

***REAL LABORATORY PRAKTIKUM KOEFISIEN MUAI
PANJANG BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN APLIKASI
ANDROID***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains
dalam Ilmu Fisika



Oleh : **MUHAMMAD NURKHOLIS RAMADHANI**
NIM : 1708026027

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Nurkholis Ramadhani
NIM : 1708026027
Jurusan/Program Studi : Fisika/ Fisika

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

REAL LABORATORY PRAKTIKUM KOEFISIEN MUAI PANJANG BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN APLIKASI ANDROID

secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 22 November 2021
Pembuat pernyataan,



SEPAJAH RIBU RUPIAH
1000
TBL
METERAI
TEMPEL
5A545AJX017204510

Muhammad Nurkholis Ramadhani
NIM : 1708026027



KEMENTERIAN AGAMA R.I.
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **REAL LABORATORY PRAKTIKUM KOEFISIEN MUAI PANJANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN APLIKASI ANDROID**

Penulis : Muhammad Nurkholis Ramadhani

NIM : 1708026027

Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 13 Desember 2021

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Agus Sudarmanto, M.Si.

NIP : 19770823 200912 1 001

Penguji III,

Istikomah, M.Sc.

NIP : 19901126 201903 2 021

Pembimbing I,

Agus Sudarmanto, M.Si.

NIP : 19770823 200912 1 001

Penguji II,

Heni Sumarti, M.Si.

NIP : 19871011 201903 2 009

Penguji IV,

Joko Budi Poernomo, M. Pd.

NIP : 19760214 200801 1 011

Pembimbing II,

M Ardhi Khalif, M.Sc.

NIP : 19821009 201101 1 010

NOTA DINAS

Semarang, 22 November 2021

Yth. Ketua Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : *REAL LABORATORY PRAKTIKUM KOEFISIEN MUAI
PANJANG BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN
APLIKASI ANDROID*
Nama : Muhammad Nurkholis Ramadhani
NIM : 1708026027
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing I,



Agus Sudarmanto, M.Si.
NIP : 19770823 200912 1 001

NOTA DINAS

Semarang, 22 November 2021

Yth. Ketua Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

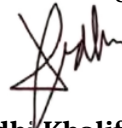
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : *REAL LABORATORY PRAKTIKUM KOEFISIEN MUAI
PANJANG BERBASIS INTERNET OF THINGS DAN
APLIKASI ANDROID*
Nama : Muhammad Nurkholis Ramadhani
NIM : 1708026027
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing II,



M Ardh Khalif, M.Sc.

NIP : 19821009 201101 1 010

ABSTRAK

Eksperimen atau praktikum adalah salah satu metode pembelajaran yang digunakan oleh pengajar di bidang ilmu sains, salah satunya ilmu fisika. Materi fisika koefisien muai panjang adalah salah satu materi dalam ilmu fisika yang lebih mudah dipahami jika diajarkan menggunakan metode eksperimen. Namun pembelajaran eksperimen mengalami kendala karena adanya pandemi covid-19 yang mengharuskan semua kegiatan pembelajaran daring. Tujuan penelitian ini untuk membuat sebuah prototipe alat praktikum koefisien muai panjang berbasis *Internet of Things* dan aplikasi android, sehingga peserta didik tetap bisa melakukan pembelajaran eksperimen meskipun pembelajaran dalam keadaan daring. Metododologi penelitian kali ini berbasis RnD yang meliputi studi literatur, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, pengujian dan pengambilan data, analisis data, dan pembuatan laporan. Penelitian ini menghasilkan prototipe alat praktikum koefisien muai panjang dan aplikasi blynk yang bekerja dengan baik. Pada penelitian ini didapatkan hasil pengujian pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 yang akurasi mencapai 99,04%, sedangkan sensor termokopel tipe-K memiliki akurasi pengukuran sebesar 96,6%, dan sensor DHT11 mendapatkan akurasi pengukuran sebesar 98,69%. Selain itu, akurasi pengukuran nilai koefisien muai panjang dari tiap sampelnya juga dapat dikatakan baik. Pada sampel logam tembaga yang memiliki panjang 17cm didapatkan akurasi sebesar 98,5%, pada sampel 19cm didapatkan akurasi 99,3%, sampel 21cm didapatkan akurasi 94,7%, dan sampel 23cm didapatkan akurasi 95,52%. Aplikasi blynk pada penelitian ini mampu menampilkan data pengujian berupa nilai T_0 , T , L_0 , ΔL , dan menampilkan *video streaming* dari IP camera yang terpasang untuk memantau prototipe. Selain itu juga mampu untuk mengontrol nyala dan mati kompor listrik, *solenoid valve*, dan sistem prototipe. **Kata kunci :**

Praktikum Koefisien Muai Panjang, *Internet of Things*, Blynk

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa tercurahkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyusun skripsi yang berjudul "*Real Laboratory* Praktikum Koefisien Muai Panjang Berbasis *Internet of Things* dan Aplikasi Android" ini dengan baik. Tidak lupa shalawat serta salam selalu kami haturkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi yang disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana sains dalam Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang ini banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Bapak Agus Sudarmanto, M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang sekaligus Dosen Pembimbing.
4. Bapak Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
5. Bapak Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing.

6. Bapak Ahmad Minanur Rohim, M.Pd. dan Ibu Widyastuti, S.Pd. selaku laboran Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
7. Ibu Khoidatun dan Mbah Ri'ati yang telah memberikan doa, dukungan, dan semua hal yang penulis butuhkan sehingga bisa menyelesaikan pendidikan di tingkat universitas.
8. Teman-teman fisika angkatan ke-3 tahun 2017 yang memberikan dukungan dan perjuangan selama perkuliahan.
9. Teman-teman Kelompok Studi Elektronika dan Instrumentasi yang bersedia direpotkan dalam pembuatan tugas akhir.
10. Teman-teman kos GPRX, kontrakan TSC, kontrakan noto, kos hilmi yang bersedia ditumpangi untuk mengerjakan tugas akhir.
11. Teman-teman saintek sport yang selalu memberikan kelucuan sehingga penulis kembali semangat untuk menyelesaikan tugas akhir.

Penulis juga mengucapkan terima kasih untuk semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna. Oleh karena itu, penulis meminta maaf atas kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan yang lebih baik.

Semarang, 22 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING I	iv
NOTA PEMBIMBING II	v
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Batasan Masalah	5
BAB II LANDASAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori	7
1. Suhu	7
2. Kalor	11
3. Koefisien Muai Panjang	14
4. <i>Internet of Things</i>	16
5. Arduino IDE	17
6. <i>Blynk</i>	20
7. NodeMCU	22
8. <i>IP Camera</i>	25
9. Relay	27
10. <i>Solenoid Valve</i>	29
11. OLED	30
12. Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	34
13. Sensor <i>Thermocouple Type-K</i>	37

14.	Sensor DHT11	39
15.	Metode Penelitian RnD	41
B.	Kajian Hasil Penelitian yang Relevan	42
BAB III METODE PENELITIAN		46
A.	Tempat dan Waktu Penelitian	46
1.	Tempat	46
2.	Waktu	46
B.	Alat dan Bahan	47
C.	Metode	49
1.	Studi Literatur	50
2.	Perancangan <i>Hardware</i>	50
3.	Perancangan <i>Software</i>	50
4.	Analisis Data dan Pembuatan Laporan	51
D.	Desain Alat dan Aplikasi	51
1.	Desain Alat	51
2.	Desain Aplikasi	54
E.	Perancangan Perangkat Keras	55
F.	Perancangan Perangkat Lunak	57
G.	Metode Perancangan Pengujian	58
1.	Perancangan Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	59
2.	Perancangan Pengujian Sensor <i>Thermocouple Type-K</i>	59
3.	Perancangan Pengujian Sensor DHT11	60
4.	Perancangan Pengujian Relay Modul	61
5.	Perancangan Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	61
6.	Perancangan Pengujian <i>IP Camera</i>	61
7.	Perancangan Pengujian Komunikasi Data	61
8.	Perancangan Pengujian Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang Secara Keseluruhan	61
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		64
A.	Hasil Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	66
B.	Hasil Pengujian Sensor <i>Thermocouple Type-K</i>	68
C.	Hasil Pengujian Sensor DHT11	71

D.	Hasil Pengujian Relay Modul	73
E.	Hasil Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	75
F.	Hasil Pengujian <i>IP Camera</i>	77
G.	Hasil Pengujian Komunikasi Data	78
H.	Hasil Pengujian Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang Secara Keseluruhan	80
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		89
A.	Simpulan	89
B.	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		92
Lampiran-lampiran		100

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Koefisien Muai Panjang pada Logam	15
Tabel 2.2	Spesifikasi Nodemcu 1.0 Amica	24
Tabel 2.3	Spesifikasi Ezviz <i>IP Camera</i> C1C	27
Tabel 2.4	Spesifikasi <i>Solenoid Valve</i>	30
Tabel 2.5	Spesifikasi OLED	34
Tabel 2.6	Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04	37
Tabel 2.7	Spesifikasi Sensor <i>Thermocouple Type-K</i> dan Modul MAX6675	39
Tabel 2.8	Spesifikasi Sensor DHT11	40
Tabel 3.1	Daftar Alat	47
Tabel 3.2	Daftar Bahan	48
Tabel 3.3	Daftar Komponen	49
Tabel 4.1	Tabel Perbandingan Pengukuran Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04 dengan Mistar	68
Tabel 4.2	Tabel Perbandingan Pengukuran Sensor <i>Thermocouple Type-K</i> dengan Termometer	70
Tabel 4.3	Tabel Perbandingan Pengukuran Sensor DHT11 dengan Termometer	72
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Relay	74
Tabel 4.5	Hasil Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	76
Tabel 4.6	Hasil Pengujian <i>IP Camera</i>	77
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Sampel Tembaga 17cm	81
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Sampel Tembaga 19cm	81

