau sebenarnya). Ini adalah tingkat konsistensi dan kesepakatan antara pengukuran independen dari kuantitas yang sama juga keandalan atau reproduktifitas hasil. Presisi menunjukkan kualitas pengukuran, tanpa jaminan bahwa pengukuran tersebut “benar”. Presisi sering kali dilaporkan secara kuantitatif dengan menggunakan ketidakpastian relatif atau pecahan: (*Measurement and Uncertainty Analysis Guide*, n.d.)

$$\text{Ketidakpastian Relatif} = \frac{\text{Ketidakpastian}}{\text{Kuantitas yang diukur}}$$

### 2.3 Validitas

Validitas adalah tingkat keandalan dan kesahihan alat ukur yang digunakan. Instrumen dikatakan valid berarti menunjukkan alat ukur yang dipergunakan untuk mendapat data itu valid atau dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Untuk mengukur validitas digunakan rumus yang dikemukakan oleh *Pearson* yang dikenal dengan rumus korelasi *product*

$$r_{xy} = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (2.1)$$

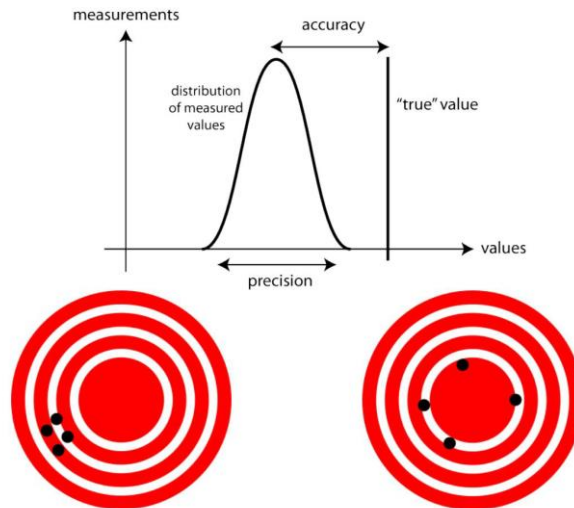
Keterangan :

$r_{xy}$  = Koefisien korelasi antara X dan Y n = Jumlah Responden

X = Skor masing-masing pernyataan dari tiap responden

Y = Skor total semua pernyataan dari tiap responden

Dalam rangka uji validitas kuesioner kriteria pengujian, apabila  $r_{hitung} > r_{tabel}$ , dengan taraf signifikansi 0,05 dan  $df = n-2$ , maka alat ukur dinyatakan valid dan sebaliknya jika  $r_{hitung} < r_{tabel}$  maka item pertanyaan tersebut tidak valid. Petanyaan yang tidak valid tidak akan disertakan pada pengolahan data selanjutnya. (Tim bidang kajian kebijakan dan inovasi administrasi negara, 2018)



Gambar 2.1 Akurasi vs Presisi(Buku *Processing Data Penelitian Menggunakan SPSS*, 2018)

#### 2.4 Reliabilitas (*Reliability*)

Uji untuk memastikan apakah kuesioner penelitian yang akan dipergunakan untuk mengumpulkan data variable penelitian reliable atau tidak. Kuesioner dikatakan reliabel jika kuesioner tersebut dilakukan pengukuran ulang, maka akan mendapatkan hasil yang sama.(Tim bidang kajian kebijakan dan inovasi administrasi negara, 2018)

Jika terhadap bagian obyek ukur yang sama, hasil ukur melalui butir yang satu kontradiksi atau tidak konsisten dengan hasil ukur melalui butir yang lain maka pengukuran dengan tes (alat ukur) sebagai suatu kesatuan itu tidak dapat dipercaya. Dengan kata lain tidak reliabel dan tidak dapat digunakan untuk mengungkap ciri atau keadaan yang sesungguhnya dari obyek ukur. Kalau hasil pengukuran pada bagian obyek ukur yang sama antara butir yang satu dengan butir yang lain saling kontradiksi atau tidak konsisten maka kita jangan menyalahkan obyek ukur, melainkan alat ukur (tes) yang dipersalahkan dengan mengatakan bahwa tes tersebut tidak reliabel terhadap obyek yang diukur.

Koefisien reliabilitas konsistensi gabungan butir untuk skor butir dikotomi dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Kuder-Richardson* yang dikenal dengan nama KR-20 dengan rumus:(Matondang, 2009)

$$KR - 20 = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right) \quad (2.2)$$

Keterangan:

$k$  = cacah butir

$p_i q_i$  = varians skor butir

$p_i$  = proporsi jawaban yang benar untuk nomor  $i$

$q_i$  = proporsi jawaban yang salah untuk nomor  $i$

$S_t^2$  = varians skor total responden

Koefisien reliabilitas gabungan butir untuk skor butir politomi, maka koefisien reliabilitas dihitung menggunakan koefisien Alpha dengan rumus:

$$r_{ii} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (2.3)$$

Keterangan:

$r_{ii}$  = koefisien reliabilitas.

$k$  = cacah butir.

$s_i^2$  = varians skor butir.

$s_t^2$  = varians skor total responden.

Interpretasi terhadap koefisien reliabilitas merupakan intepretasi relatif, artinya tidak ada batasan mutlak yang menunjukkan berapa angka koefisien minimal yang harus dicapai agar suatu pengukuran dapat disebut reliabel. Namun, memberikan informasi tentang hubungan varians skor teramati dengan varians skor sejati kelompok individu. Misalnya, diperoleh koefisien reliabilitas sama dengan 0,87. Koefisien reliabilitas ini dapat diartikan bahwa 87% varians skor teramati diakibatkan oleh varians skor sejati kelompok individu, dan korelasi antara skor teramati dan skor sejati sama dengan 0,87 atau 0,93.(Matondang, 2009)

## 2.5 Distribusi Normal

Distribusi Normal adalah distribusi dengan variabel acak kontinu, sehingga perhitungan probabilitasnya dilakukan dengan menentukan luas daerah di bawah

kurva. Distribusi Normal merupakan distribusi yang simetris dan berbentuk genta atau lonceng. Kurva Distribusi Normal dipengaruhi oleh nilai harapan dan variansi. Makin besar variansinya maka bentuk kurva normalnya semakin rendah dan distribusinya semakin lebar. Hal ini disebabkan karena luas di bawah kurva fungsi densitas harus sama dengan satu. (Turyadi et al., 2013)

Distribusi normal merupakan distribusi paling penting dalam bidang statistika. Banyak gejala yang muncul di alam, industri, dan penelitian yang dapat digambarkan dengan baik oleh kurva distribusi normal. Kurva distribusi normal ini berbentuk seperti lonceng atau genta, dan persamaannya pertama kali ditemukan tahun 1733 oleh Abraham *DeMoivre*. Distribusi ini disebut juga distribusi Gauss. (Didin Kusdian et al., 2005)

Persamaan distribusi normal ini adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\pi$  = Nilai konstan yang ditulis hingga 4 desimal  $\pi = 3,1416$

$e$  = Bilangan konstan, bila ditulis hingga 4 desimal,  $e = 2,7183$

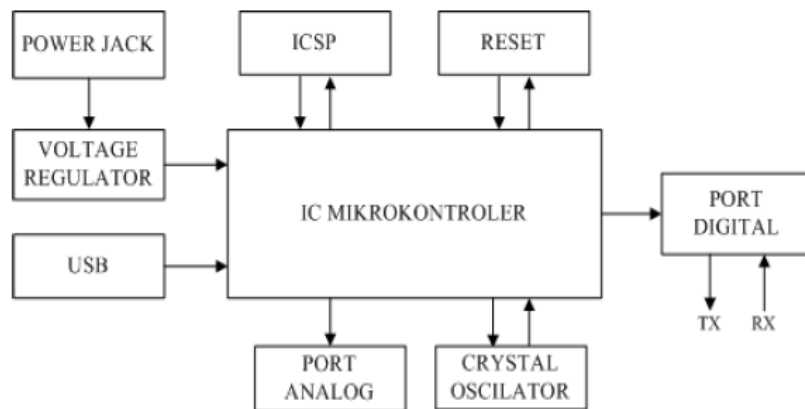
$\mu$  = Parameter, merupakan rata-rata untuk distribusi

$\sigma$  = Parameter, merupakan simpangan baku untuk distribusi

Uji normalitas yang digunakan adalah *test normality kolmogorov-smirnov*. Dasar penarikan kesimpulan yaitu apabila nilai probabilitas > dari 0,05 maka data tersebut berdistribusi normal tetapi apabila sebaliknya maka data tidak berdistribusi normal. (Suwarsa & Rahmadani Hasibuan, 2021)

## 2.6 Mikrokontrol Arduino

Arduino adalah mikrokontroler papan tunggal, sumber terbuka yang berasal dari platform pengkabelan, yang dirancang untuk memfasilitasi penggunaan elektronik di berbagai bidang perangkat keras yang memiliki prosesor *Atmel AVR* dan pada perangkat lunaknya terdapat program sendiri. dasarkan mikrokontroler pada ATmega328. Arduino Uno terdiri dari mikrokontroler dan sejumlah input/output (I/O) Bagian-bagian di Arduino Uno yang perlu diketahui dapat dilihat pada gambar 2.2 (Santoso & Wijayanto, 2022)



Gambar 2.2 Konsep Arduino (Santoso & Wijayanto, 2022)

Sistem pemantauan real-time dibuat dengan menggunakan data akuisisi *PLX-DAQ Excel Macro, Excel PLX-DAQ* telah digunakan untuk akuisisi data dari mikrokontroler Arduino ke *Excel Spreadsheet*. Dimana datanya dapat diperoleh secara langsung secara *real time* ke dalam Microsoft Excel.(Murfianah et al., 2021)

## 2.7 Sensor

Sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversi suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Suhu adalah salah satu gejala alam yang diukur dalam sebuah system kontrol. Ada beberapa metode yang digunakan untuk membuat sensor ini, salah satunya dengan cara menggunakan material yang berubah hambatannya terhadap arus listrik sesuai dengan suhunya. Sensor merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis.(Kaleka, 2017)

### 2.7.1 Sensor Suhu DS18B20

Merupakan suatu komponen yang dapat mengkonversi perubahan temperature lingkungan menjadi besaran listrik. Sensor tersebut berkomunikasi dengan mikrokontroler melewati sensor digital yang menggunakan 1 *wire*. Kode serial yang dimiliki tipe sensor ini memiliki keunikan yaitu masing-masing sensor mempunyai kode serial yang membolehkan untuk menggunakan DS18B20 lebih dari satu pada satu komunikasi 1 *wire*. Dallas Semikonduktor adalah orang yang

menciptakan sensor suhu digital DS18B20. Sensor suhu DS18B20 menetapkan protokol 1 *wire* komunikasi untuk pembacaan suhu. Ketelitian sensor ini mampu membaca 9-12 bit. Kaki-kaki DS18B20 dapat dilihat pada gambar 2.3

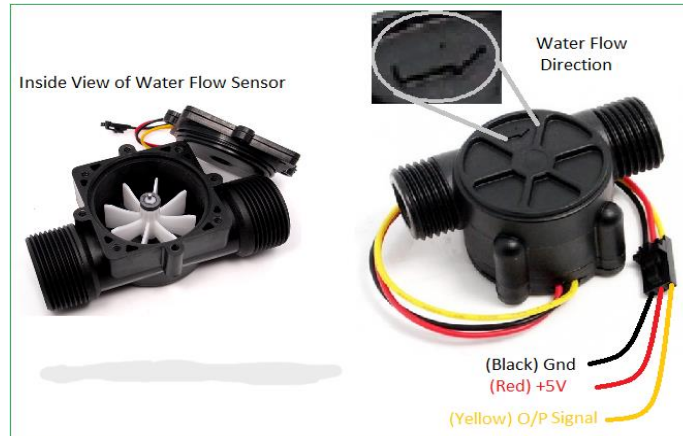


Gambar 2.3 Konfigurasi Kaki Sensor DS18B20 (Huda & Kurniawan, 2022)

DS18B20 memiliki 3 pin kaki yang terdiri dari *vcc*, *ground* dan data input/output. *vcc* sendiri berfungsi sebagai tegangan sumber. Tegangan yang dimiliki sensor DS18B20 sebesar 3V-5,5V namun *vcc* memberikan tegangan kepada mikrokontroler sebesar 5V karena tegangan mikrokontroler memiliki tegangan 5V. Kaki *ground* dihubungkan dengan *ground* pada rangkaian.(Huda & Kurniawan, 2022)

### 2.7.2 Water Flow Sensor

*Water Flow Sensor* adalah sensor yang mendeteksi aliran air yang melewati sensor tersebut. Sensor ini terdiri dari tubuh kutub *plastic*, rotor air, dan *sensor hall-effect*. Ketika air mengalir melewati rotor, rotor akan berputar. Kecepatan putaran ini akan tergantung dengan kecepatan atau besarnya aliran air yang melewati sensor tersebut. Sensor ini tidak akan menghasilkan tegangan apabila belum dialiri air atau belum bekerja dan baru akan menghasilkan tegangan ketika sensor telah dialiri air. *Sensor hall-effect* yang terdapat dalam *Water Flow Sensor* tersebut akan mengeluarkan *output* pulsa sesuai dengan besarnya aliran air. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan sinyal (SIG) selain jalur 5V dan *Ground*.



Gambar 2.4 *Water Flow Sensor* (Munthe & Hutabarat, 2023)

Jenis fluida yang melewati atau diukur oleh water flow sensor dapat beberapa macam serta spesifikasi seperti cairan, gas maupun solid, air limbah, susu, cairan kimia, oli, minyak dan lain sebagainya. Pada *sensor Flow Meter* tidak sedikit digunakan untuk mengukur karakter aliran baik berupa kecepatan aliran air, kapasitas aliran, maupun volumenya atau dapat juga dihitung massa *flow* yang berupa berat fluida. Pada pengukuran aliran yang digunakan adalah pengukuran tekanan diferensial, karna pada prinsipnya beda luas penampang melintang dari aliran dikurangi dengan yang mengakibatkan naiknya kecepatan aliran air. Apabila air bergerak melewati penghantar pipa yang sejajar dengan kecepatan rendah, maka Gerakan partikel biasanya sejajar disepanjang garis pada pipa. Kecepatan tiba-tiba dimana perubahan terjadi dinamai kecepatan kritis dan aliran dengan tingkat kecepatan yang tinggi disebut turbulen, sedangkan pada kelajuan yang lebih rendah disebut laminar. Pada kecepatan kritis disebut dengan angka *Reynold* dan ditulis tanpa dimensi dengan : (Munthe & Hutabarat, 2023)

$$RD = \frac{D \cdot \rho \cdot V}{\mu} \quad (2.5)$$

Dimana :

D = penampang arus fluida

V = kecepatan fluida

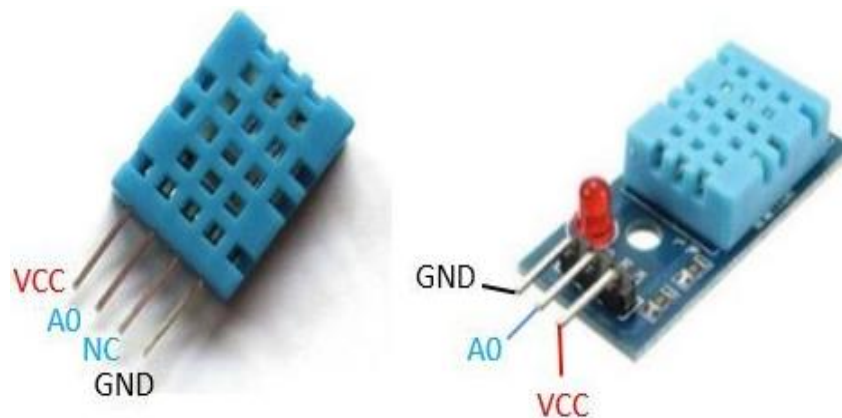
$\rho$  = kerapatan fluida

$\mu$  = kecepatan absolute fluida



### 2.7.3 Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah modul sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi. Berikut adalah susunan pin sensor DHT11 yang disajikan pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Susunan Pin Sensor DHT11 (Rangan et al., 2020)

Sensor DHT11 memiliki 2 versi, yaitu versi 4 pin dan versi 3 pin. Tidak ada perbedaan karakteristik dari 2 versi ini. Pada versi 4 pin, Pin 1 adalah tegangan sumber, berkisar antara 3V sampai 5V. Pin 2 adalah data keluaran (*output*). Pin ke 3 adalah pin NC (*normally close*) alias tidak digunakan dan pin ke 4 adalah *Ground*. Sedangkan pada versi 3 kaki, pin 1 adalah VCC antara 3V sampai 5V, pin 2 adalah data keluaran dan pin 3 adalah *Ground*.(Rangan et al., 2020)

## 2.8 Cooling Tower

*Cooling Tower* atau menara pendingin didefinisikan sebagai alat penukar kalor yang fluida kerjanya adalah udara dan air yang berfungsi mendinginkan air dengan mengontakannya keudara sehingga menguapkan sebagian kecil dari air tersebut. Dalam kebanyakan menara pendingin yang melayani system refrigerasi dan penyamanan-udara, menggunakan satu atau lebih kipas propeler untuk menggerakkan udara secara vertikal keatas atau horizontal melintasi menara. Prestasi

menara pendingin biasanya dinyatakan dalam *range* dan *approach* seperti yang terlihat pada gambar.(Handoyo, 2015)



Gambar 2.6 *Range & Approach* Temperatur *Cooling Tower* (Handoyo, 2015)

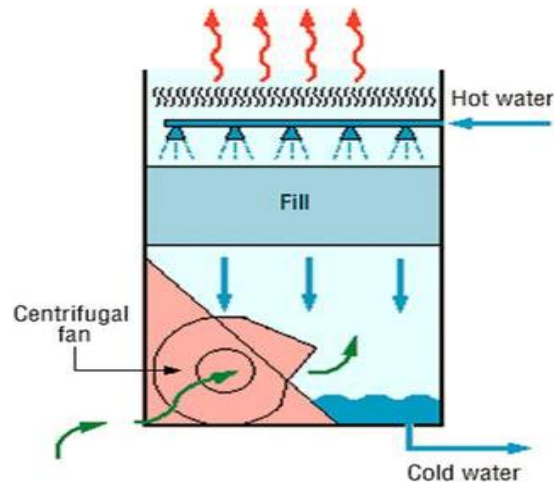
*Range* adalah pengurangan suhu air yang melalui menara pendingin sedangkan *approach* adalah selisih antar suhu bola basah (*wet bulb*) yang masuk dan suhu air yang keluar. Suhu pada umumnya diukur menggunakan termometer biasa yang sering dikenal seperti suhu bola-basah (*wet bulb*) dan suhu bola-kering (*dry bulb*) adalah suhu yang bolanya di beri kasa basah, jika air menguap dari kasa dan bacaan suhu pada termometer menjadi rendah daripada suhu bola-kering. Saat kelembaban tinggi, penguapan akan berlangsung lambat dan suhu bola-basah (*Twb*) identik dengan suhu bola-kering (*Tdb*).

## 2.9 Fungsi *Cooling Tower*

Fungsi dari *cooling tower* yaitu mengambil panas dari air yang berasal dari kondensor, kemudian panas tadi akan dibawa oleh udara yang ditarik oleh *fan cooling tower* menuju ke atas sehingga udara tersebut akan memiliki temperatur yang lebih panas dari sebelumnya, kemudian air tadi akan memiliki temperatur yang lebih rendah dibandingkan sebelumnya yaitu dari temperatur awal 45°C -50°C menjadi air yang bertemperatur lebih rendah yaitu 30°C – 25°C. Naik dan turunnya temperatur air dipengaruhi oleh kinerja *cooling tower* dan juga lingkungan sekitar *cooling tower*.(Rahman & Mursadin, 2022)

## 2.10 Prinsip Kerja *Cooling Tower*

*Cooling tower* bekerja berdasarkan pada pelepasan kalor dan perpindahan kalor. Dalam Menara pendingin, perpindahan kalor berlangsung dari air ke udara. Menara pendingin menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer. Sehingga air yang tersisa didinginkan secara signifikan. (Triyansah & Witanto, 2020)



Gambar 2.7 Prinsip Kerja *Cooling Tower* (Triyansah & Witanto, 2020)

Memompa air panas dari kondensor menuju menara *cooling tower* melalui sistem pemipaan yang pada ujungnya memiliki banyak *nozzle* untuk tahap semburan (*spraying*). Air panas yang keluar dari *nozzle* (*spray*) secara langsung melakukan kontak dengan udara sekitar yang bergerak secara paksa karena pengaruh fan dan tertahan sementara karena air di hambat oleh *fill* yang terpasang pada *cooling tower*. (Triyansah & Witanto, 2020)

Perforasi adalah rasio mencerminkan seberapa banyak luas lubang yang menempati luasan pada sebuah pelat, yang dinyatakan dalam persen. (Umurani et al., 2023).

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat dilaksanakannya pengujian Data Akusisi dilakukan dilaboratorium Fenomena Dasar Mesin Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan Penelitian dan pengujian telah dilakukan sejak tanggal pengesahan usulan judul penelitian oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■					
2	Perancangan sistem data akusisi		■				
3	Pembuatan alat bangun data akusisi			■	■		
4	Pengujian dan kalibrasi instrument / sensor				■	■	
5	Analisa Data					■	■
6	Penyelesaian Tulisan						■
7	Seminar Hasil						■
8	Sidang Sarjana						■

## 3.2 Bahan dan Alat

### 3.2.1 Alat Yang Digunakan

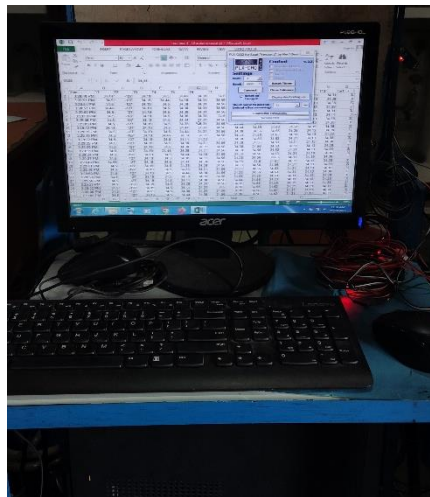
#### 1. *Cooling Tower*



Gambar 3.1 *Cooling Tower*

#### 2. Komputer

- a. *Processor* : *Intel Core i3*
- b. *Ram* : *3 GB DDR3*
- c. *Operasi sistem* : *Windows 7 ultimate 64-bit*



Gambar 3.2 *Komputer*

### 3. Mesin Bor Tangan

Digunakan untuk melubangi benda kerja



Gambar 3.3 Mesin Bor Tangan

### 4. Tang Pengupas Kabel

Alat yang digunakan untuk mengupas dan memotong kabel.



Gambar 3.4 Tang Pengupas Kabel

### 3.2.2 Bahan Yang Digunakan

#### 1. *Arduino Uno*

Arduino digunakan untuk menghitung debit air, suhu dengan menggunakan sensor.