Tabel 4.9	Hasil Pengujian Sampel Tembaga 21cm	82
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Sampel Tembaga 23cm	83
Tabel 0.1	Hasil Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	100
Tabel 0.2	Hasil Pengujian Sensor <i>Thermocouple</i> <i>Type-K</i>	102
Tabel 0.3	Hasil Pengujian Sensor DHT11	104
Tabel 0.4	Hasil Pengujian Sampel Tembaga 17cm	108
Tabel 0.5	Hasil Pengujian Sampel Tembaga 19cm	109
Tabel 0.6	Hasil Pengujian Sampel Tembaga 21cm	110
Tabel 0.7	Hasil Pengujian Sampel Tembaga 23cm	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Jenis-jenis Termometer	8
Gambar 2.2	Bagan Perubahan Wujud Benda	12
Gambar 2.3	Pemuaian Panjang Benda	14
Gambar 2.4	Interface Arduino IDE	17
Gambar 2.5	<i>Blynk Cloud Server</i>	21
Gambar 2.6	Mikrokontroler Nodemcu	22
Gambar 2.7	Skematik Pin Mikrokontroler Nodemcu	22
Gambar 2.8	Sistem <i>IP Camera</i>	25
Gambar 2.9	<i>IP Camera</i> ezviz C1C	26
Gambar 2.10	Relay Modul	28
Gambar 2.11	Rangkaian Dasar Relay	28
Gambar 2.12	<i>Solenoid Valve</i>	29
Gambar 2.13	Oled I2C Ukuran 0,96 inch	31
Gambar 2.14	Struktur Dasar OLED	31
Gambar 2.15	Konfigurasi OLED	32
Gambar 2.16	Struktur Dasar SMOLED	33
Gambar 2.17	Struktur Dasar PLED Dua Lapis	33
Gambar 2.18	Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	35
Gambar 2.19	Prinsip Pemantulan Sensor dan Konfigurasi Pin <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	36
Gambar 2.20	Diagram Waktu Sensor Ultrasonik HC-SR04	36
Gambar 2.21	Sensor <i>Thermocouple Type-K</i> dan Module MAX6675	37
Gambar 2.22	Rangkaian Dasar <i>Thermocouple Type-K</i>	38
Gambar 2.23	Konfigurasi Pin Modul MAX6675	38

Gambar 2.24	Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11	40
Gambar 3.1	Metodologi Penelitian	49
Gambar 3.2	Desain Alat	51
Gambar 3.3	Aplikasi Blynk	54
Gambar 3.4	Rangkaian Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang	55
Gambar 3.5	Rangkaian Skematik Kontrol Sistem Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang	56
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> IP Camera	56
Gambar 3.7	Tampilan Arduino	57
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang	58
Gambar 4.1	Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang Konvensional	64
Gambar 4.2	Implementasi Prototipe Alat Praktikum	65
Gambar 4.3	Implementasi perancangan sistem perangkat keras	65
Gambar 4.4	Rangkaian Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	66
Gambar 4.5	Proses Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	67
Gambar 4.6	Rangkaian Pengujian Sensor <i>Thermocouple Type-K</i>	69
Gambar 4.7	Proses Pengujian Sensor <i>Thermocouple Type-K</i>	69
Gambar 4.8	Rangkaian Pengujian Sensor DHT11	71
Gambar 4.9	Proses Pengujian Sensor DHT11	72

Gambar 4.10	Rangkaian Pengujian Relay	73
Gambar 4.11	Proses Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	75
Gambar 4.12	Tampilan <i>Video Streaming</i> Blynk	78
Gambar 4.13	Serial Monitor Komunikasi Data	79
Gambar 4.14	Grafik Perbedaan Akurasi Sampel Logam Tembaga	85
Gambar 4.15	<i>Report</i> Data yang Dikirim Oleh Aplikasi Blynk ke <i>E-mail</i>	87
Gambar 0.1	Implementasi Prototipe Alat Praktikum	112
Gambar 0.2	Implementasi Perangkat Keras Sistem dan Kontrol	112
Gambar 0.3	Tampilan OLED Display	113
Gambar 0.4	Proses Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	113
Gambar 0.5	Proses Pengujian Sensor <i>Thermocouple Type-K</i>	114
Gambar 0.6	Proses Pengujian Sensor DHT11	114
Gambar 0.7	Proses Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	115
Gambar 0.8	Ketinggian Air di dalam Ketel $\geq 90\%$	115
Gambar 0.9	Ketinggian Air di Dalam Ketel $\leq 90\%$ dan $\geq 40\%$	116
Gambar 0.10	Ketinggian Air di Dalam Ketel $<40\%$	116
Gambar 0.11	Implementasi Aplikasi Blynk dan Proses Pengujian Prototipe	117

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Pengujian Sensor 100
Lampiran 2	Data Nilai Koefisien Muai Panjang 106
Lampiran 3	Gambar Protoripe Alat Praktikum Koefisien Muai panjang dan Proses Pengujian 112
Lampiran 4	Datasheet Sensor 118
Lampiran 5	Cara Penggunaan Protoripe Alat Praktikum Koefisien Muai panjang 141
Lampiran 6	<i>Source Code</i> Sistem Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang 148
Lampiran 7	<i>Source Code</i> Kontrol Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang 152

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran di sekolah dan jurusan pada perguruan tinggi yang tergolong sulit. Hal itu karena fisika merupakan cabang ilmu yang abstrak dan teoritis. Ditambah lagi, dalam proses belajar biasanya tenaga pendidik hanya menggunakan metode ceramah saja untuk menerangkan konsep fisika. Sehingga materi dan konsep fisika yang disampaikan kurang bisa diterima dan dipahami. Padahal proses belajar yang seperti itu dapat membuat fisika semakin abstrak dan akhirnya fisika dianggap sangat sulit. (Subianto, 2009)

Pelaksanaan proses belajar mengajar pada dasarnya juga harus menggunakan metode pembelajaran yang berbasis aktivitas peserta didik seperti eksperimen. Metode eksperimen atau disebut juga metode percobaan merupakan pembelajaran terhadap peserta didik agar melakukan kegiatan penyelidikan dalam proses belajarnya, sehingga peserta didik mempunyai keterampilan dalam menggunakan metode ilmiah (Hikmawati et al., 2018). Salah satu materi fisika dasar yang jika dilakukan dengan metode eksperimen akan lebih mudah dipahami adalah koefisien muai panjang.

Secara umum suatu benda akan berubah ukuran apabila suhunya berubah. Bila suhu yang ada pada benda naik, maka benda tersebut akan memuai (Fansuri, 2012). Dalam pemuaian thermal, logam akan memuai jika dipanaskan dan pemuaianya akan berbeda tergantung jenis logamnya. Faktor yang menentukan

besarnya pemuaian panjang pada jenis zat dinamakan koefisien panjang. Atau bisa dikatakan juga koefisien muai panjang menggambarkan perubahan suhu terhadap perubahan ukuran dari suatu obyek (Serway Jewett, 2010). Logam dapat memuai jika terkena panas atau mengalami kenaikan suhu. Faktor lain yang mempengaruhi pemuaian logam adalah koefisien muai panjang. Jadi semakin tinggi nilai koefisien muai panjangnya maka logam akan semakin cepat memuai. (Pujayanto et al.,2016)

Kegiatan belajar mengajar menggunakan metode percobaan atau eksperimen ini terkendala karena adanya pandemi covid-19 yang tak kunjung usai. Pandemi covid-19 mengharuskan kegiatan yang berhubungan dengan tatap muka untuk sementara ini ditiadakan. Kegiatan belajar mengajar menggunakan metode eksperimen juga pasti ditiadakan juga. Hal ini sangat berpengaruh terhadap proses pemahaman peserta didik terhadap materi yang disampaikan. Seluruh peserta didik dari segala tingkatan terdampak dengan adanya wabah ini.

Wabah ini mengharuskan semua elemen masyarakat untuk menemukan solusi agar segala kegiatan tetap berjalan dengan semestinya. Namun pada zaman sekarang kemajuan teknologi sangat pesat, contohnya seperti mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC. Sehingga mikrokontroler sering disebut single chip microcomputer yang tentu memiliki elemen *processor*, *memory*, *input*, dan *output* (Chamim, 2010). Keuntungan dari penggunaan teknologi mikrokontroler ini bisa berupa alat ukur otomatis yang sudah digital dengan layar LCD sebagai tampilannya, untuk itu teknologi tidak pernah bisa lepas dari penggunaan

mikrokontroler, sensor, dan transduser (Jayanti et al., 2020). Mikrokontroler memiliki jenis yang beragam salah satunya nodemcu. Nodemcu merupakan sebuah board mikrokontroler berbasis *chip* ESP8266 dengan kemampuan yang dapat terkoneksi dengan internet sehingga bisa dimanfaatkan sebagai salah satu pilihan mikrokontroler untuk proyek *Internet of Things*(IoT) (Dewi et al., 2019).

Internet of Things atau bisa disingkat IoT merupakan sebuah gagasan teknologi yang membuat semua benda di dunia nyata dapat saling berkomunikasi sebagai bagian satu kesatuan sistem, dengan memanfaatkan jaringan internet sebagai penghubung satu sama lain. Jadi pada dasarnya, perangkat IoT ini merupakan mikrokontroler pengolah data, dimana data ini didapatkan dari sensor yang kemudian di proses lewat mikrokontroler yang bisa digunakan untuk mengakses internet, kemudian internet ini menjadi media pengirim data dari mikrokontroler ke *smartphone* yang biasanya berupa aplikasi maupun web. (Efendi, 2018)

Berdasarkan uraian di atas, teknologi IoT dan mikrokontroler bisa dimanfaatkan sebagai media pembelajaran pada praktikum fisika dasar materi koefisien muai panjang, sehingga praktikum tetap bisa dilaksanakan meskipun praktikan di rumah masing-masing. Praktikum ini diperlukan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi penambahan panjang logam dan sensor suhu sebagai pendeteksi perubahan suhunya yang sudah berbasis *Internet of Things* (IoT).

B. Rumusan Masalah

Penelitian ini akan menghasilkan prototipe pengembangan alat eksperimen koefisien muai panjang berbasis *Internet of Things* (IoT), sehingga peneliti dapat merumuskan beberapa rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana pengembangan prototipe alat praktikum *real laboratory* praktikum koefisien muai panjang berbasis *internet of things* dan aplikasi android?
2. Bagaimana prinsip kerja *real laboratory* praktikum koefisien muai panjang berbasis *internet of things* dan aplikasi android?
3. Bagaimana nilai ketelitian atau akurasi *real laboratory* praktikum koefisien muai panjang berbasis *internet of things* dan aplikasi android?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Menghasilkan pengembangan prototipe alat praktikum *real laboratory* praktikum koefisien muai panjang berbasis *internet of things* dan aplikasi android.
2. Menganalisis prinsip kerja *real laboratory* praktikum koefisien muai panjang berbasis *internet of things* dan aplikasi android.