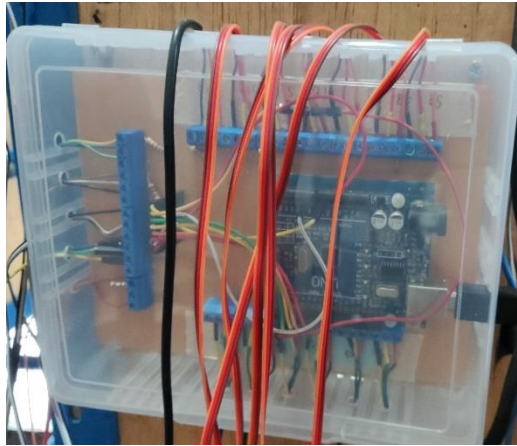


Gambar 3.5 Arduino Uno



## 2. Box Arduino

Untuk menyimpan Arduino dan papan PCB



Gambar 3.6 Box Arduino

## 3. Kabel Pelangi

Digunakan untuk menyambung kabel sensor DS18B20



Gambar 3.7 Kabel Pelangi

## 4. Terminal Blok 3 Pin

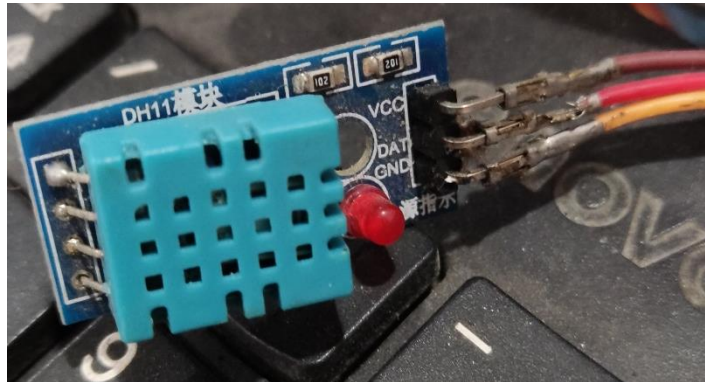
Digunakan untuk menata rangkaian listrik supaya lebih rapi



Gambar 3.8 Terminal Blok 3 Pin

### 5. Sensor DHT11

Untuk mengukur kelembaban ruangan menggunakan arduino



Gambar 3.9 Sensor DHT11

### 6. Sensor DS18B20

Digunakan untuk mengukur suhu air dengan arduino



Gambar 3.10 Sensor DS18B20

### 7. Thermo-Hygrometer

Digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban ruangan



Gambar 3.11 Thermo-Hygrometer



## 8. Termometer Air Raksa

Untuk mengukur suhu air secara manual



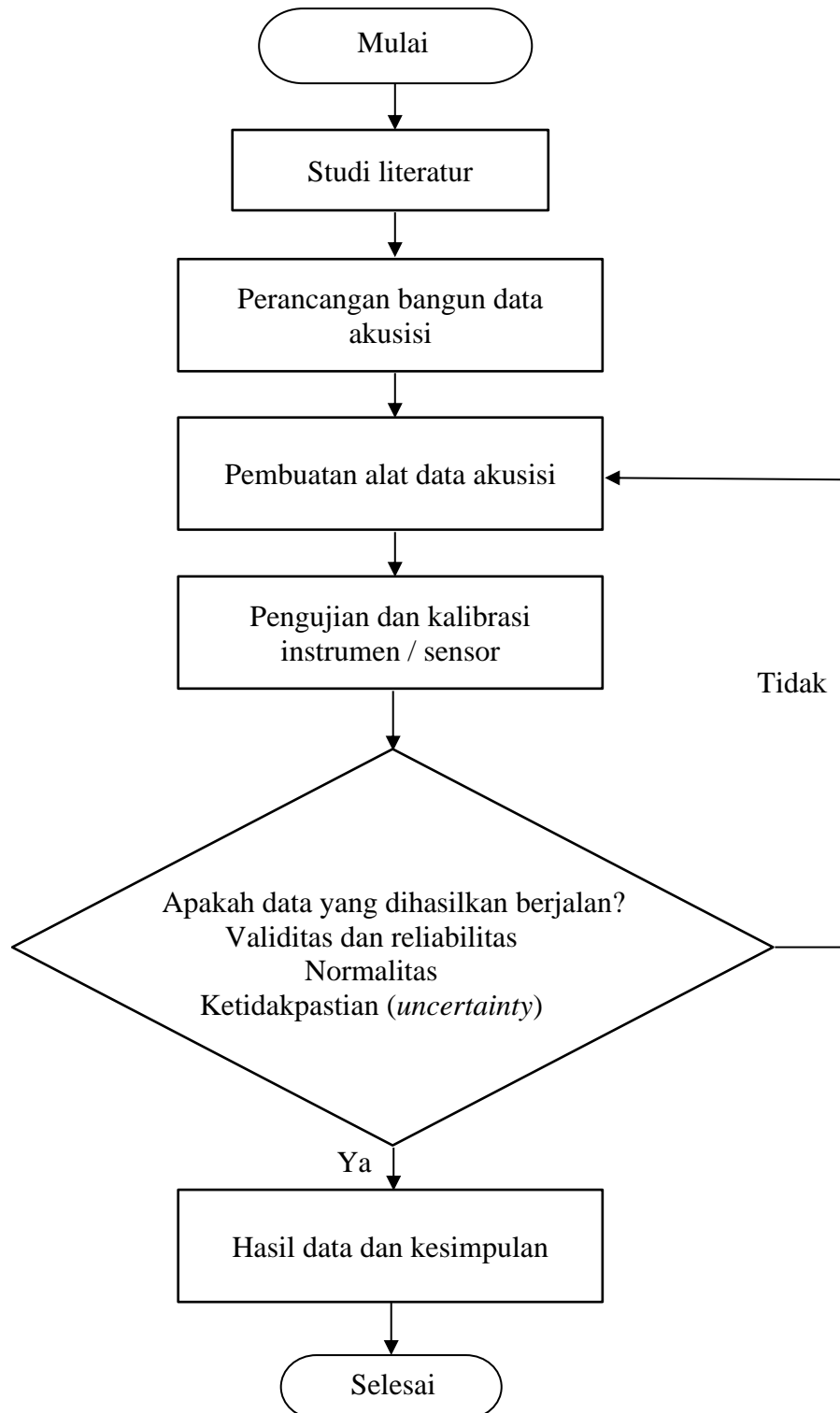
Gambar 3.12 Termometer Air Raksa

## 9. Papan PCB



Gambar 3.13 Papan PCB

### 3.3 Bagan Alir Penelitian

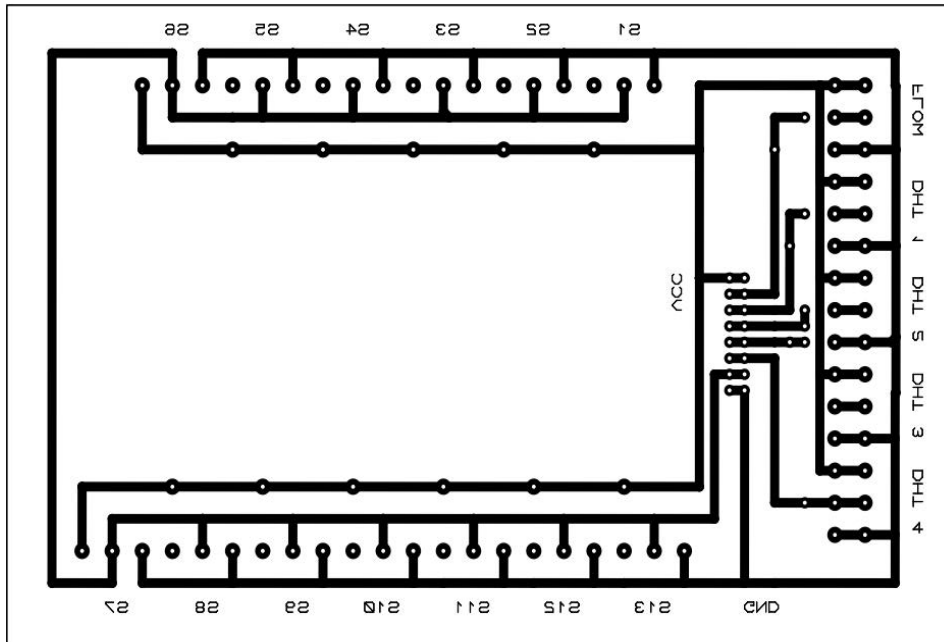


Gambar 3.14 Bagan Alir

### 3.4 Rancangan Alat Penelitian

Adapun perancangan alat penelitian yaitu:

1. Merancang Peletakkan Komponen sensor-sensor
2. Merancang jalur sirkuit menggunakan *software Proteus 8 Professional*



Gambar 3.15 Skema Alat Penelitian

Keterangan :

1. S1-S13 (Sensor DS18B20) sebanyak 13 unit
2. DHT 1-4 (Sensor DHT11) sebanyak 4 unit
3. Flow (*Water Flow Sensor*)

Memasang sensor dan wiring pada setiap terminal blok kemudian membuat program pada software Arduino lalu sensor di kalibrasi agar data yang dihasilkan sesuai setelah pengkalibrasian telah di lakukan maka bisa dilakukan pengujian yang dimana data dari hasil pengujian dapat dilihat pada Monitor pc sedangkan data dari penelitian dapat di tampilkan di *Software PLX DAQ*.

### 3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian antara lain yaitu:

1. Hidupkan komputer lalu hubungkan kabel usb Arduino
2. Celupkan semua sensor DS18B20 kedalam bak air

3. Pada komputer buka Aplikasi Arduino lihat pada menu *tools* dan lihat pada bagian *port*
4. Buka *software PLX DAQ* lalu sesuaikan *port* dengan yang ada pada aplikasi Arduino
5. Klik connect maka akan merekam data suhu yang dibaca oleh sensor dan disimpan kedalam data akusisi yaitu *PLX-DAQ*.
6. Analisis statistik meliputi :

- Validitas dan Reliabilitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan suatu data. Data dikatakan valid jika nilai R Hitung > R Tabel. Reliabilitas adalah keakuratan data dan ketepatan dari suatu alat ukur dalam suatu prosedur pengukuran. Data dikatakan reliabel jika nilai *cronbach's alpha* > 0.6.

$$r_i = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum \sigma b^2}{\sigma t^2}\right) \quad (2.6)$$

- Normalitas

Normalitas adalah sebuah uji yang dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut terdistribusi normal ataukah tidak. Data terdistribusi normal jika nilai signifikansi > 0.05.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2.7)$$

- Ketidakpastian (*Uncertainty*)

Ketidakpastian atau *Uncertainty* adalah suatu pengujian di mana ada beberapa kemungkinan pengujian, dan setiap pengujian akan memiliki hasil yang berbeda.

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{n-1}} \quad (2.8)$$

Tabel 3.2 Data akusisi suhu temperatur air raksa dan sensor DS18B20

No	Tem. Hg	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
1													
2													
3													
...													
n													

Tabel 3.3 Data akusisi kelembapan *Thermo-Hygrometer* dan sensor DHT11

No	RH analog	RHi1	RHi2	RHo1	RHo2
1					
2					
3					
...					
n					

Tabel 3.4 Data akusisi laju aliran air

No	Manual	Q
1		
2		
3		
...		
n		

## BAB 4

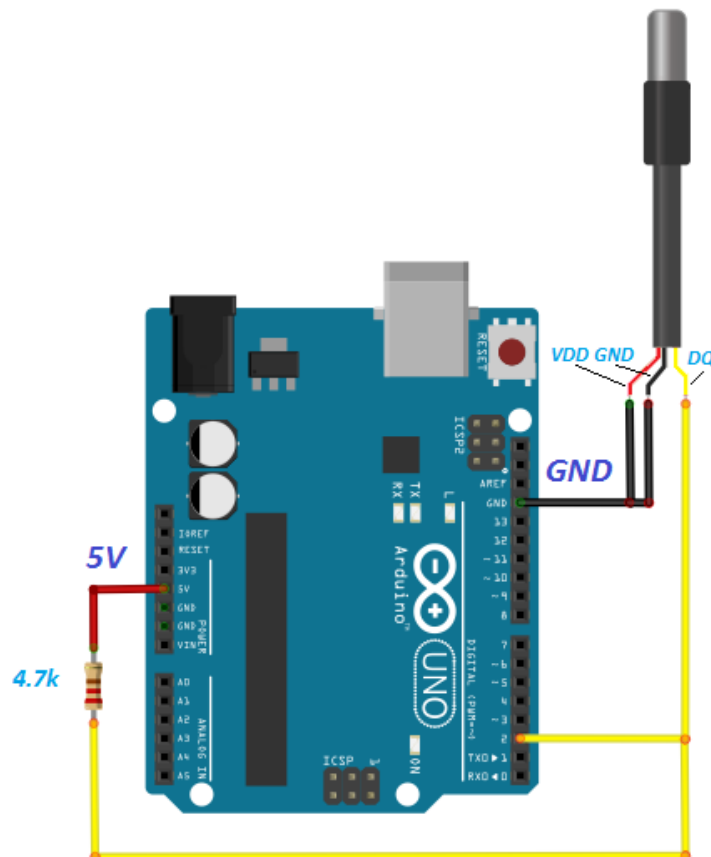
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Merancang Bangun Data Akuisisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja WCT (Wet Cooling Tower) Menggunakan *Perforated Splash Fill*.

##### 4.1.1. Merancang *Instrument* Pengukuran Suhu

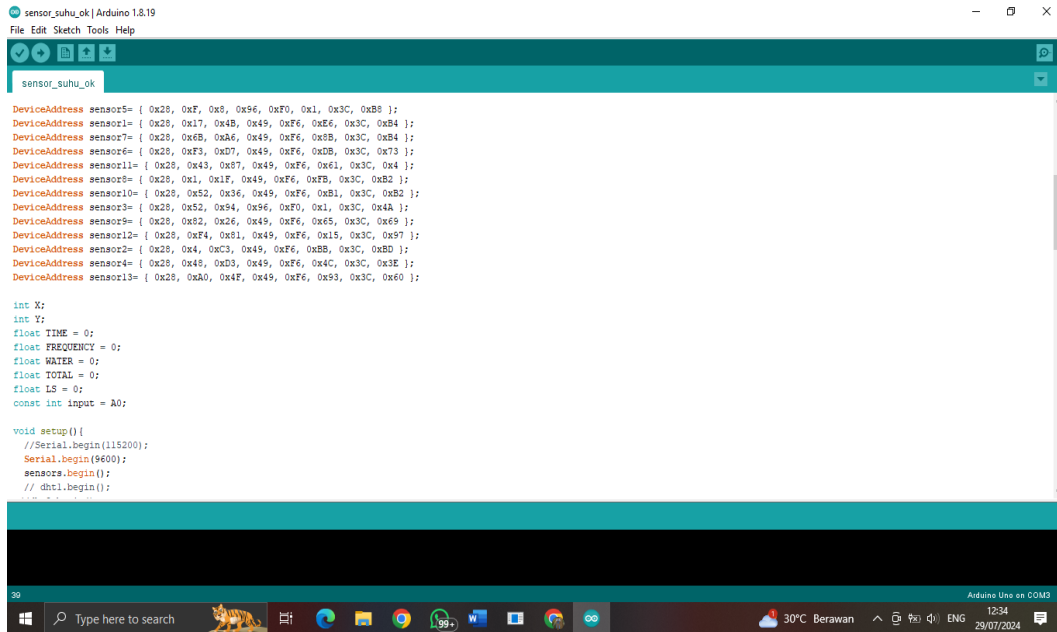
*Instrumen* pengukuran suhu terbentuk dari rangkaian sensor DS18B20 yang dihubungkan dengan Arduino UNO, lalu dibaca melalui *Software* Arduino. Sensor di pasang dari masuknya air hingga ketempat penampungan air lalu pengambilan data menggunakan komputer dan *Software Microsoft Excel* yang sudah tertaut dengan PLX-DAQ. Data suhu yang sudah diambil, kemudian di uji secara statistik menggunakan *software* SPSS. Ada beberapa jenis pengujian yang dilakukan, seperti uji validitas, reliabilitas, distribusi normal dan uji ketidakpastian (*uncertainty*)

#### 1. Rangkaian sensor DS18B20



Gambar 4.1 Rangkaian sensor DS18B20

## 2. Program sensor DS18B20 dengan Arduino UNO



```
sensor_suhu_ok | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

sensor_suhu_ok

DeviceAddress sensor5= { 0x28, 0xF, 0x8, 0x96, 0xF0, 0x1, 0x3C, 0xB8 };
DeviceAddress sensor1= { 0x28, 0x17, 0x4B, 0x49, 0xF6, 0xE6, 0x3C, 0xB4 };
DeviceAddress sensor7= { 0x28, 0xEB, 0xA6, 0x49, 0xF6, 0x2B, 0x3C, 0xB4 };
DeviceAddress sensor6= { 0x28, 0xF3, 0xD7, 0x49, 0xF6, 0x2B, 0x3C, 0xF3 };
DeviceAddress sensor11= { 0x28, 0x45, 0x97, 0x49, 0xF6, 0x61, 0x3C, 0x4 };
DeviceAddress sensor8= { 0x28, 0x1, 0x1F, 0x49, 0xF6, 0xFB, 0x3C, 0xB2 };
DeviceAddress sensor10= { 0x28, 0x52, 0x36, 0x49, 0xF6, 0xB1, 0x3C, 0xB2 };
DeviceAddress sensor3= { 0x28, 0x52, 0x94, 0x96, 0xF0, 0x1, 0x3C, 0x4A };
DeviceAddress sensor9= { 0x28, 0x52, 0x26, 0x49, 0xF6, 0x65, 0x3C, 0x69 };
DeviceAddress sensor12= { 0x28, 0xF4, 0x81, 0x49, 0xF6, 0x15, 0x3C, 0x97 };
DeviceAddress sensor2= { 0x28, 0x4, 0xC3, 0x49, 0xF6, 0x2B, 0x3C, 0xB0 };
DeviceAddress sensor4= { 0x28, 0x48, 0xD3, 0x49, 0xF6, 0x4C, 0x3C, 0x2E };
DeviceAddress sensor13= { 0x28, 0xA0, 0x4F, 0x49, 0xF6, 0x93, 0x3C, 0x60 };

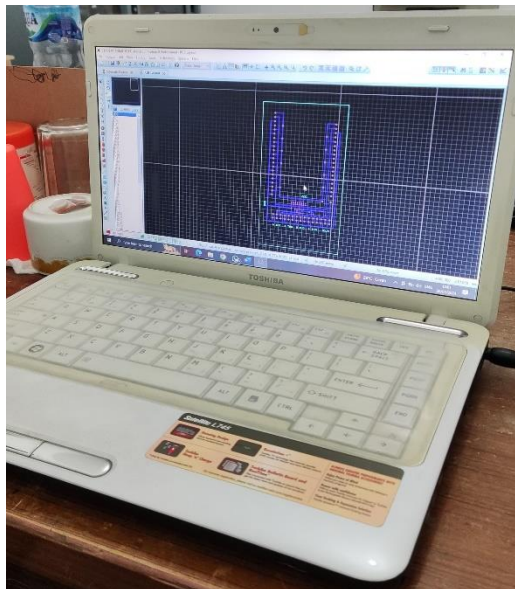
int X;
int Y;
float TIME = 0;
float FREQUENCY = 0;
float WATER = 0;
float TOTAL = 0;
float LS = 0;
const int input = A0;

void setup(){
  //Serial.begin(115200);
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin();
  // dht1.begin();
}
```

Gambar 4.2 Program Arduino

## 3. Proses Membuat Rangkaian Jalur Papan PCB

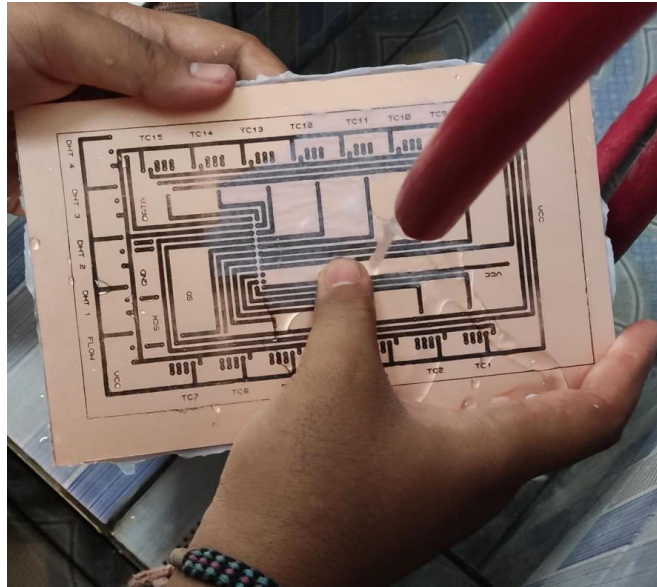
Proses membuat rangkaian jalur papan PCB ini menggunakan *software proteus* 8, dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Proses Merangkai Jalur Papan PCB

#### 4. Pemindahan Layout ke Papan PCB

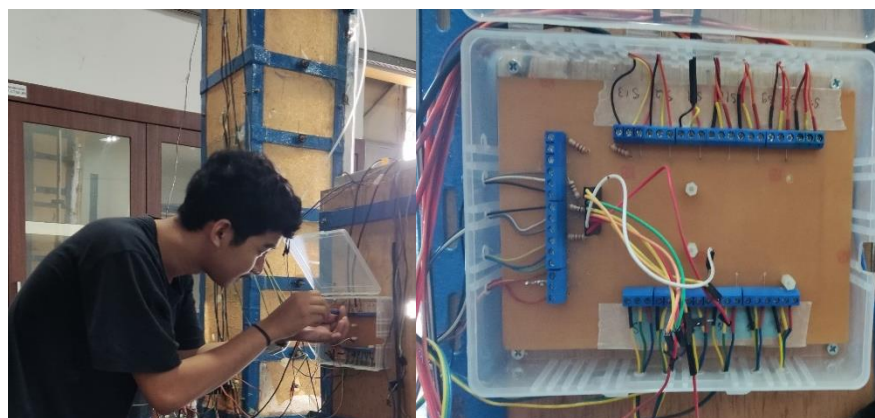
Memindahkan layout yang sudah diprint ke papan PCB, lalu mengoleskan cairan aseton untuk pemindahan tinta yang di kertas ke papan PCB, lalu gosok sekitar 10-15 menit. setelah menggosokkan layout ke PCB menggunakan cairan aseton cuci papan PCB dengan air secara perlahan, agar tinta tidak berantakan, kertas terkelupas dan tidak ada yang tersisa.



Gambar 4.4 Pemindahan *Layout* ke Papan PCB

#### 5. Pemasangan Sensor DS18B20 Pada Papan PCB

Pemasangan kabel sensor pada papan PCB sesuai dengan jalur yang sudah dibuat.



Gambar 4.5 Pemasangan Sensor DS18B20 Pada Papan PCB



## 6. Pemasangan Arduino Uno

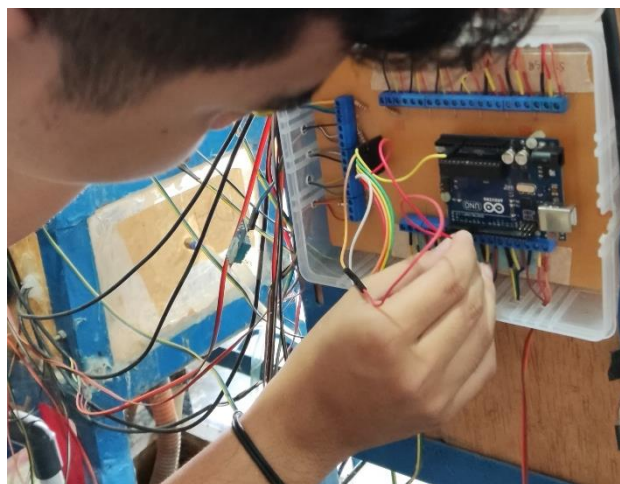
Pemasangan Arduino Uno dilakukan dengan menggunakan *spicer PCB plastic* sebagai dudukan, *spicer PCB* menggunakan bahan plastik agar tidak terjadinya *short* pada Arduino ke papan PCB.



Gambar 4.6 Pemasangan Arduino Uno ke Papan PCB

## 7. Pemasangan Kabel Jumper

Setelah Arduino Uno terpasang pada papan PCB lalu hubungkan Arduino Uno ke *pin header* menggunakan kabel jumper *male to male* sesuai pin yang sudah di buat di program.



Gambar 4.7 Pemasangan Kabel Jumper

#### 8. Pemasangan Rangkaian *Instrument* Pada *Cooling Tower*

Rangkaian dipasang dibalik meja komputer, dengan cara melubangi dinding dengan bor, dan pemasangan menggunakan baut.



Gambar 4.8 Pemasangan Rangkaian *Instrument* Pada *Wet Cooling Tower*

#### 9. Pemasangan Sensor DS18B20 Pada *Cooling Tower*

Sensor di pasang pada pipa air masuk dan di ikat pada setiap fill, dengan cara melubangi dinding *Wet Cooling Tower* menggunakan bor berukuran 8 mm untuk memasukan termokopel ke *Wet Cooling Tower* lalu ikat menggunakan kabel tie.