3. Menganalisis nilai ketelitian atau akurasi dari *real laboratory* praktikum koefisien muai panjang berbasis *internet of things* dan aplikasi android.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan memberikan hasil yang bermanfaat bagi banyak pihak, seperti :

1. Menjadi salah satu referensi mengenai alat eksperimen koefisien muai panjang yang sudah berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Sebagai salah satu solusi untuk menghadirkan *real laboratory*, agar praktikan tetap bisa melakukan kegiatan eksperimen koefisien muai panjang meskipun sedang tidak berada di laboratorium fisika UIN Walisongo.
3. Menambah literatur dan penelitian di bidang *Internet of Things* (IoT) dan eksperimen koefisien muai panjang.

E. Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini terdapat pembatasan masalah yang meliputi :

1. Penelitian yang dilakukan berupa prototipe.
2. Pengukuran kenaikan suhu uap air menggunakan sensor *thermocouple type-k*.
3. Pengukuran muai panjang logam tembaga menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04.

4. Pengukuran suhu ruangan menggunakan sensor DHT11.
5. Kalibrasi dan karakterisasi sensor menggunakan alat ukur.
6. Logam yang digunakan untuk eksperimen hanya logam tembaga dengan sampel berjumlah 4 buah yang memiliki panjang berbeda.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Suhu

Suhu merupakan suatu besaran fisika yang hanya dapat dirasakan oleh indera perasa tubuh. Suhu ini dirasakan dalam bentuk rasa dingin atau panas. ketika tubuh berada di bawah terik matahari atau tangan ketika memegang es, maka otak akan menginstruksikan rasa panas maupun dingin. Bisa dikatakan juga jika ukuran derajat panas maupun dingin suatu benda disebut suhu. (Abdullah, 2016)

Indera pada tubuh tidak selamanya menjadi patokan untuk mengetahui suhu sebuah benda. Misalnya ada dua benda yang sama-sama dikeluarkan dari lemari es, kedua benda tersebut pasti dingin karena dikeluarkan dari lemari es. Benda pertama dimasukkan ke kotak kardus, sedangkan benda kedua dimasukkan ke kotak berbahan logam. Ketika kedua kotak tersebut sama-sama diangkat maka kotak berbahan logam akan terasa dingin, sedangkan kotak kardus tidak terasa dingin. Fenomena itu terjadi karena logam merupakan salah satu konduktor atau penghantar kalor yang baik, sedangkan kardus termasuk dalam isolator atau penghantar kalor yang buruk. Untuk itu, maka dibuatlah sebuah alat ukur suhu yang dinamakan termometer. (Serway Jewett, 2010)

Termometer merupakan alat ukur suhu. Dewasa ini termometer memiliki berbagai jenis dan jangkauan pengukuran yang dibuat sesuai kebutuhan. Sebagai contohnya, termometer untuk mengukur suhu tubuh memiliki rentang jangkauan kurang lebih 30°C - 50°C . Karena manusia tidak ada yang suhu tubuhnya kurang dari atau lebih dari rentang suhu yang disebutkan tadi. Tentu saja termometer suhu tubuh dengan termometer pada industri, termometer pada laboratorium, dan lainnya memiliki rentang suhu yang berbeda sesuai dengan kebutuhan. (Abdullah, 2016)



Gambar 2.1. Jenis-jenis Termometer
(Abdullah, 2016)

Teknologi berkembang dengan pesat, Salah satunya penemuan alat ukur suhu atau termometer yang jenisnya juga beragam. Perkembangan teknologi merupakan salah satu kuasa Allah swt. Allah swt memberikan suatu akal dan pikiran kepada manusia sehingga manusia bisa mengembangkan teknologi seperti sekarang ini. Untuk itu Allah swt berfirman pada Al-Qur'an Surat Yasin ayat 80 yang memeringatkan manusia agar tidak melupakan hakikat dan usur-usur sumber energi panas. Firman Allah swt dalam QS Yasin ayat 80 berbunyi :

الَّذِي جَاءَ لَكُمْ مِنَ الشَّجَرِ لَا خَضِرٍ نَارًا فَاءِ ذَا أَنْتُمْ مِنْهُ تُوقِدُونَ (٨٠)

Artinya : "yaitu (Allah) yang menjadikan api untukmu dari kayu yang hijau, maka seketika itu kamu nyalakan (api) dari kayu itu" QS Yasin(80).

Penjelasan dari ayat tersebut menurut (Azhar, 2021) dalam tafsir al-misbah menerangkan jika Allah swt ingin memperlihatkan keagungan-Nya dengan menyatakan bahwa api bisa dinyalakan dari kayu yang hijau. Kayu yang hijau ini merupakan kata lain dari kayu yang masih basah, padahal api dengan kayu yang basah atau air merupakan suatu hal yang kontradiksi.

Alat ukur suhu atau biasa disebut termometer tentu memiliki skala suhu. Skala suhu secara internasional ada beberapa macam yaitu skala reamur, skala celcius, skala fahrenheit, dan skala kelvin. Untuk menentukan skala suhu, maka sebelumnya harus menentukan dua peristiwa dimana suhu tersebut akan ditetapkan. Misalnya peristiwa pertama adalah es yang melebur menjadi air murni sebagai suhu 0° dan air yang baru saja mendidih. Kemudian baru bisa ditetapkan sebuah skala suhu.

Skala Reamur

Berdasarkan dua ketentuan yang sudah disepakati sebelumnya, maka skala suhu reamur dapat ditetapkan dengan :

- a. Suhu es murni yang sedang melebur pada tekanan satu atmosfer ditetapkan sebagai suhu 0° .
- b. Suhu air murni yang sedang mendidih pada tekanan satu atmosfer diterapkan sebagai suhu 80° .

Jadi bisa dikatakan ketika memanaskan es yang sudah melebur menjadi air yang baru saja mendidih pada udara terbuka (tekanan 1 atmosfer) adalah sebesar 80°R . (Abdullah, 2016)

Skala Celcius

Karena kedua ketentuan yang sudah disepakati sebelumnya, maka skala suhu celcius dapat ditetapkan dengan :

- a. Suhu es murni yang sedang melebur pada tekanan satu atmosfer ditetapkan sebagai suhu 0° .
- b. Suhu air murni yang sedang mendidih pada tekanan satu atmosfer diterapkan sebagai suhu 100° .

Jadi dapat dikatakan ketika memanaskan es yang sudah melebur menjadi air yang baru saja mendidih pada udara terbuka (tekanan 1 atmosfer) adalah sebesar 100°C . (Abdullah, 2016)

Skala Fahrenheit

Skala suhu fahrenheit ditetapkan agak sedikit berbeda dengan penetapan skala reamur dan celcius. Skala fahrenheit ditetapkan dengan :

- a. Suhu es murni yang sedang melebur pada tekanan satu atmosfer ditetapkan sebagai suhu 32° .
- b. Suhu air murni yang sedang mendidih pada tekanan satu atmosfer diterapkan sebagai suhu 212° .

Sederhananya, es yang sedang melebur dipanaskan sehingga menjadi air yang sedang mendidih pada udara terbuka, maka kenaikan suhu sebesar $(212 - 32) = 180$ derajat skala fahrenheit, atau 180°f . (Abdullah, 2016)

Skala Kelvin

Skala suhu kelvin ditentukan dengan cara yang berbeda juga, skala kelvin ini mengikuti skala celsius hanya saja ditambah dengan 273 dalam skala kelvin atau 273 K. Sehingga suhu kelvin dapat ditetapkan dengan :

- a. Suhu ketika partikel-partikel zat di alam semesta tidak bergerak lagi dipilih sebagai titik acuan bawah. Suhu titik acuan bawah ini diambil sebagai nol derajat mutlak atau nol kelvin. Suhu es murni melebur pada tekanan satu atmosfer adalah 0°C dan sama dengan $0 + 273 = 273 \text{ K}$.
- b. Besar kenaikan suhu untuk tiap kenaikan skala kelvin sama dengan besar kenaikan suhu untuk tiap kenaikan skala celsius. Suhu air murni mendidih pada tekanan satu atmosfer adalah 100°C dan sama dengan $100 + 273 = 373 \text{ K}$.

2. Kalor

Kalor merupakan peristiwa memindahkan energi yang melewati batas sistem berdasarkan pada berubahnya suhu antara sistem dengan lingkungannya. Sederhananya adalah ketika menaruh sebuah panci berisi air pada kompor yang menyala. Maka energi kalor pada kompor akan berpindah ke panci sehingga air akan mendidih karena energi kalor. (Serway Jewett, 2010)

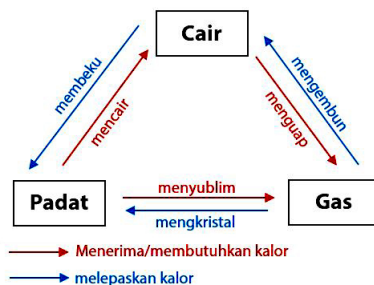
Suatu benda yang menyerap kalor maka suhu benda tersebut pastinya akan naik. Kenaikan suhu terjadi karena getaran atom benda semakin kencang. Getaran akan semakin kencang jika kalor yang diserap juga besar. Fenomena perpindahan kalor ini dapat mengakibatkan benda akan mengalami kenaikan suhu dan bahkan bisa mengubah wujud zat suatu benda. (Abdullah, 2016)

Peristiwa perpindahan kalor ini juga telah diterangkan di dalam Al-Quran pada Surat Al-Kahfi Ayat 96. Dalam Surat tersebut Allah berfirman :

ءَاثُوْنِيْ زُبْرًا لِّحْدِيْدٍ حَتّٰى ءَاثُوْنِيْ يَنْصَدَفَيْنِ قَالَ اَنْفُخُوْا حَتّٰى ءَاثُوْنِيْ نَارًا قَالَ ءَاثُوْنِيْ اُفْرِغْ عَلَيْهِ قَطْرًا (٩٦)

Artinya : "Berilah aku potongan-potongan besi" Hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, berkatalah Zulkarnain: Tiuplah (api itu)". Hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, dia pun berkata: "Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atas besi panas itu"" QS Al-Kahfi(96).

Inti dari potongan ayat tersebut menurut (Astamal, 2021) dalam tafsir kemenag adalah membuat sebuah benteng dari potongan besi, yang kemudian ketika benteng dari besi sudah tinggi, besi tersebut dipanaskan dengan cara meniupkan api ke benteng besi tersebut hingga memerah. Itu merupakan fenomena perpindahan kalor. Lalu dituangkan leburan tembaga ke besi tersebut berguna untuk merekatkan besi sehingga semakin kuat.



Gambar 2.2. Bagan Perubahan Wujud Benda
(www.antotunggal.com)

Perpindahan kalor ke benda dapat mengakibatkan benda berubah wujud atau zat. Misalkan es ketika dipanaskan akan mencair. Fenomena perubahan zat benda ada beberapa macam yaitu ada mencair, menguap, menyublim, dan membeku. Mencair merupakan fenomena perubahan zat dari padat menjadi cair, contohnya adalah ketika memanaskan es batu tadi. Menguap merupakan fenomena perubahan wujud benda dari cair menjadi gas, contohnya adalah ketika air dipanaskan maka akan mendidih dan akan menguap. Menyublim merupakan fenomena perubahan wujud benda dari padat menjadi gas, contohnya adalah kapur barus yang diletakkan pada udara terbuka maka lama-lama akan semakin mengecil karena berubah menjadi gas. Membeku merupakan fenomena perubahan wujud benda dari cair menjadi padat, hal ini bisa ditemukan pada fenomena pembuatan es dari air yang dimasukkan ke dalam *freezer* akan menjadi es.

Peristiwa perubahan zat benda juga diterangkan dalam Al-Qur'an pada Surat Ar-Rad ayat 17 yang berbunyi :

أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا بِهِ حَدَائِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ مِمَّا زَكَّاهُمْ بِهِ وَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خِثَّاءَ النَّارِ لَعْنَةُ اللَّهِ عَلَى الَّذِينَ اتَّبَعُوا أَهْلَ الْبَيْتِ الَّذِي كَفَرَ بَعْدَ مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُتُ فِي الْآرْضِ كَذًا لَكَ يَصْرَبُ اللَّهُ الْآمُتَال (١٧)

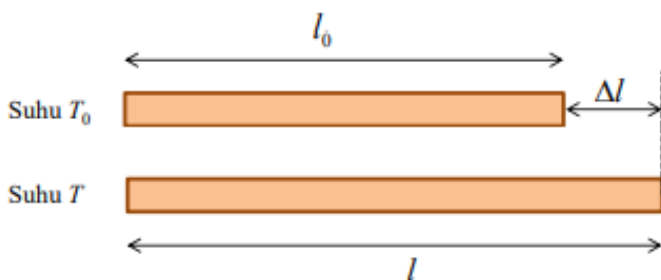
Artinya : "Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah air di lembah-lembah menurut ukurannya, maka arus itu membawa buih yang mengembang. Dan dari apa (logam) yang mereka lebur dalam api untuk membuat perhiasan atau alat-alat, ada (pula) buihnya seperti buih arus itu. Demikianlah Allah membuat perumpamaan (bagi) yang benar

dan yang batil. Adapun buih itu, akan hilang sebagai sesuatu yang tak ada harganya; adapun yang memberi manfaat kepada manusia, maka ia tetap di bumi. Demikianlah Allah membuat perumpamaan-perumpamaan." QS Ar-Rad 17.

Dalam ayat tersebut dijelaskan menurut (Redaksi, 2021) dalam tafsir kemenag bahwa hujan merupakan fenomena kekuasaan Allah swt yang telah diatur oleh-Nya. Fenomena alam merupakan salah satu bukti dari Yang Maha Kuasa, untuk itu manusia juga dipaksakan tunduk kepadanya serta mentaati aturan dan hukum-hukum alam yang telah dibuat-Nya.

3. Koefisien Muai Panjang

Pemuaian merupakan perubahan ukuran suatu benda ketika benda tersebut mengalami perubahan suhu akibat perpindahan kalor dari benda lain atau dari lingkungan. Semua zat mengalami pemuaian baik zat cair, zat padat, maupun gas. Pada kasus kali ini, benda padat akan mengalami beberapa jenis muai yaitu muai panjang, muai luas, dan muai volume. (Jua, 2017)



Gambar 2.3. Pemuaian Panjang Benda
(Abdullah, 2016)

Koefisien muai panjang memiliki nilai berbeda-beda tergantung jenis bahan benda. Bisa dikatakan juga, jika koefisien muai panjang adalah salah satu karakteristik khusus jenis bahan dalam merespon terjadinya kenaikan suhu. Nilai koefisien muai panjang tiap bahan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Koefisien Muai Panjang pada Logam

Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang ($/^{\circ}C$)
Kaca Pyrex	0,000003
Platina	0,0000089
Kaca	0,000009
Baja	0,000011
Besi	0,000012
Tembaga	0,0000167
Kuningan	0,000019
Aluminium	0,000025
Seng	0,000026

Perubahan panjang benda padat akibat memuai ini sebanding dengan panjang mula-mula dikali dengan perubahan suhu (Abdullah, 2016). Rumus koefisien muai panjang dapat dituliskan secara matematis menggunakan persamaan berikut :

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T} \quad (2.1)$$

$$\Delta L = L_t - L_0 \quad (2.2)$$

$$\Delta T = T - T_0 \quad (2.3)$$

Keterangan :

α merupakan koefisien muai panjang ($^{\circ}C$)

ΔT merupakan pertambahan panjang logam (m)

ΔT merupakan perubahan suhu ($^{\circ}C$)

L_t merupakan panjang benda setelah dipanaskan (m)

L_0 merupakan panjang benda mula-mula (m)

T merupakan suhu benda setelah dipanaskan ($^{\circ}C$)

T_0 merupakan suhu benda mula-mula ($^{\circ}C$)

4. *Internet of Things*

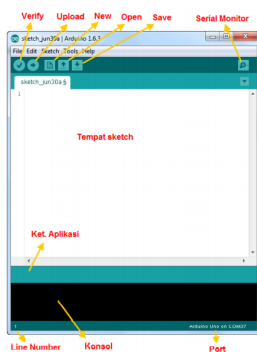
Internet of Things (IoT) merupakan salah satu konsep pemanfaatan dari penggunaan internet sebagai sebuah infrastruktur jaringan global yang diakses secara terus menerus. IoT menghubungkan benda-benda yang berbentuk fisik maupun virtual melalui data *capture* dan komunikasi dengan sensor sebagai pengembangan layanan (Kusumaningrum, 2017). IoT bisa juga didefinisikan sebagai interaksi segala aktifitas dengan memanfaatkan jaringan internet, sehingga IoT bisa dimanfaatkan untuk transportasi online, *e-commerce*, pemesanan tiket secara online, *live streaming*, *e-learning*, *GPS tracking*, dan segala jenis aktifitas yang memerlukan jaringan internet (Sulaimann et al., 2017).

Internet of Things merupakan sebuah gagasan jika semua benda di dunia dapat berkomunikasi satu sama lain dengan jaringan internet sebagai penghubung. Misalnya sebuah rumah pintar yang dapat dikontrol dan dipantau dalam jarak yang cukup jauh atau CCTV di sepanjang jalan yang dikontrol dalam sebuah ruang kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. Perangkat IoT pada dasarnya terdiri dari sensor sebagai media

pengumpul data, sambungan internet digunakan untuk media komunikasi, dan server untuk mengumpulkan dan menganalisa informasi yang diterima sensor. (Efendi, 2018)

5. Arduino IDE

Software Arduino Integrated Development Environment atau disingkat Arduino IDE diperlukan untuk membuat dan mengembangkan *sketch* program sebuah *project* berbasis mikrokontroler. Beberapa mikrokontroler yang dapat diprogram menggunakan Arduino IDE adalah semua jenis mikrokontroler arduino, mikrokontroler berbasis chip ESP8266, mikrokontroler berbasis chip ESP32 dan masih banyak lagi. Perangkat lunak ini dapat diunduh secara gratis pada *website* arduino.cc (Kadir, 2018). Arduino IDE digunakan sebagai media untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* atau *sketch*. *Sketch* pada arduino ide ini merupakan *source code* berisi algoritma dan logika yang akan diunggah ke mikrokontroler (Santoso, 2015).



Gambar 2.4. Interface Arduino IDE
(Santoso, 2015)

Arduino IDE memiliki *interface* yang tampak pada gambar 2.4 dengan penjelasan tiap bagiannya sebagai berikut :

- a. *Verify* atau *compile* merupakan *button* yang digunakan untuk memverifikasi sebuah *sketch* apakah ada kesalahan atau tidak, jika tidak ada maka proses *compile* berhasil dan *sketch* siap untuk diupload ke mikrokontroler. Namun sebelum diverify jika *sketch* belum tersimpan maka harus disimpan terlebih dahulu.
- b. *Upload* merupakan *button* untuk mengunggah sebuah *sketch* ke mikrokontroler. Berbeda dengan *button verify*, *button upload* akan dengan otomatis memverifikasi sebuah *sketch* dan jika tidak ada kesalahan maka *sketch* tersebut akan langsung diunggah ke mikrokontroler.
- c. *New Sketch* digunakan untuk membuka *window* atau membuat *sketch* baru.
- d. *Open Sketch* digunakan untuk membuka *sketch* yang sebelumnya sudah dibuat dan disimpan pada perangkat.
- e. *Save Sketch* merupakan *button* untuk menyimpan *sketch* pada perangkat tapi tidak disertai *verify*.
- f. *Serial Monitor* digunakan sebagai membuka tampilan komunikasi serial mikrokontroler.
- g. *Keterangan Aplikasi* merupakan pesan-pesan seperti *done compiling* jika *sketch* sudah benar dan tidak ada kesalahan dan *done uploading* ketika *sketch* berhasil diupload ke mikrokontroler.