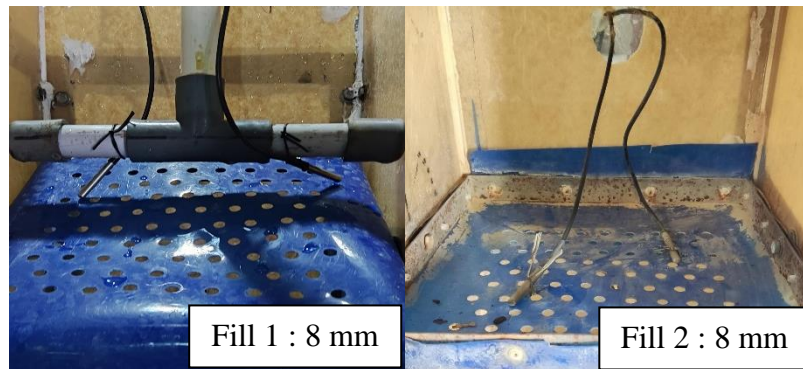


Gambar 4.9 Pemasangan Sensor DS18B20 Pada *Wet Cooling Tower*

Ukuran kabel sensor DS18B20 ada yang 2 meter untuk titik paling atas atau masuknya air, pada sensor masuknya air diusahakan mengenai air secara merata agar pada saat pembacaan suhu dapat terbaca dengan sempurna, ada 1.5 meter untuk di tengah *wet cooling tower* dan 1 meter untuk paling bawah *wet cooling tower*.

a. Letak Sensor Pada Setiap *Fill*

Sensor di letakkan dan di ikat menggunakan kabel tie pada lubang-lubang di setiap *fill* sesuai turunnya air.



(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

(f)



(g)

Gambar 4.10 Letak Sensor di setiap *Fill*, (a) sensor satu dua, (b) sensor tiga empat, (c) sensor lima enam, (d) sensor tujuh delapan, (e) sensor sembilan sepuluh, (f) sensor sebelas duabelas, (g) sensor tigabelas

## 4.2. Hasil Pengujian Data Suhu

### 4.2.1. Suhu Air

1. Air yang digunakan pada saat pengambilan data bersuhu sekitar 31°C.

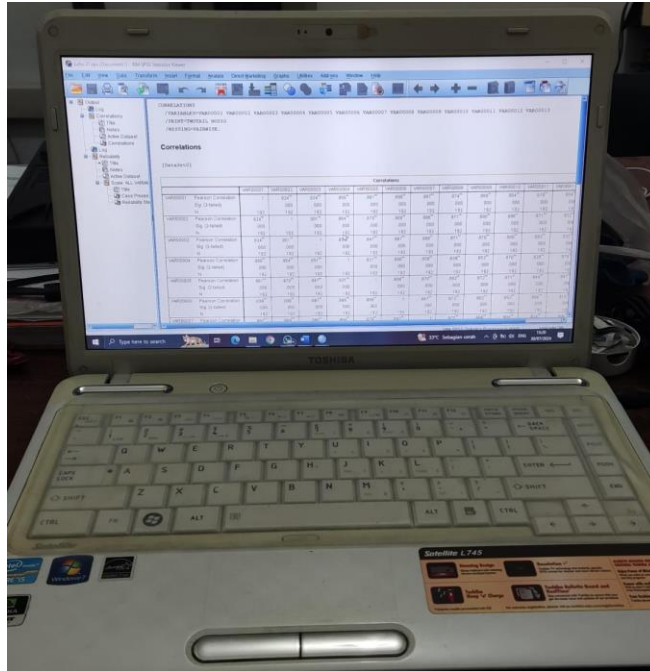


Gambar 4.11 Suhu Air Pengujian



#### 4.2.2 Pengujian Data

Hasil pengujian menggunakan *software* SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*). Pengujian yang dilakukan yaitu uji validitas, uji reliabilitas, uji normalitas.



Gambar 4.12 Pengujian Data

##### 1. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Hasil dari uji validitas bisa dilihat pada Lampiran 1.

$$r_i = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma b^2}{\sigma t^2} \right)$$

Ket : k = Jumlah Sensor

$\sum \sigma b^2$  = Jumlah Varians

$\sigma t^2$  = Varians Total

Varians adalah  $\frac{\text{JumlahSuhu}}{\text{JumlahData}}$  bisa dilihat pada lampiran 1 pada kolom T1

R hitung

Jika nilai *cronbach's alpha* > 0.6 maka berkesimpulan reliabel, dan jika nilai *cronbach's alpha* < 0.6 maka berkesimpulan tidak reliabel.

Tabel 4.1 Hasil Uji Reliabilitas

KRITERIA PENGUJIAN		
Nilai Acuan	Nilai Cronbach's Alpha	Kesimpulan
0.6	0.983727	Reliabel

## 2. Hasil Pengujian Distribusi Normal

Hasil uji normalitas dengan uji *kolmogorv-smirnov* bisa dilihat pada tabel 4.2 dimana  $D_{max} < D_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima. Artinya sampel berasal dari distribusi normal.

Tabel 4.2 Uji Normalitas dengan uji *kolmogorv-smirnov*

X	F	F.X	FK	sn(x)	Z	F(x)	sn(x) - F(x)	Dmax
30.12	1	30.12	1	0.005208	-31.5094	3.2E-218	0.005208333	
30.19	16	483.04	17	0.088542	-24.0007	1.4E-127	0.088541667	
30.25	31	937.75	48	0.25	-17.5648	2.29E-69	0.25	
30.31	16	484.96	64	0.333333	-11.1288	4.54E-29	0.333333333	
30.37	7	212.59	71	0.369792	-4.69288	1.35E-06	0.36979032	0.466317
30.44	31	943.64	102	0.53125	2.81573	0.997567	0.466316675	
30.5	60	1830	162	0.84375	9.251685	1	0.15625	
30.56	21	641.76	183	0.953125	15.68764	1	0.046875	
30.62	9	275.58	192	1	22.1236	1	0	
Jumlah	192	5839.44						
N	192							
Rata-rata	30.41375							
Std	0.009323							
D-tabel	18.844							

Ket : X = Data Sensor T1

$S_n(x)$  =  $FK / N$

Rata-rata =  $F.X / N$

Std = Standar Deviasi

Std =  $\sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}}$

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata

Z =  $(X - \bar{X}) / Std$

D-tabel =  $1.36 \times \sqrt{192}$

3. Hasil Perhitungan Ketidakpastian (*Uncertainty*)

Tabel 4.3 Perhitungan  $\sum X_i$  dan  $\sum X_i^2$

Sensor	$X_i$	$X_i^2$
T1	30.41375	924.9962
T3	30.31598958	919.0592
T4	30.78729167	947.8573
T5	30.55963542	933.8913
T6	30.47932292	928.9891
T7	30.7125	943.2577
T8	30.57338542	934.7319
T9	30.67244792	940.7991
T10	30.72067708	943.76
T11	30.43796875	926.4699
T12	30.26828125	916.1688
T13	30.40911458	924.7142
$\sum$	366.3503646	11184.69

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = 30.529$$

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n-1}}$$

Ket :  $\bar{X}$  = Nilai Rata-rata

$\bar{S}$  = Ketidakpastian

n = Jumlah Data

$\sum X_i$  = Jumlah Nilai Rata-rata

$X_i$  = Nilai Rata-rata dari tabel pada Lampiran 1

$$\bar{S} = \frac{1}{12} \sqrt{\frac{12.11184,69 - (366,3504)^2}{12-1}}$$

$$\bar{S} = \frac{1}{12} \sqrt{\frac{134216,28 - 134212,61558}{11}}$$

$$\bar{S} = \frac{1}{12} \sqrt{\frac{3,66442}{11}}$$

$$\bar{S} = \frac{1}{12} \sqrt{0,33312909091}$$

$$\bar{S} = \frac{1}{12} 0,57717336 296$$

$$\bar{S} = 0,0480977 8025$$

$$\text{Hasil} = (30.5 \pm 0.048)^{\circ}\text{C}$$



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Rancang Bangun Data Akuisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja WCT (*Wet Cooling Tower*) Menggunakan *Perforated Splash Fill* berhasil dibuat, ada beberapa data dapat disimpulkan yaitu:

1. Data dikatakan valid karena nilai  $r$  hitung  $> r$  tabel, dan data dikatakan reliabel karena nilai *cronbach's alpha*  $> 0.6$ .
2. Data terdistribusi normal karena nilai *kolmogorv-smirnov*/nilai  $D_{max} > 0.05$ .
3. Nilai standart ketidakpastian (*uncertainty*) pada sensor DS18B20 adalah  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , dan perhitungan nilai ketidakpastian (*uncertainty*) pada suhu 31 adalah  $30.5^{\circ}\text{C} \pm 0.048^{\circ}\text{C}$ .
4. Hasil keseluruhan sensor DS18B20 pada *Wet Cooling Tower* ini sudah bekerja dengan normal sesuai statistik pengujian, jenis pengujian yang dilakukan adalah validitas, reliabilitas, normalitas, dan ketidakpastian (*uncertainty*). Semua data dan nilai sudah memenuhi standar.

#### 5.2. Saran

Adapun saran yang saya sampaikan dalam pengembangan antara lain:

Alat yang akan datang dapat menggunakan sensor DHT22 dengan membandingkan dengan sensor *infrared humidity* yang dapat mengukur suhu dan kelembapan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahyadi, H., & Aldy, A. K. (2019). ANALISIS PERUBAHAN SUDUT BLADE FAN COOLING TOWER TERHADAP PERFORMANCE COOLING TOWER UNIT 3 DI PT.X. *Jurnal BINA TEKNIKA*, 15(2), 109–114.
- Didin Kusdian, R., Bandung, J. T., Ridwan, A. S., & Syafruddin, A. (2005). PENGGUNAAN DISTRIBUSI NORMAL DALAM MEMODELKAN SEBARAN PERSEPSI BIAYA PERJALANAN DAN TRANSFORMASI BOX-MULLER PADA PENGAMBILAN SAMPEL ACAK MODEL PEMILIHAN RUTE DAN PEMBEBANAN STOKASTIK. *Jurnal Transportasi*, 5(2), 125–136.
- Handoyo, Y. (2015). Analisis Performa Cooling Tower LCT 400 Pada P.T. XYZ, Tambun Bekasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 38–52. <http://ejournal.unismabekasi.ac.id>
- Huda, R. B. M., & Kurniawan, D. W. (2022). ANALISA SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR MENGGUNAKAN SENSOR DS18B20 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO. *Rekayasa Mesin*, 7(02), 18–23.
- Irawan, T. (2022). Kajian Analisis Dan Kontruksi Menara Pendingin. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(1), 53–62.
- Kaleka, U. B. M. (2017). THERMISTOR SEBAGAI SENSOR SUHU. *Ilmiah Dinamika Sains*, 1(1), 8–11.
- Kusanto, D., & Indriawati, K. (2015). Perancangan Sistem Akuisisi Data Sebagai Alternatif Modul DAQ LabVIEW Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535. *Jurnal Teknik Fisika*, 1(1), 1–10.
- Matondang, Z. (2009). VALIDITAS DAN RELIABILITAS SUATU INSTRUMEN PENELITIAN. *TABULARASA PPS UNIMED*, 6(1), 87–97.
- Measurement and Uncertainty Analysis Guide. (n.d.).
- Munthe, H. , J. V., & Hutabarat, M. (2023). RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN ALIRAN AIR MENGGUNAKAN WATER FLOW SENSOR BERBASIS ARDUINO UNO. *Teknologi Informasi Dan Industri*, 3(1), 84–91.