- h. Konsol merupakan pesan-pesan yang berisi tentang keterangan *sketch* ketika sedang diupload dan diverify, jadi ketika *sketch* masih ada kesalahan akan ditampilkan pada bagian konsol.
- i. Baris *Sketch* merupakan bagian untuk menunjukkan baris pada kursor yang sedang aktif.
- j. Informasi *Port* merupakan bagian yang menunjukkan port yang dipakai dan board yang digunakan untuk sebuah sketch. (Santoso, 2015)

Arduino menggunakan bahasa pemrograman C yang sudah dimodifikasi dan kemudian bisa disebut dengan pemrograman C for Arduino. Untuk itu Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA yang dilengkapi dengan *library C/C++ (wiring)*, yang membuat operasi *input/output* lebih mudah. Selain itu pada setiap mikrokontroler yang dapat diprogram menggunakan arduino IDE sudah dipasang sebuah *boatloader* yang berguna untuk menjadi penengah antara *compiler* mikrokontroler tersebut dengan *software* Arduino IDE.

Secara prinsip, setiap *sketch* yang dibuat pada Arduino IDE menggunakan dua fungsi yang bernama *setup* dan *loop*. Fungsi adalah blok kode yang sudah diinisiasi sebelumnya dan akan dieksekusi atau dijalankan ketika nama beserta argumennya dipanggil. Kegunaan dua fungsi tersebut adalah :

- a. Fungsi *Setup* digunakan sebagai tindakan awal dan hanya dilakukan sekali.
- b. Fungsi *Loop* berisi kode yang akan diulang secara terus-menerus dan akan berhenti jika *power supply*

mikrokontroler diputus atau dimatikan. (Kadir, 2018)

6. *Blynk*

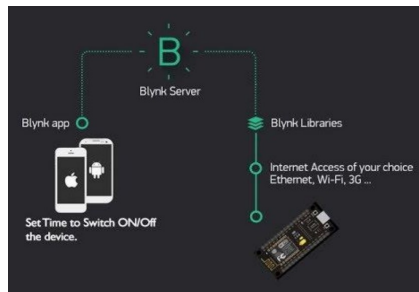
Blynk merupakan penyedia layanan server berbentuk aplikasi *smartphone* android maupun iOS yang dapat menjadi salah satu pilihan dalam membuat sebuah *project* berbasis *Internet of Things* (Hariri et al., 2019). Dalam penggunaannya, aplikasi *blynk* mampu membuat sebuah *project interface* dengan berbagai jenis komponen *input* maupun *output* yang berfungsi sebagai *sender* maupun *receiver* data yang dapat direpresentasikan dalam bentuk visual angka maupun grafik (Juwariyah et al., 2018).

Seiring dengan perkembangan zaman, aplikasi *blynk* merupakan salah satu bukti dari majunya teknologi yang berkembang saat ini karena aplikasi *blynk* bersifat sangat mudah digunakan sebagai penampil data dan pengontrol beban (Aini, 2018). Aplikasi *blynk* terdiri atas 3 komponen utama yaitu *blynk apps*, *blynk server*, dan *blynk library*.

Blynk Apps

Blynk Apps merupakan salah satu layanan untuk membuat suatu *project* aplikasi dengan berbagai macam komponen masukan dan keluaran yang mendukung pengiriman serta penerima data sesuai dengan komponen yang dipilih (Hariri et al., 2019).

Blynk Server



Gambar 2.5. *Blynk Cloud Server*
(Hariri, 2019)

Blynk server merupakan fasilitas *server* yang disediakan Aplikasi *Blynk* dengan memanfaatkan *cloud* yang bersifat *open source* untuk mengatur komunikasi antara aplikasi dengan perangkat keras yang ingin diakses (Hariri et al, 2019).

Blynk Library

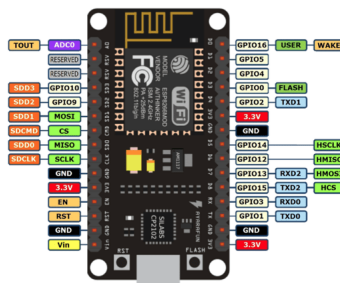
Blynk library merupakan layanan yang digunakan untuk membantu dalam hal pengembangan code karena tersedia dalam banyak platform hardware sehingga sangat memudahkan para pengembang IoT (Hariri et al, 2019).

7. NodeMCU



Gambar 2.6. Mikrokontroler Nodemcu
(Efendi et al., 2019)

Nodemcu merupakan *board* mikrokontroler berbasis ESP8266 yang mampu terkoneksi dengan internet karena memiliki fasilitas *WiFi* di dalamnya, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu pilihan untuk proyek *Internet of Things* (Dewi et al., 2019). ESP8266 mempunyai kemampuan untuk mengolah dan menyimpan *on-board* yang kuat, memungkinkan nodeMCU untuk diintegrasikan dengan sensor dan aplikasi lain melalui GPIOs dan pengembangan yang mudah serta *loading* yang minimal (Hidayat et al, 2018).



Gambar 2.7. Skematik Pin Mikrokontroler Nodemcu
(www.nyebarilmu.com)

Mikrokontroler Nodemcu bisa diprogram menggunakan *software* Arduino IDE yang kemudian untuk pengiriman programnya menggunakan USB *port* yang sudah tersedia di modul nodemcu (Novelan, 2020). Pada dasarnya nodemcu merupakan pengembangan dari ESP8266 dengan *firmware* e-Lua. Selain USB *port*, nodemcu juga memiliki dua buah tombol yaitu flash dan reset. Selain menggunakan arduino IDE, nodemcu juga menggunakan bahasa pemrograman Lua yaitu *package* yang disediakan oleh ESP8266. Bahasa Lua mempunyai susunan pemrograman dan logika yang sama dengan bahasa c dan berbeda pada sintaknya saja. Jika memprogram menggunakan bahasa Lua diperlukan *tool* Lua *loader* atau Lua *uploader*. Perbedaan antara penggunaan arduino IDE dan bahasa Lua adalah jika menggunakan arduino IDE diperlukan *firmware* keluaran dari Ai-thinker yang sudah *support* dengan AT Command, sedangkan untuk penggunaan *tool* Lua *loader* digunakan *firmware* nodeMCU (Ashari et al, 2019).

Dalam perkembangannya, nodemcu memiliki beberapa varian board yaitu V1, V2, dan V3. Secara umum ada 3 produsen yang memproduksi nodemcu yang kini beredar di pasaran Amica, DOIT, dan Lolin/Wemos. Selain itu, *chip* yang digunakan tiap versi berbeda. Pada V2 misalnya, *chip* yang digunakan adalah ESP-12E sedangkan pada V1 ESP-12 sehingga IC USB to Serial diubah dari yang sebelumnya CHG340 menjadi CP2102. (Satriadi, 2019).

Penelitian ini menggunakan dua buah nodemcu. Nodemcu pertama digunakan sebagai mikrokontroler pengolah data untuk menganalisa kenaikan suhu pada ketel dan pemuatan panjang pada logam tembaga atau sistem. Kemudian nodemcu kedua digunakan untuk mengontrol relay untuk menyalakan nodemcu untuk sistem, menyalakan kompor listrik untuk memanaskan

ketel, dan menyalakan kran solenoid. Nodemcu yang digunakan peneliti memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.2. Spesifikasi Nodemcu 1.0 Amica

(Firdausi, 2018)

Parameter	Spesifikasi
Produsen	Amica
Tegangan antarmuka komunikasi	3.3 DCV
Jenis antena	antena PCB internal
Standar nirkabel	802.11
WiFi	2.4GHz
Kemampuan driver port	15mA
ADO	1 pin ADC
Input daya	4.5 DCV 9 DCV (10 DCVMAX)
Arus transmisi kontinu	70mA (200mA MAX)
Arus transmisi siaga	200uA
Kecepatan transfer	110-460800bps
Antarmuka komunikasi data	UART / GPIO
Pembaruan firmware jarak jauh	(OTA)
Mendukung Smart Link	Smart Networkingc
Tipe Drive	Driver H-bridge
ESP8266	ESP-12E
GPIO Pin	13
USB port	Micro USB
USB to Serial Converter	CP2102
Ukuran <i>board</i> nodeMCU	47 x 24 mm
Ukuran <i>flash</i>	4 mb

8. *IP Camera*

IP Camera merupakan kamera CCTV (*Closed-circuittelevision*) yang menggunakan *Internet Protocol* sebagai media pengirim data gambar maupun video dan sinyal kendali *Fast Ethernet link*. Pada dasarnya *IP Camera* ini mirip dengan analog televisi sirkuit tertutup. Beberapa *IP Camera* biasanya diletakkan bersama dengan perekam *video digital* (DVR) atau jaringan perekam *video* (NVR) untuk membentuk sebuah serangkaian sistem pengawasan. (Lawa et al., 2012)



Gambar 2.8. Sistem *IP Camera*
(Pambudhi et al., 2017)

IP Camera adalah pengembangan dari kamera CCTV analog yang fungsi dan cara kerjanya lebih unggul dari CCTV analog. Keunggulan *IP Camera* dapat dilihat dari jenis tangkapan gambar dan video yang dihasilkan oleh *IP Camera* lebih jelas karena resolusinya sudah megapixel. Selain itu, Perbedaan *IP Camera* dan CCTV analog adalah pada penggunaan jenis kabel. *IP Camera* menggunakan kabel berjenis UTP sedangkan CCTV analog masih menggunakan kabel jenis *coaxial*. *IP Camera* mampu mengirim data dan mengonversi *video* rekaman ke dalam *file digital* yang dapat dilihat melalui jaringan internet menggunakan alamat IP. Jadi pengguna dapat mengakses gambar dan video yang disajikan

oleh *IP Camera* menggunakan *webbrowser* seperti *Chrome*, *Mozilla Firefox*, *Internet Explorer*, dan *webbrowser* lainnya. (Pambudhi et al., 2017)



Gambar 2.9. *IP Camera* ezviz C1C
(www.blibli.com)

Penelitian kali ini menggunakan Ezviz C1C sebagai *IP Camera*. Penggunaan kamera ini karena selain resolusinya bagus dan harganya terjangkau, juga kamera Ezviz C1C bisa diakses menggunakan metode RTSP. RTSP atau *Real Time Streaming Protocol* adalah protokol untuk mengontrol pengiriman data seperti audio dan video yang bersifat real time.

RTSP banyak digunakan industri pengembang teknologi khususnya pada streaming media, banyak media player pada smartphone maupun PC yang sudah terintegrasi dengan protokol RTSP. Pada protokol RTSP port default yang biasa digunakan adalah 544 (Apriyani et al., 2020). RTSP memudahkan pengguna untuk membuat aplikasi streaming media menggunakan blynk, karena jika menggunakan RTSP pengguna tidak perlu memerhatikan penggunaan board project. Sehingga bisa sangat menyesuaikan kebutuhan pengguna. Ezviz *IP Camera* C1C memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.3. Spesifikasi Ezviz IP Camera C1C

(Firdausi, 2018)

Parameter	Spesifikasi
<i>Image Sensor</i>	<i>1/4 Inch Progressive Scan CMOS</i>
<i>Shutter Speed</i>	<i>Self-adaptive shutter</i>
Lensa	2.8mm, view angle 92° (Horizontal), 110° (Diagonal)
Lensa Mount	M12
DNR	3D DNR
Resolusi Maksimum	1280 x 720
<i>Frame Rate</i>	Maksimum 20fps
Kompresi video	H.264
Penyimpanan	<i>Micro SD card</i> (Max. 256G)
Tegangan input	DC 5V
Konsumsi Daya	Maksimum 4.0W
<i>IR range</i>	Max. 12 meters

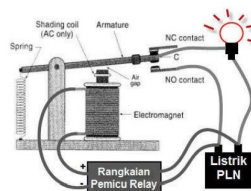
9. Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang digunakan sebagai saklar pada suatu proyek berbasis elektronika. Relay sebagai saklar otomatis yang pengoperasiannya menggunakan listrik bertegangan, yang terdiri dari dua komponen elektro mekanis yaitu *coil* atau kumparan sebagai komponen elektromagnetik dan seperangkat *contact* sebagai fungsi mekanis. (Efendi, 2019)



Gambar 2.10. Relay Modul
(histla.web.id)

Kumparan atau coil terbuat dari gulungan kawat yang dalam cara kerjanya dialiri arus listrik, sedangkan contact adalah saklar otomatis yang akan nyala atau mati tergantung dari ada atau tidaknya arus listrik pada kumparan. Contact pada relay ada dua jenis, *Normally Open (NO)* dan *Normally Close (NC)*. NO adalah kondisi awal relay sebelum diaktifkan atau belum diberikan tegangan berada pada posisi terbuka atau *open*, sedangkan NC merupakan kondisi awal relay sebelum diberikan tegangan listrik dalam posisi tertutup atau *close*. Sederhananya, relay memiliki prinsip kerja jika kumparan mendapat tegangan listrik akan timbul gaya elektromagnetik sehingga akan menarik armatur berpegas, dan *contact* akan menutup. (Satriadi et al, 2019)



Gambar 2.11. Rangkaian Dasar Relay
(Satriadi, 2019)

Relay dibutuhkan sebagai eksekutor dan *interface* antara sebuah beban dengan sistem kendali yang berbeda tegangan pada *power supply*. Selain itu, jika dilihat secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet relay terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah (Turang, 2015). Pada penelitian ini, relay yang digunakan merupakan relay modul berjumlah 3 buah yang digunakan untuk mengontrol nyala dan mati kompor listrik, kran air, dan sistem.

10. *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah sebuah katup yang di dalamnya memiliki kumparan dan sistem kerjanya digerakkan oleh energi listrik. Kumparan ini berfungsi sebagai penggerak piston saluran masuk dan saluran keluar (Zarkasi, 2018). *Solenoid Valve* juga bisa dikatakan sebagai kran. *Soleid valve* akan aktif jika diberikan tegangan listrik, saluran masukan dan keluarannya akan dibuka dan ditutup menggunakan kumparan yang bekerja jika diberi tegangan listrik tersebut (Raufun, 2018).



Gambar 2.12. *Solenoid Valve*
(Zarkasi, 2018)

Pada penelitian ini *solenoid valve* digunakan sebagai kran untuk mengisi ketel. *solenoid valve* ini akan dikontrol menggunakan aplikasi blynk dan relay sebagai saklar. *Solenoid valve* yang digunakan pada penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.4. Spesifikasi *Solenoid Valve*

(tokopedia.com)

Parameter	Spesifikasi
<i>Operation mode</i>	<i>normally closed</i>
Tegangan	AC 220V
Daya	8W
Arus listrik	0.6A
Bahan	metal dan plastik
<i>Screw diameter</i>	approx. 20mm
<i>Size</i>	<i>approx. 84 x 57mm (L x H)</i>
<i>Coil size</i>	<i>approx. 34 x 23mm (W x H)</i>
Tekanan	0.02- 0.8Mpa
<i>Max fluid temperature</i>	100C

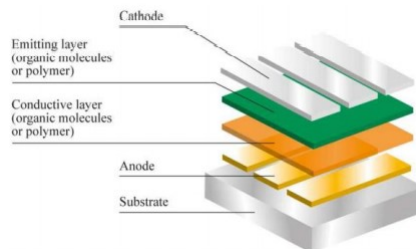
11. OLED

Organic Light Emiting Diodes (OLED) adalah divais fotonik yang disusun dari katoda sebagai negatif, anoda sebagai positif, serta lapisan *emissive* dari bahan organik yang dapat menghasilkan cahaya ketika dialiri arus listrik. OLED memiliki kelebihan untuk digunakan pada *flat display* dengan tegangan rendah, sehingga menarik perhatian. OLED yang paling sederhana disusun dari katoda, anoda, dan sebuah bahan *emissive layer*. (Khoerun et all, 2019)

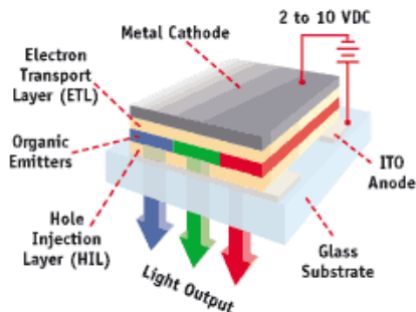


Gambar 2.13. Oled I2C Ukuran 0,96 inch
(www.indiamart.com)

OLED menjadi salah satu pilihan sebagai *output display* mikrokontroler. perangkat ini memiliki kelebihan kontras pixel yang tajam dan tidak memerlukan cahaya *backlight* sehingga membutuhkan konsumsi daya yang relatif sedikit. Sedangkan kekurangannya terdapat pada ukuran yang lebih kecil dibanding LCD grafik atau LCD TFT dan OLED hanya menggunakan *single colour* (Firdausi, 2018). Secara umum struktur dasar sebuah OLED dan konfigurasi dapat dilihat pada gambar 2.9 dan gambar 2.10 (Setyawan, 2017).



Gambar 2.14. Struktur Dasar OLED
(Setyawan, 2017)



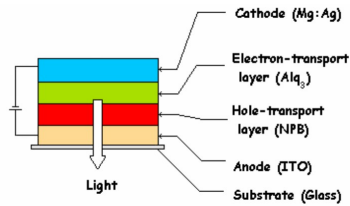
Gambar 2.15. Konfigurasi OLED
(Setyawan, 2017)

Terdapat 2 macam OLED yang dilihat dari tipe lapisan organiknya, yaitu :

- a. *Small Molecule* (SMOLED)
- b. *Organic Polymer* (PLED atau LEP)

SMOLED

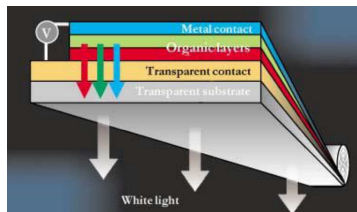
SMOLED atau Small-Molecular OLED terdiri dari dua lapis lembaran tipis yang berbahan organik hole transport layer-HTL (lapisan-p LED) dan electron transport layer-ETL (lapisan-n LED) yang diletakkan di antara anode dan katode. Lapisan organik pada SMOLED masing-masing memiliki ketebalan sekitar 500 Å yang digunakan sebagai media pengangkut muatan menuju penghubung di antara dua lapisan itu (Setyawan, 2017)



Gambar 2.16. Struktur Dasar SMOLED
(Setyawan, 2017)

PLED

PLED terdiri dari satu atau lebih lapisan tipis yang bersifat semipenghantar organik dan ditempatkan di antara dua elektroda. Elektroda yang digunakan ini salah satunya harus berbahan tembus pandang atau transparan. (Setyawan, 2017)



Gambar 2.17. Struktur Dasar PLED Dua Lapis
(Setyawan, 2017)

OLED yang digunakan oleh peneliti untuk menampilkan data kenaikan suhu pada ketel, pemuatan panjang, dan hasil koefisien muai panjang memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.5

:

Tabel 2.5. Spesifikasi OLED

Parameter	Spesifikasi
<i>Drive Chip</i>	SSD1306
Ukuran	29,28 x 27,1 mm
Suhu Kerja	-30 Deg C sampai 70 Deg C
Tegangan Kerja	3 DCV - 5 DCV
Konsumsi Daya	0,06 Watt
Resolusi	128x64
SCL	<i>High level</i> 2-2 volt – 5,5 volt
SDA	<i>High level</i> 2-2 volt – 5,5 volt
<i>Interface</i>	I2C
Arus DC 3.3V	50 mA

12. Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan salah satu sensor jarak yang bekerja dengan prinsip kerja pantulan gelombang suara dari 20kHz hingga 2MHz (Arasada et al., 2017). Sensor ultrasonik adalah sensor yang memiliki fungsi untuk mengonversi besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Bunyi yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik tidak mampu didengar oleh manusia karena frekuensinya 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat padat, cair, dan gas. Suara yang merambat pada medium tersebut jika ada halangan pada range pancarannya akan memantul kembali ke sensor sehingga sensor (Yudha et al., 2017).