- Murfianah, A., Krismadinata, K., & Elviralita, Y. (2021). Data Acquisition of PV Mini-Grid Voltage and Current using Arduino and PLX-DAQ. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 3(2), 77–84. <https://doi.org/10.46574/motivection.v3i2.88>
- Rahman, R., & Mursadin, A. (2022). ANALISIS KINERJA COOLING TOWER MENGGUNAKAN METODE RANGE DAN APPROACH DI PLTU ASAM-ASAM. *JTAM ROTARY*, 4(2), 129. [https://doi.org/10.20527/jtam\\_rotary.v4i2.6411](https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v4i2.6411)
- Rangan, A. Y., Yusnita, A., & Awaludin, M. (2020). Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(2), 168–183. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v4i2.404>
- Santoso, P. S., & Wijayanto, F. (2022). RANCANG BANGUN AKSES PINTU DENGAN SENSOR SUHU DAN HANDSANITIZER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO. *Elektro*, 10(1), 20–31.
- Suryanto. (n.d.). Ketidakpastian dan Risiko.
- Suwarsa, SE. , AK. , M. T., & Rahmadani Hasibuan, A. (2021). PENGARUH PAJAK RESTORAN DAN PAJAK HOTEL TERHADAP PENDAPATAN ASLI DAERAH KOTA PADANGSIDEMPUAN PERIODE 2018-2020. *JURNAL AKUNTANSI*, 14(2), 71–85.
- Tim bidang kajian kebijakan dan inovasi administrasi negara. (2018). *PROCESSING DATA PENELITIAN MENGGUNAKAN SPSS*.
- Triyansah, O., & Witanto, Y. (2020). EFEKTIVITAS COOLING TOWER FAN 6P-4051-GB. DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA SEKTOR STG-BB, PALEMBANG, SUMATERA SELATAN. *REKAYASA MEKANI*, 4(1), 9–12.
- Turyadi, Novitasari Mara, M., & Kusnandar, D. (2013). KAJIAN SIFAT DISTRIBUSI NORMAL BIVARIAT. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 02(2), 127–132.
- Umurani, K., Syuhada, A., & Fuadi, Z. (2023). Pengaruh Rasio Massa Air dan Udara Terhadap Unjuk Kerja Forced Draft Wet Cooling Sudut Inklinasi Splash Fill Berlubang. 8, 35–41.

Yant, H., Aeni Putr, A., Tusi, A., & Lanya, B. (2014). Rancang bangun sistem akuisisi data iklim mikro dalam greenhouse berbasis mikrokontroler arduino no design of micro climate data acquisition system based microcontroller arduino on green house. *Jurnal Teknik Per Tanian Lampung*, 4(1), 57–64.

Lampiran 1 Hasil uji validitas.

No.	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Total
1	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.56	30.44	30.56	30.56	30.31	30.12	30.12	364.41
2	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.62	30.44	30.56	30.56	30.31	30.19	30.19	364.61
3	30.12	30.12	30.62	30.44	30.37	30.62	30.44	30.56	30.56	30.31	30.12	30.19	364.47
4	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.56	30.44	30.56	30.62	30.31	30.19	30.12	364.54
5	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.62	30.44	30.56	30.56	30.31	30.19	30.19	364.61
6	30.19	30.12	30.62	30.44	30.44	30.56	30.5	30.56	30.62	30.31	30.12	30.19	364.67
7	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.56	30.44	30.56	30.62	30.37	30.12	30.19	364.6
8	30.19	30.12	30.62	30.5	30.37	30.62	30.44	30.5	30.62	30.37	30.12	30.19	364.66
9	30.19	30.19	30.62	30.5	30.37	30.62	30.44	30.56	30.62	30.31	30.19	30.19	364.8
10	30.19	30.12	30.62	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.31	30.12	30.25	364.78
11	30.19	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.44	30.62	30.62	30.31	30.19	30.25	364.99
12	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.62	30.44	30.5	30.62	30.31	30.19	30.19	364.61
13	30.19	30.12	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.31	30.19	30.19	364.86
14	30.19	30.12	30.69	30.44	30.37	30.62	30.44	30.56	30.62	30.31	30.19	30.25	364.8
15	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.11
16	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25	365.17
17	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.56	30.37	30.19	30.25	365.05
18	30.19	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.56	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.11
19	30.25	30.25	30.62	30.5	30.37	30.62	30.44	30.62	30.62	30.37	30.12	30.25	365.03
20	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.11
21	30.19	30.19	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.25	30.25	365.18
22	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.12	30.25	365.1
23	30.19	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25	365.11
24	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.31	365.23
25	30.25	30.19	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.18
26	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.17
27	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.31	30.19	30.25	365.18
28	30.25	30.25	30.62	30.44	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.31	365.1
29	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.11
30	30.25	30.19	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25	365.18
31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25	365.23

32	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.12	30.31	365.17
33	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25	365.24
34	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.31	365.23
35	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.24
36	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.44	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.18
37	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.25	30.25	365.36
38	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.31	365.24
39	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.25	365.31
40	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25	365.31
41	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.25	365.31
42	30.25	30.19	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.25	365.38
43	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.69	30.37	30.19	30.25	365.24
44	30.25	30.25	30.69	30.44	30.37	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.25	365.24
45	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25	365.3
46	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31	365.43
47	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.56	30.69	30.37	30.25	30.31	365.43
48	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.56	30.69	30.37	30.19	30.31	365.5
49	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31	365.56
50	30.25	30.19	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31	365.43
51	30.31	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.56	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31	365.48
52	30.31	30.25	30.69	30.56	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31	365.68
53	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31	365.62
54	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31	365.56
55	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31	365.49
56	30.31	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31	365.68
57	30.31	30.25	30.69	30.56	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31	365.62
58	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.31	365.42
59	30.31	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31	365.74
60	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31	365.62
61	30.31	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31	365.68
62	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.44	30.25	30.31	365.69
63	30.37	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.56	30.69	30.37	30.25	30.37	365.68
64	30.31	30.25	30.75	30.5	30.5	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31	365.68
65	30.31	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.37	365.74

66	30.37	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.44	30.19	30.37	365.81
67	30.37	30.31	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.37	365.86
68	30.37	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.19	30.37	365.87
69	30.37	30.25	30.75	30.5	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37	366.06
70	30.37	30.25	30.75	30.5	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37	366.06
71	30.37	30.31	30.75	30.5	30.44	30.69	30.56	30.62	30.75	30.37	30.19	30.37	365.92
72	30.44	30.25	30.75	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.19	30.37	366.19
73	30.44	30.31	30.75	30.56	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.25	30.37	366.12
74	30.44	30.31	30.75	30.56	30.5	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.25	30.37	366.18
75	30.44	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37	366.31
76	30.44	30.31	30.75	30.56	30.44	30.69	30.5	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37	366.13
77	30.44	30.31	30.75	30.5	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.37	30.25	30.37	366.06
78	30.44	30.31	30.75	30.56	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.37	30.25	30.44	366.12
79	30.5	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.25	30.44	366.31
80	30.44	30.31	30.75	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.37	30.25	30.37	366.12
81	30.44	30.31	30.81	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.44	30.25	30.37	366.06
82	30.44	30.25	30.75	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.44	366.26
83	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.44	366.44
84	30.44	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.44	366.32
85	30.44	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37	366.31
86	30.5	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.44	366.38
87	30.44	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.44	366.44
88	30.44	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.25	30.44	366.25
89	30.5	30.31	30.81	30.5	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44	366.38
90	30.44	30.37	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44	366.44
91	30.44	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.5	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44	366.38
92	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.31	30.44	366.49
93	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.62	30.75	30.44	30.25	30.37	366.36
94	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.44	366.5
95	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.62	30.75	30.44	30.25	30.44	366.43
96	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.62	30.75	30.75	30.44	30.25	30.44	366.62
97	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.75	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.5	366.68
98	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.75	30.56	30.62	30.69	30.44	30.31	30.5	366.61
99	30.5	30.31	30.87	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.31	30.5	366.62

100	30.5	30.37	30.87	30.62	30.44	30.69	30.62	30.69	30.75	30.44	30.25	30.5	366.74
101	30.44	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.75	30.5	30.25	30.44	366.44
102	30.44	30.31	30.87	30.56	30.5	30.75	30.56	30.75	30.75	30.44	30.25	30.5	366.68
103	30.5	30.37	30.81	30.62	30.5	30.75	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.5	366.74
104	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.75	30.56	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44	366.62
105	30.5	30.31	30.87	30.62	30.5	30.75	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.44	366.68
106	30.44	30.31	30.87	30.56	30.5	30.75	30.56	30.69	30.75	30.44	30.31	30.5	366.68
107	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.75	30.62	30.69	30.69	30.5	30.31	30.5	366.74
108	30.5	30.37	30.81	30.62	30.5	30.75	30.56	30.69	30.69	30.44	30.31	30.5	366.74
109	30.44	30.37	30.81	30.62	30.5	30.75	30.56	30.75	30.69	30.44	30.25	30.5	366.68
110	30.44	30.37	30.81	30.56	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.44	30.25	30.44	366.62
111	30.44	30.31	30.81	30.62	30.5	30.75	30.56	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44	366.56
112	30.44	30.37	30.81	30.62	30.5	30.75	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.44	366.62
113	30.44	30.37	30.81	30.62	30.5	30.75	30.62	30.75	30.75	30.5	30.31	30.44	366.86
114	30.44	30.31	30.81	30.62	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.44	30.31	30.44	366.68
115	30.44	30.31	30.81	30.62	30.5	30.69	30.62	30.69	30.75	30.5	30.31	30.44	366.68
116	30.44	30.37	30.87	30.56	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.44	30.31	30.44	366.74
117	30.44	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44	366.74
118	30.44	30.37	30.81	30.56	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.44	30.31	30.44	366.68
119	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.69	30.62	30.75	30.75	30.44	30.31	30.44	366.86
120	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.44	30.31	30.44	366.74
121	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.37	30.44	366.68
122	30.5	30.37	30.87	30.56	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.44	30.31	30.5	366.86
123	30.44	30.44	30.87	30.56	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.5	30.31	30.5	366.93
124	30.5	30.37	30.87	30.56	30.5	30.75	30.62	30.75	30.75	30.5	30.37	30.5	367.04
125	30.44	30.37	30.87	30.56	30.5	30.75	30.62	30.75	30.75	30.5	30.31	30.5	366.92
126	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.69	30.81	30.5	30.31	30.44	366.98
127	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.75	30.81	30.5	30.37	30.5	367.16
128	30.5	30.37	30.87	30.56	30.56	30.75	30.62	30.69	30.75	30.44	30.37	30.5	366.98
129	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.56	30.75	30.81	30.44	30.31	30.5	366.98
130	30.5	30.37	30.87	30.56	30.5	30.75	30.62	30.69	30.81	30.5	30.31	30.5	366.98
131	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.5	30.31	30.5	366.98
132	30.5	30.37	30.87	30.62	30.56	30.75	30.62	30.69	30.75	30.5	30.31	30.5	367.04
133	30.5	30.37	30.87	30.62	30.56	30.75	30.62	30.69	30.81	30.5	30.31	30.5	367.1



134	30.56	30.37	30.87	30.62	30.56	30.75	30.62	30.75	30.75	30.5	30.31	30.5	367.16
135	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.5	30.31	30.5	366.98
136	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.69	30.81	30.5	30.31	30.5	367.04
137	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.69	30.75	30.75	30.5	30.37	30.5	367.17
138	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.75	30.81	30.5	30.31	30.5	367.1
139	30.56	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.5	30.31	30.5	367.04
140	30.5	30.44	30.87	30.62	30.5	30.81	30.62	30.75	30.81	30.5	30.31	30.5	367.23
141	30.5	30.37	30.87	30.56	30.5	30.75	30.69	30.81	30.81	30.5	30.31	30.5	367.17
142	30.5	30.37	30.87	30.62	30.56	30.81	30.62	30.75	30.75	30.5	30.31	30.5	367.16
143	30.5	30.37	30.87	30.62	30.5	30.75	30.62	30.69	30.75	30.5	30.31	30.5	366.98
144	30.5	30.44	30.87	30.62	30.56	30.75	30.62	30.75	30.75	30.5	30.31	30.5	367.17
145	30.5	30.37	30.87	30.62	30.56	30.81	30.62	30.75	30.75	30.5	30.31	30.5	367.16
146	30.5	30.37	30.81	30.69	30.56	30.81	30.69	30.75	30.75	30.5	30.25	30.5	367.18
147	30.5	30.37	30.81	30.62	30.5	30.75	30.62	30.75	30.75	30.5	30.31	30.5	366.98
148	30.5	30.44	30.81	30.69	30.56	30.81	30.62	30.75	30.81	30.5	30.31	30.5	367.3
149	30.5	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.62	30.75	30.81	30.5	30.25	30.5	367.23
150	30.5	30.37	30.81	30.69	30.5	30.81	30.62	30.69	30.81	30.5	30.31	30.5	367.11
151	30.5	30.44	30.81	30.62	30.56	30.75	30.62	30.69	30.81	30.5	30.31	30.5	367.11
152	30.5	30.37	30.81	30.62	30.56	30.75	30.69	30.69	30.81	30.5	30.31	30.5	367.11
153	30.5	30.44	30.81	30.56	30.56	30.75	30.62	30.81	30.81	30.5	30.31	30.56	367.23
154	30.5	30.37	30.81	30.62	30.56	30.81	30.62	30.69	30.81	30.5	30.31	30.5	367.1
155	30.5	30.37	30.81	30.62	30.56	30.75	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.29
156	30.5	30.44	30.81	30.62	30.56	30.81	30.62	30.75	30.81	30.5	30.31	30.56	367.29
157	30.5	30.37	30.81	30.62	30.56	30.81	30.62	30.75	30.81	30.5	30.31	30.56	367.22
158	30.5	30.37	30.81	30.62	30.56	30.75	30.62	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.22
159	30.5	30.37	30.81	30.62	30.5	30.75	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.23
160	30.5	30.37	30.81	30.62	30.56	30.75	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.29
161	30.5	30.44	30.81	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.42
162	30.5	30.44	30.87	30.69	30.5	30.81	30.62	30.75	30.81	30.5	30.37	30.5	367.36
163	30.56	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.62	30.75	30.81	30.5	30.31	30.5	367.35
164	30.5	30.37	30.87	30.62	30.56	30.81	30.69	30.81	30.81	30.56	30.31	30.56	367.47
165	30.5	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.31	30.56	367.42
166	30.56	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.62	30.75	30.81	30.56	30.31	30.5	367.41
167	30.56	30.44	30.87	30.69	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.61