Gambar 2.18. Sensor *Ultrasonic* HC-SR04
(www.elangsakti.com)

Prinsip Kerja sensor ultrasonik yaitu transmitter akan mengirimkan gelombang suara ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang digunakan untuk menempuh suatu objek dan kemudian dipantulkan kembali ke receiver. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan dengan persamaan :

$$s = \frac{v \cdot t}{2} \quad (2.4)$$

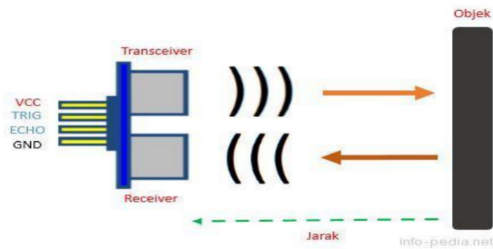
Keterangan :

s = Jarak(meter)

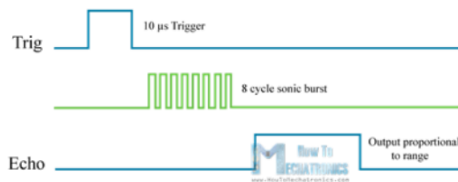
v = Kecepatan suara (344m/detik)

t = Waktu tempuh(detik)

(Arasada et al., 2017)



Gambar 2.19. Prinsip Pemantulan Sensor dan Konfigurasi Pin *Ultrasonic HC-SR04* (info-pedia.net)



Gambar 2.20. Diagram Waktu Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Yudha et al., 2017)

Sensor ultrasonik HC-SR04 pada penelitian ini digunakan untuk menghitung pemuai panjang pada logam tembaga. Pada logam tembaga nanti akan diberikan objek yang sekiranya bisa digunakan sebagai pemantul gelombang suara ultrasonik yang dipancarkan oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Agar data yang dihasilkan akurat, sensor ultrasonik sebelum digunakan sebagai alat pengukuran harus dikalibrasi dahulu. Cara kalibrasinya adalah dengan membandingkan hasil pengukuran sensor ultrasonik dengan mistar. Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada tabel 2.6 :

Tabel 2.6. Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Arsada et al., 2017)

Parameter	Spesifikasi
Dimensi Module	24mm x 20mm x 17mm (PxLxT)
Arus Kerja	30-50mA
Tegangan Kerja	3.3 DCV - 5 DCV
Jangkauan Sensor	3cm - 3m
Sensitifitas	Deteksi objek diameter 3cm jarak >1m

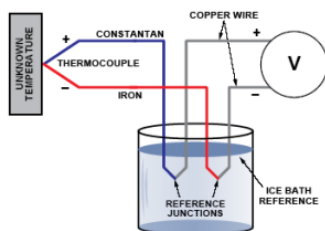
13. Sensor *Thermocouple Type-K*

Suhu adalah salah satu parameter yang tampaknya ada pada setiap sistem. Salah satu jenis sensor suhu yang sering digunakan adalah *thermocouple type-K*. Sensor tersebut masih membutuhkan sebuah modul yang berperan sebagai *cold junction*. Modul MAX6675 dipilih karena range pengukurannya besar yaitu 0°C sampai 1024°C . Selain itu modul MAX6675 kompatibel dengan mikrokontroler yang digunakan. (Arena et al, 2015)

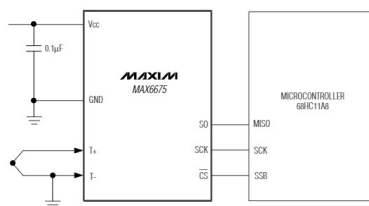


Gambar 2.21. Sensor *Thermocouple Type-K* dan Module MAX6675
(digiwarestore.com)

Modul MAX6675 terbentuk dari cold-junction yang keluarannya diubah menjadi digital dari sinyal termokopel tipe-K yang data keluarannya memiliki resolusi 12-bit dan mendukung komunikasi SPI dengan mikrokontroler secara umum. Fungsi dari termokopel tipe-K untuk mengetahui perbedaan suhu di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan kemudian disatukan. Saat bagian cold end MAX6675 mengalami kenaikan atau penurunan suhu maka MAX6675 akan mengukur secara akurat perubahan suhu yang terjadi meskipun di salah satu sisinya saja. Untuk pengukuran yang aktual, MAX6675 mengukur tegangan keluaran dari *output* termokopel tipe-K dan tegangan dari sensing diode. (Gultom et al., 2019)



Gambar 2.22. Rangkaian Dasar *Thermocouple Type-K*
(Arena et al., 2015)



Gambar 2.23. Konfigurasi Pin Modul MAX6675
(datasheet.com)

Sensor termokopel memiliki banyak jenis, salah satunya tipe-K. Termokopel tipe-K terbuat dari campuran crome dan alumel. Sensor ini memiliki kelebihan seperti tahan air, harganya relatif lebih murah, mudah didapatkan, peka, serta jangkauan suhu yang luas (Effendrik et al., 2017). Sensor termokopel tipe-K digunakan untuk mengukur kenaikan suhu uap air yang dipanaskan pada ketel ketika dipanaskan. Suhu uap air ini diasumsikan sama dengan suhu pada logam tembaga yang digunakan sebagai sampel. Kenaikan suhu uap air tersebut menjadi salah satu parameter dalam praktikum koefisien muai panjang. Sensor ini kalibrasinya adalah dengan membandingkan hasilnya dengan termometer. Sensor termokopel dan modul MAX6675 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.7. Spesifikasi Sensor *Thermocouple Type-K* dan Modul MAX6675

(datasheet.com)

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Kerja	3.3DCV - 5DCV
Arus Kerja	0.7mA - 1.5mA
Resolusi Suhu	0.25 ^o
Konversi suhu	Celcius dan Farenheit
Range pengukuran suhu	0°C - 1024°C
Bahan Termokopel tipe-K	crome dan alumel

14. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan salah satu sensor suhu dan kelembaban udara yang dikalibrasi dengan keluaran digital, sehingga untuk mengaksesnya menggunakan pemrograman dan tidak diperlukan pengondisi sinyal atau *Analog to Digital*

Converter (Fathulrohman, 2018). Sensor DHT11 ini memiliki kestabilan jangka panjang karena menggunakan teknik pendeteksi sinyal digital yang baik untuk mengukur suhu dan kelembaban (Juliasari, 2016).



Gambar 2.24. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11
(datasheetpdf.com)

Output sensor DHT11 berupa sinyal yang sudah terkalibrasi dengan jangkauan pengukuran suhu berkisar 0-50°C dan jangkauan pengukuran relatif sebesar 20-90 % (Najmurrokhman, 2017). Sensor DHT11 pada penelitian ini digunakan untuk mengukur suhu ruangan atau T0 ketika melakukan eksperimen koefisien muai panjang. Spesifikasi sensor DHT11 dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Spesifikasi Sensor DHT11
(datasheetpdf.com)

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Kerja	3 DCV - 5.5 DCV
Akurasi Suhu	$\pm 1-2$ deg Celcius
Akurasi Kelembaban	± 5 persen
Resolusi Suhu	1 deg Celcius
Konversi suhu	Celcius dan Farenheit
Range pengukuran suhu	0 deg C - 50 deg C

15. Metode Penelitian RnD

Metode penelitian dan pengembangan atau metode penelitian *Research and Development* (RnD) merupakan metode penelitian untuk menghasilkan suatu produk dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2015). Selain untuk mengembangkan dan menguji suatu produk, penelitian ini juga digunakan untuk mencari fenomena fundamental yang dilahirkan melalui penelitian dasar dan praktik pendidikan melalui penelitian terapan (Rustandi, 2020).

Metode penelitian *Research and Development* memiliki banyak sekali model penelitian, salah satunya model penelitian PPE (*Planning, Production, Evaluation*). Model penelitian PPE inilah yang akan digunakan pada penelitian kali ini. Seperti dengan namanya, model penelitian PPE ini dibagi menjadi 3 tahapan yaitu *planning* atau Perencanaan, *production* atau produksi, dan *evaluation* atau evaluasi. (Rustandi, 2020)

Pada tahapan *planning* ini akan dilakukan sebuah analisis kebutuhan yang digunakan untuk penelitian ini salah satunya dengan studi literatur. Selanjutnya baru bisa menuju ke tahapan *production* yang akan dilakukan dengan merancang produk yang dibuat dan mengimplemntasikannya menjadi sebuah produk. Tahapan yang terakhir adalah tahapan *evaluation*, yang artinya pada tahapan ini akan dilakukan evaluasi dengan melakukan analisis dan pembuatan laporan dari hasil pengujian dan kelayakan produk. (Rustandi, 2020)

B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian kali ini tentu membutuhkan informasi lain sebagai bahan rujukan, beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah:

- a. Menurut (Jua et al., 2017), pengembangan alat eksperimen ini berfungsi menunjukkan faktor penyebab terjadinya muai panjang dan menghitung nilai koefisien muai panjang benda. Benda yang diukur koefisien muai panjangnya meliputi kawat bendrat alumunium dan kawat besi. Persamaan dengan penelitian yang akan peneliti lakukan kali ini adalah mengukur koefisien muai panjang. Namun terdapat perbedaan, diantaranya pada penelitian ini masih menggunakan alat eksperimen yang sangat sederhana yaitu untuk pengukuran muai panjang benda masih menggunakan mistar. Kemudian perbedaan selanjutnya penelitian ini menggunakan dua jenis logam yang diukur koefisien muai panjangnya yaitu kawat bendrat alumunium dan kawat besi. Sedangkan peneliti hanya menggunakan logam pipa tembaga untuk diukur koefisien muai panjangnya dan alat eksperimen yang dirancang oleh peneliti sudah berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT).
- b. Menurut (Shields, 2018), penelitian ini didasari oleh kurangnya tingkat ketelitian jika mengukur panjang benda atau jarak menggunakan mistar atau penggaris. Pada penelitian ini sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi jarak dengan cara mengirimkan sinyal analog kepada benda yang akan diukur (pelat dari plastik sebagai media pemantul), kemudian sinyal dipantul kembali sehingga terjadi dua kali

transmisi sinyal. Selanjutnya dari sensor akan dikonversi dan dikirimkan ke mikrokontroler arduino uno dan hasilnya akan ditampilkan di LCD. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang sedang dikerjakan oleh peneliti yaitu menggunakan sensor yang sama, sensor ultrasonik HC-SR04. Lalu perbedaan dari penelitian yang sedang dikerjakan peneliti adalah pada penggunaan mikrokontroler sebagai pengolah data, penelitian ini menggunakan arduino uno sedangkan peneliti menggunakan nodemcu. Perbedaan selanjutnya, penelitian ini menggunakan LCD sebagai penampil hasil jarak ukur sensor sedangkan peneliti menggunakan OLED dan aplikasi blynk untuk penampil hasil jaraknya karena sudah menggunakan teknologi *Internet of Things*(IoT).