168	30.56	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.62	30.81	30.81	30.56	30.37	30.56	367.59
169	30.56	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.54
170	30.56	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.54
171	30.62	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.67
172	30.62	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.6
173	30.62	30.44	30.87	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.31	30.56	367.54
174	30.56	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.56	30.37	30.56	367.67
175	30.62	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.56	30.37	30.56	367.73
176	30.62	30.44	30.87	30.62	30.62	30.81	30.69	30.81	30.81	30.5	30.37	30.56	367.72
177	30.62	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.56	30.37	30.56	367.73
178	30.56	30.44	30.94	30.69	30.56	30.81	30.69	30.81	30.81	30.5	30.37	30.56	367.74
179	30.62	30.37	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.6
180	30.56	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.56	30.37	30.56	367.67
181	30.62	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.62	367.73
182	30.56	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.61
183	30.62	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.56	30.37	30.56	367.73
184	30.56	30.44	30.87	30.62	30.62	30.81	30.69	30.75	30.81	30.5	30.37	30.56	367.6
185	30.56	30.44	30.94	30.69	30.56	30.81	30.69	30.81	30.81	30.5	30.37	30.56	367.74
186	30.56	30.44	30.87	30.69	30.56	30.81	30.69	30.81	30.81	30.56	30.37	30.56	367.73
187	30.56	30.44	30.87	30.69	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.56	30.37	30.56	367.67
188	30.56	30.37	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.81	30.81	30.56	30.37	30.5	367.6
189	30.56	30.44	30.87	30.62	30.62	30.81	30.69	30.81	30.81	30.56	30.37	30.5	367.66
190	30.56	30.44	30.94	30.62	30.56	30.81	30.69	30.75	30.81	30.56	30.37	30.5	367.61
191	30.56	30.44	30.94	30.69	30.56	30.81	30.69	30.81	30.81	30.56	30.37	30.5	367.74
192	30.56	30.44	30.94	30.69	30.56	30.81	30.69	30.75	30.87	30.56	30.37	30.5	367.74
<b>R Hitung</b>	0.966884	0.95712	0.9518	0.91492	0.92596	0.9516	0.94452	0.92882	0.9396	0.94852	0.92439	0.97396	
<b>R Tabel</b>	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	0.1184	
<b>Keterangan</b>	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	
<b>Varians</b>	0.016774	0.0085	0.008091	0.0045	0.00441	0.005	0.005801	0.00574	0.00538	0.00479	0.00506	0.01439	
<b>Jumlah Suhu</b>	5839.44	5820.67	5911.16	5867.45	5852.03	5896.8	5870.09	5889.11	5898.37	5844.09	5811.51	5838.55	
<b>Jumlah Varian</b>	0.088477												
<b>Varian Total</b>	0.900527												

Lampiran 2 Data akusisi suhu temperatur air raksa dan sensor DS18B20

No.	Tem. Hg	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
1	31	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.56	30.44	30.56	30.56	30.31	30.12	30.12
2	31	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.62	30.44	30.56	30.56	30.31	30.19	30.19
3	31	30.12	30.12	30.62	30.44	30.37	30.62	30.44	30.56	30.56	30.31	30.12	30.19
4	31	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.56	30.44	30.56	30.62	30.31	30.19	30.12
5	31	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.62	30.44	30.56	30.56	30.31	30.19	30.19
6	31	30.19	30.12	30.62	30.44	30.44	30.56	30.5	30.56	30.62	30.31	30.12	30.19
7	31	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.56	30.44	30.56	30.62	30.37	30.12	30.19
8	31	30.19	30.12	30.62	30.5	30.37	30.62	30.44	30.5	30.62	30.37	30.12	30.19
9	31	30.19	30.19	30.62	30.5	30.37	30.62	30.44	30.56	30.62	30.31	30.19	30.19
10	31	30.19	30.12	30.62	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.31	30.12	30.25
11	31	30.19	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.44	30.62	30.62	30.31	30.19	30.25
12	31	30.19	30.12	30.62	30.44	30.37	30.62	30.44	30.5	30.62	30.31	30.19	30.19
13	31	30.19	30.12	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.31	30.19	30.19
14	31	30.19	30.12	30.69	30.44	30.37	30.62	30.44	30.56	30.62	30.31	30.19	30.25
15	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
16	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25
17	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.56	30.37	30.19	30.25
18	31	30.19	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.56	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
19	31	30.25	30.25	30.62	30.5	30.37	30.62	30.44	30.62	30.62	30.37	30.12	30.25
20	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
21	31	30.19	30.19	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.25	30.25
22	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.12	30.25

23	31	30.19	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25
24	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.31
25	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
26	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
27	31	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.31	30.19	30.25
28	31	30.25	30.25	30.62	30.44	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.31
29	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
30	31	30.25	30.19	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25
31	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25
32	31	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.12	30.31
33	31	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25
34	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.31
35	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
36	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.44	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
37	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.25	30.25
38	31	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.31
39	31	30.25	30.25	30.69	30.44	30.44	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.25
40	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.56	30.62	30.37	30.19	30.25
41	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.37	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.25
42	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.25
43	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.5	30.56	30.69	30.37	30.19	30.25
44	31	30.25	30.25	30.69	30.44	30.37	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.25
45	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.25
46	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31
47	31	30.25	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.56	30.69	30.37	30.25	30.31
48	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.56	30.69	30.37	30.19	30.31
49	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31

50	31	30.25	30.19	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31
51	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.37	30.62	30.56	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31
52	31	30.31	30.25	30.69	30.56	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31
53	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31
54	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31
55	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31
56	31	30.31	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31
57	31	30.31	30.25	30.69	30.56	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31
58	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.62	30.5	30.62	30.62	30.37	30.19	30.31
59	31	30.31	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31
60	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31
61	31	30.31	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.31
62	31	30.31	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.44	30.25	30.31
63	31	30.37	30.25	30.69	30.5	30.44	30.69	30.5	30.56	30.69	30.37	30.25	30.37
64	31	30.31	30.25	30.75	30.5	30.5	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.19	30.31
65	31	30.31	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.37
66	31	30.37	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.44	30.19	30.37
67	31	30.37	30.31	30.75	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.37	30.25	30.37
68	31	30.37	30.25	30.75	30.5	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.19	30.37
69	31	30.37	30.25	30.75	30.5	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37
70	31	30.37	30.25	30.75	30.5	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37
71	31	30.37	30.31	30.75	30.5	30.44	30.69	30.56	30.62	30.75	30.37	30.19	30.37
72	31	30.44	30.25	30.75	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.19	30.37
73	31	30.44	30.31	30.75	30.56	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.25	30.37
74	31	30.44	30.31	30.75	30.56	30.5	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.25	30.37
75	31	30.44	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37
76	31	30.44	30.31	30.75	30.56	30.44	30.69	30.5	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37

77	31	30.44	30.31	30.75	30.5	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.37	30.25	30.37
78	31	30.44	30.31	30.75	30.56	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.37	30.25	30.44
79	31	30.5	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.25	30.44
80	31	30.44	30.31	30.75	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.37	30.25	30.37
81	31	30.44	30.31	30.81	30.5	30.44	30.69	30.5	30.62	30.69	30.44	30.25	30.37
82	31	30.44	30.25	30.75	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.44
83	31	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.44
84	31	30.44	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.44
85	31	30.44	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.37
86	31	30.5	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.25	30.44
87	31	30.44	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.44
88	31	30.44	30.31	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.25	30.44
89	31	30.5	30.31	30.81	30.5	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44
90	31	30.44	30.37	30.81	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44
91	31	30.44	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.5	30.69	30.69	30.44	30.31	30.44
92	31	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.62	30.69	30.44	30.31	30.44
93	31	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.62	30.75	30.44	30.25	30.37
94	31	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.44
95	31	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.56	30.62	30.75	30.44	30.25	30.44
96	31	30.5	30.31	30.81	30.56	30.5	30.69	30.62	30.75	30.75	30.44	30.25	30.44
97	31	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.75	30.56	30.69	30.75	30.44	30.25	30.5
98	31	30.5	30.37	30.81	30.56	30.5	30.75	30.56	30.62	30.69	30.44	30.31	30.5
99	31	30.5	30.31	30.87	30.56	30.44	30.69	30.56	30.69	30.75	30.44	30.31	30.5
100	31	30.5	30.37	30.87	30.62	30.44	30.69	30.62	30.69	30.75	30.44	30.25	30.5

Lampiran 3

Data akuisisi kelembapan *Thermo-Hygrometer* dan sensor DHT11

No	RHanalog	RHi1	RHi2	RHo1	RHo2
1	66	61	61	58	60
2	66	61	61	58	61
3	66	62	61	58	61
4	66	62	61	58	61
5	66	62	61	58	61
6	66	62	61	58	61
7	66	62	61	59	61
8	66	62	61	59	61
9	66	62	61	58	61
10	66	62	60	58	61
11	66	62	60	58	61
12	66	62	60	58	61
13	66	62	60	58	61
14	66	62	60	58	61
15	66	62	60	58	61
16	66	62	60	58	61
17	66	62	60	58	61
18	66	62	60	58	61
19	66	62	60	58	61
20	66	62	60	58	61
21	66	62	60	58	60
22	66	62	60	59	60
23	66	62	60	59	60
24	66	62	60	59	60
25	66	62	60	59	60
26	66	62	60	59	60
27	66	62	60	59	60
28	66	62	60	59	60
29	66	62	60	59	60
30	66	62	60	59	60
31	66	62	60	59	60
32	66	62	60	59	60
33	66	62	60	58	60
34	66	62	60	58	60
35	66	62	60	58	60
36	66	62	60	58	60
37	66	62	60	58	60
38	66	62	60	58	60
39	66	62	60	58	60
40	66	62	60	58	60
41	66	62	60	58	60
42	66	62	60	58	60
43	66	62	60	58	60
44	66	62	60	58	60
45	66	61	60	58	60
46	66	61	60	58	60
47	66	61	60	58	60
48	66	61	60	58	60

49	66	61	60	58	60
50	66	61	60	58	60
51	66	61	60	57	60
52	66	61	60	57	60
53	66	61	60	57	59
54	66	61	59	57	59
55	66	61	59	57	59
56	66	61	59	57	59
57	66	61	59	57	59
58	66	61	59	57	59
59	66	61	59	57	59
60	66	61	59	57	59
61	66	61	59	57	59
62	66	61	59	57	59
63	66	61	59	57	59
64	66	61	59	57	59
65	66	61	59	57	59
66	66	61	59	57	59
67	66	61	59	57	59
68	66	61	59	57	59
69	66	61	60	57	59
70	66	61	60	57	59
71	66	61	59	57	59
72	66	61	59	57	59
73	66	61	59	57	59
74	66	61	59	57	59
75	66	61	59	57	59
76	66	61	59	57	59
77	66	61	59	57	59
78	66	61	59	57	59
79	66	61	59	57	59
80	66	61	59	57	59
81	66	61	59	57	59
82	66	61	59	57	59
83	66	61	59	57	59
84	66	61	59	57	59
85	66	61	59	57	59
86	66	61	59	57	59
87	66	61	59	57	59
88	66	61	59	57	59
89	66	60	59	57	59
90	66	60	59	57	59
91	66	60	59	57	59
92	66	60	59	57	59
93	66	60	59	57	59
94	66	60	59	57	59
95	66	60	59	57	59
96	66	60	59	57	59
97	66	61	59	57	59
98	66	61	59	57	59
99	66	61	59	57	59
100	66	61	59	57	59



#### Lampiran 4

Data akusisi laju aliran air

No	Manual	Q
1	6.5	6.74
2	6.7	6.74
3	6.4	6.73
4	6.8	6.73
5	6.77	6.73
6	6.76	6.74
7	6.8	6.73
8	6.76	6.74
9	6.77	6.73
10	6.5	6.74

#### Lampiran 5

Pengukuran uncertainty sensor DS18B20 pada suhu 31

No.	Sensor DS18B20	Rata-rata	Uncertainty A	Uncertainty B
1	Sensor 1	31.00°C	±0.00°C	±0.50°C
2	Sensor 2	30.41°C	±0.01°C	±0.50°C
3	Sensor 3	30.32°C	±0.01°C	±0.50°C
4	Sensor 4	30.79°C	±0.01°C	±0.50°C
5	Sensor 5	30.56°C	±0.00°C	±0.50°C
6	Sensor 6	30.48°C	±0.00°C	±0.50°C
7	Sensor 7	30.71°C	±0.01°C	±0.50°C
8	Sensor 8	30.57°C	±0.01°C	±0.50°C
9	Sensor 9	30.67°C	±0.01°C	±0.50°C
10	Sensor 10	30.72°C	±0.01°C	±0.50°C
11	Sensor 11	30.44°C	±0.00°C	±0.50°C
12	Sensor 12	30.27°C	±0.01°C	±0.50°C
13	Sensor 13	30.41°C	±0.01°C	±0.50°C

Lampiran 6

Uji Validitas Menggunakan *Software* SPSS

Correlations

	VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007	VAR00008	VAR00009	VAR00010	VAR00011	VAR00012	VAR00013
VAR00001 Pearson Correlation	1	.924**	.934**	.866**	.881**	.898**	.887**	.874**	.888**	.904**	.879**	.954**	.967**
VAR00001 Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
VAR00001 N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR00002 Pearson Correlation	.924**	1	.901**	.864**	.879**	.909**	.886**	.871**	.890**	.896**	.871**	.932**	.957**
VAR00002 Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
VAR00002 N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR00003 Pearson Correlation	.934**	.901**	1	.851**	.847**	.887**	.888**	.871**	.870**	.900**	.883**	.920**	.952**
VAR00003 Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
VAR00003 N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR00004 Pearson Correlation	.866**	.864**	.851**	1	.821**	.886**	.858**	.839**	.853**	.870**	.825**	.875**	.915**
VAR00004 Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
VAR00004 N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR00005 Pearson Correlation	.881**	.879**	.847**	.821**	1	.896**	.870**	.862**	.872**	.871**	.844**	.887**	.926**
VAR00005 Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
VAR00005 N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR00006 Pearson Correlation	.898**	.909**	.887**	.886**	.896**	1	.887**	.873**	.902**	.892**	.866**	.918**	.952**
VAR00006 Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
VAR00006 N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR00007 Pearson Correlation	.887**	.886**	.888**	.858**	.870**	.887**	1	.877**	.889**	.905**	.876**	.906**	.945**
VAR00007 Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000
VAR00007 N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192

VAR 008	Pearson Correlation	.874**	.871**	.871**	.839**	.862**	.873**	.877**	1	.868**	.878**	.845**	.892**	.929**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR 009	Pearson Correlation	.888**	.890**	.870**	.853**	.872**	.902**	.889**	.868**	1	.888**	.850**	.904**	.940**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR 010	Pearson Correlation	.904**	.896**	.900**	.870**	.871**	.892**	.905**	.878**	.888**	1	.861**	.909**	.949**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR 011	Pearson Correlation	.879**	.871**	.883**	.825**	.844**	.866**	.876**	.845**	.850**	.861**	1	.893**	.924**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR 012	Pearson Correlation	.954**	.932**	.920**	.875**	.887**	.918**	.906**	.892**	.904**	.909**	.893**	1	.974**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
VAR 013	Pearson Correlation	.967**	.957**	.952**	.915**	.926**	.952**	.945**	.929**	.940**	.949**	.924**	.974**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192

Lampiran 7

Hasil Uji Reliabilitas Dengan *Software* SPSS

Suhu 31

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.984	12

Suhu 36

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.610	12

Suhu 38

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.927	12

Suhu 41

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.586	12

Suhu 43.5

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.815	12

Suhu 45.5

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.934	12

Suhu 47.5

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.968	12

Suhu 49.5

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.977	12

Suhu 51.5

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.986	12

Suhu 54

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.992	12

Suhu 56

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.994	12

Suhu 57

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.991	12

Lampiran 8

Hasil Uji Normalitas (*Kolmogorov-Smirnov*)

Suhu 31

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		192
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.03260052
Most Extreme Differences	Absolute	.075
	Positive	.075
	Negative	-.049
Kolmogorov-Smirnov Z		1.039
Asymp. Sig. (2-tailed)		.230

Suhu 36

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02129032
Most Extreme Differences	Absolute	.263
	Positive	.263
	Negative	-.177
Kolmogorov-Smirnov Z		2.745
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

Suhu 38

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02535646
Most Extreme Differences	Absolute	.085
	Positive	.085
	Negative	-.053
Kolmogorov-Smirnov Z		.882
Asymp. Sig. (2-tailed)		.418

Suhu 41

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02651482
Most Extreme Differences	Absolute	.150
	Positive	.132
	Negative	-.150
Kolmogorov-Smirnov Z		1.565
Asymp. Sig. (2-tailed)		.015

Suhu 43.5

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02214623
Most Extreme Differences	Absolute	.107
	Positive	.041
	Negative	-.107
Kolmogorov-Smirnov Z		1.116
Asymp. Sig. (2-tailed)		.165

Suhu 45.5

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02624604
Most Extreme Differences	Absolute	.061
	Positive	.042
	Negative	-.061
Kolmogorov-Smirnov Z		.639
Asymp. Sig. (2-tailed)		.809

Suhu 47.5

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02775284
Most Extreme Differences	Absolute	.080
	Positive	.045
	Negative	-.080
Kolmogorov-Smirnov Z		.834
Asymp. Sig. (2-tailed)		.489

Suhu 49.5

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02254692
Most Extreme Differences	Absolute	.087
	Positive	.087
	Negative	-.052
Kolmogorov-Smirnov Z		.904
Asymp. Sig. (2-tailed)		.387

Suhu 51.5

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02760909
Most Extreme Differences	Absolute	.048
	Positive	.032
	Negative	-.048
Kolmogorov-Smirnov Z		.505
Asymp. Sig. (2-tailed)		.961

Suhu 54

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02496910
Most Extreme Differences	Absolute	.060
	Positive	.055
	Negative	-.060
Kolmogorov-Smirnov Z		.622
Asymp. Sig. (2-tailed)		.833

Suhu 56

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02576734
Most Extreme Differences	Absolute	.078
	Positive	.078
	Negative	-.065
Kolmogorov-Smirnov Z		.813
Asymp. Sig. (2-tailed)		.523

Suhu 57

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		109
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.02460588
Most Extreme Differences	Absolute	.052
	Positive	.052
	Negative	-.039
Kolmogorov-Smirnov Z		.543
Asymp. Sig. (2-tailed)		.929

### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : RANCANG BANGUN DATA AKUSISI PADA  
PENELITIAN TERHADAP KINERJA WCT (WET  
COOLING TOWER) MENGGUNAKAN PERFORATED  
SPLASH FILL  
Nama : Librajib Alnabawi  
NPM : 2007230072  
Dosen Pembimbing : Khairul Umurani, S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pemberian spekulasi Tugas Akhir	u
		- Perbaiki Pendahuluan	u
		- Perbaiki Rumusan, tujuan Penelitian	u
		- Perbaiki Persamaan yang digunakan	u
		- Perbaiki Metode	u
		- Perbaiki Alat dan bahan	u
		- Acc, Seminar Proposal	u
		- Perbaiki Bab 4	u
		- Revisi kesimpulan	u
		- Acc seminar hasil	u





**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor: 1066/IL.3AU/UMSU-07/F/2023**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 03 November 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : LIBRAJIB ALNABAWI  
Npm : 2007230072  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : 7 ( Tujuh )  
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN DATA AKASISI PADA PENELITIAN KINERJA WCT ( WET COOLING TOWER ) MENGGUNAKAN PERFORATED SPLASH FIIL.

Pembimbing : KHAIRUL UMURANI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 20 Rabiul Akhir 1445 H  
03 November 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
NIDN: 0101017202



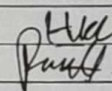
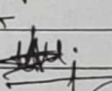
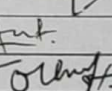
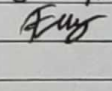
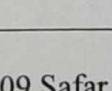
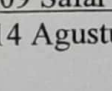
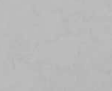
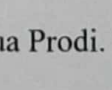
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Librajib Alnabawi

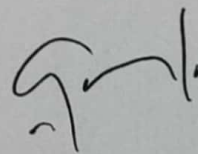
NPM : 2007230072

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja WCT  
(Wet Cooling Tower) Menggunakan Perforated Splash Fill

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT			: .....
Pemanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT			: .....
Pemanding – II : Arya Rudi Nasution, ST, MT			: .....
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007230004	Muhammad Haikal	
2	2007230070	muhammad Ruel Pruan	
3	2007230024	Riki Kurniansyah	
4	2007230006	Tulus Habonaran Barasa	
5	2007230039	Iman Natak Wijaya	
6	2007230171	IQBAL SALEH HITAGALING	
7	2007230003	Firman Nanda Indrawan	
8	2007230114	FALIZAN WAHYU PUTRA	
9			
10			

Medan, 09 Safar 1446 H  
14 Agustus 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Librajib Alnabawi  
NPM : 2007230072  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja WCT  
(Wet Cooling Tower) Menggunakan Perforated Splash Fill

Dosen Pembanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Arya Rudi Nasution, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

**KEPUTUSAN**

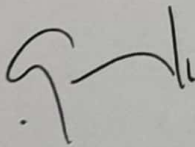
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*lihat buku tugas akhir.*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

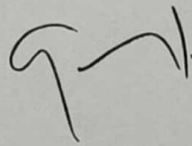
Medan, 09 Safar 1446 H  
14 Agustus 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Librajib Alnabawi  
NPM : 2007230072  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Data Akusisi Pada Penelitian Terhadap Kinerja WCT  
(Wet Cooling Tower) Menggunakan Perforated Splash Fill

Dosen Pembanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Arya Rudi Nasution, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

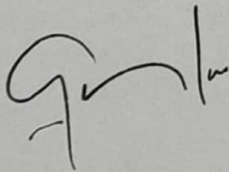
**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain : *lihat buku logas akhir*  
.....  
.....  
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

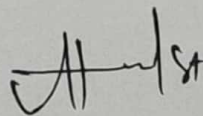
Medan 09 Safar 1446 H  
14 Agustus 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Arya Rudi Nasution, ST, MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

Nama : Librajib Alnabawi  
Jenis Kelamin : Laki - laki  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 03 Oktober 2002  
Alamat : Jl. Panitera Raya Perum Panitera  
Residence No.7  
Agama : Islam  
E-mail : librajibalnabawi41@gmail.com  
No. Hp : 085273296822

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Sinar Husni Medan	Tahun 2008 - 2014
2. SMP Swasta Pertiwi Medan	Tahun 2014 - 2017
3. SMA Swasta Pertiwi Medan	Tahun 2017 - 2020
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2020 - 2024