- c. Menurut (Setiawan, 2019), penelitian ini membuat sebuah rancang bangun alat yang digunakan untuk pendataan barang secara otomatis. Setiap barang yang masuk dan keluar akan dideteksi oleh sensor ultrasonik yang kemudian data barang yang keluar dan masuk akan ditampilkan di LCD dan mengirimkan data ke database website menggunakan ESP8266. Selain itu dalam penelitian ini digunakan *IP camera* untuk *video streaming* atau memantau barang apa saja yang didata. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang sedang dikerkajan oleh peneliti adalah pada penggunaan *IP camera* sebagai *video streaming* dan penggunaan sensor ultrasonik. Perbedaan dengan penelitian yang sedang dikerjakan peneliti yaitu pada penelitian ini kamera tersebut digunakan untuk memantau barang yang melewati alat penghitung barang, sedangkan pada penelitian

yang sedang dikerjakan peneliti digunakan untuk memantau alat eksperimen koefisien muai panjang. Perbedaan yang lain, penelitian ini menggunakan website sebagai *video streaming* sedangkan peneliti menggunakan aplikasi blynk. Perbedaan selanjutnya adalah pada penggunaan sensor ultrasonik, dimana pada penelitian ini sensor ultrasonik digunakan sebagai *counter* barang yang masuk dan keluar sedangkan pada penelitian yang sedang dikerjakan oleh peneliti digunakan sebagai pengukur muai panjang logam pada alat eksperimen koefisien muai panjang.

- d. Menurut (Nasution et al., 2019), penelitian ini membahas mengenai pengontrolan lampu yang bisa dilakukan secara jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk. Jadi cara kerjanya aplikasi blynk akan menyalakan dan mematikan relay yang berguna untuk memutus dan menyambung arus listrik yang mengalir ke lampu atau bisa dikatakan relay ini sebagai pengganti saklar. Persamaan dengan penelitian ini dengan penelitian yang sedang dikerjakan oleh peneliti adalah penggunaan aplikasi blynk dan relay. Sedangkan perbedaannya terletak pada aplikasi blynk digunakan untuk mengontrol lampu, sedangkan pada penelitian yang sedang dikerjakan oleh peneliti digunakan untuk mengontrol kompor listrik.
- e. Menurut (Fitri et al., 2017), penelitian ini membahas mengenai pembuatun suatu alat yang digunakan sebagai *heat treatment*. *Heat treatment* adalah proses perlakuan panas pada suatu material sampai temperatur tertentu dan ditahan selama selang beberapa waktu.

Jadi sensor *thermocouple type-k* digunakan sebagai pengindera temperatur sistem yang di tampilkan pada LCD. Pengontrolan diawali dengan mengatur suhu dan waktu yang digunakan pada sistem menggunakan keypad. Persamaan pada penelitian ini dengan penelitian yang sedang dikerjakan oleh peneliti terletak pada penggunaan sensor *thermocouple type-k*. Perbedaanya pada penelitian ini terfokus pada pengontrolan suatu sistem agar suhunya sesuai yang ditentukan akan terjaga dalam rentan waktu yang sudah ditentukan juga, sedangkan untuk penelitian yang dikerjakan oleh peneliti hanya untuk mengamati atau memonitor kenaikan suhu pada ketel yang berisi air.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo untuk merancang dan menguji perangkat keras, perangkat lunak, dan menguji keseluruhan alat.

2. Waktu

Waktu Penelitian, pengujian, dan analisis secara umum dilaksanakan dari Agustus-Oktober 2021.

B. Alat dan Bahan

Penyusunan dan pembuatan penelitian ini tentu membutuhkan alat, bahan, dan komponen elektronika yang dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1. Daftar Alat

No	Nama	Spesifikasi	Keterangan
1.	Laptop	Aspire 3	Untuk mendesain alat dan membuat program
2.	Gerinda	-	Untuk memotong kayu dan logam
3.	Bor Listrik	-	Untuk melubangi kayu dan ketel
4.	Martil	-	Untuk menancapkan paku
5.	Obeng	plus dan minus	Untuk memasang skrup
6.	Solder	-	Untuk memasang komponen pada PCB
7.	Multimeter	Sanwa	Untuk mengecek komponen dan tegangan listrik
8.	Kompur Listrik	Hasite 500 Watt	Untuk memanaskan air

Tabel 3.2. Daftar Bahan

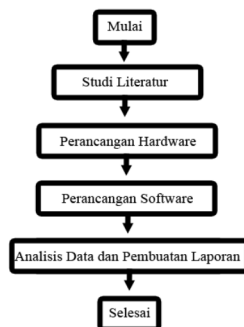
No	Nama	Spesifikasi	Keterangan
1.	Aplikasi Blynk	-	Untuk Monitoring dan kontrol hardware
2.	Software Arduino IDE	1.8.13	Untuk pemrograman alat
3.	Papan Kayu	-	Untuk tatakan alat
4.	Box Plastik	-	Untuk packaging komponen
5.	Kabel	-	Untuk menyambung komponen dan mikrokontroler
6.	Kabel USB	-	Untuk upload program
7.	Tembaga	P:27cm d:4,7mm Tebal:0,51mm	Sampel praktikum
8.	Adaptor	Output 3,3-5DCV	Catu daya alat
9.	Ketel	-	Untuk menampung air yang direbus

Tabel 3.3. Daftar Komponen

No	Nama	Spesifikasi	Keterangan
1.	Nodemcu	Amica	Mikrokontroler
2.	Sensor Ultrasonic	HC-SR04	Untuk mengukur muai panjang tembaga
3.	Sensor Suhu	<i>Thermocouple Type-K</i>	Untuk mengukur suhu uap air pada ketel
4.	Relay	-	Sebagai saklar kompor listrik, kran air, dan sistem
5.	Sensor Suhu dan Kelembaban	DHT11	Untuk mengukur suhu ruangan.
6.	<i>Solenoid Valve</i>	220 ACV	kran air.

C. Metode

Metode yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *Research and Development (RnD)* dengan model penelitian PPE (*Planning, Production, and Evaluation*) , metodologi penelitiannya sebagai berikut :



Gambar 3.1. Metodologi Penelitian

1. Studi Literatur

Tahapan pertama penelitian ini adalah *planning* yang dilakukan dengan mencari literatur atau referensi terkait dengan penelitian ini. Literatur atau referensi ini bertujuan agar proses perancangan dan pelaksanaan penelitian ini dapat sesuai dengan yang diinginkan. Referensi atau literatur didapat dari buku-buku dan jurnal penelitian yang berhubungan dengan materi mengenai koefisien muai panjang, alat eksperimen koefisien muai panjang, sensor jarak, sensor suhu, aplikasi berbasis android, dan *Internet of Things* (IoT).

2. Perancangan *Hardware*

Tahapan selanjutnya dalam model penelitian PPE adalah *production* dengan langkah awal melakukan perancangan *hardware* yang meliputi alat dan bahan yang digunakan, desain alat percobaan koefisien muai panjang, rancangan bentuk dan sistem kerja masing-masing komponen elektronik yang digunakan, serta rangkaian elektroniknya. Setelah itu dilakukan pembuatan *hardware* sesuai dengan yang sudah direncanakan.

3. Perancangan *Software*

Tahapan yang dilakukan setelah perancangan *hardware* adalah perancangan perangkat lunak atau *software* dengan membuat aplikasi android untuk kontrol dan *monitoring* prototipe alat praktikum koefisien muai panjang, membuat program untuk pengiriman data berbasis Internet of Things (IoT) dari mikrokontroler nodemcu ke aplikasi android. Tahapan ini masih termasuk tahapan *production* dalam model penelitian PPE. Setelah

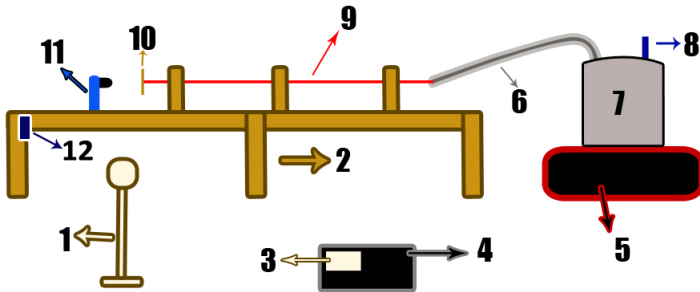
dilakukan perancangan, selanjutnya adalah pembuatan *software* sesuai dengan yang sudah direncanakan.

4. Analisis Data dan Pembuatan Laporan

Tahapan terakhir pada model penelitian PPE adalah melakukan pengujian terhadap komponen yang sentral seperti sensor suhu, sensor jarak, dan pengiriman data dari mikrokontroler ke aplikasi. Pengujian ini sangat krusial karena bisa mempengaruhi berhasil atau tidaknya prototipe alat praktikum koefisien muai panjang ini. Setelah data didapat kemudian data tersebut diolah, dibuat laporan, dan disimpulkan.

D. Desain Alat dan Aplikasi

1. Desain Alat



Gambar 3.2. Desain Alat

Desain pembuatan alat *real laboratory* praktikum koefisien muai panjang dapat dilihat pada gambar 3.2. Desain tersebut

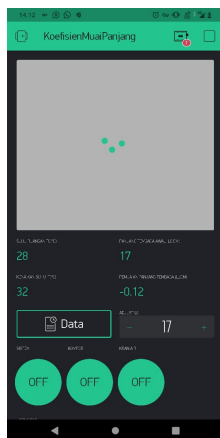
digambar tampak samping dengan penjelasan tiap bagiannya sebagai berikut :

1. *IP Camera* digunakan untuk memantau alat praktikum apakah sudah berjalan dengan sesuai yang dirancai/tidak.
2. Kerangka yang terbuat dari kayu berguna untuk penempatan sensor jarak dan logam tembaga. Kayu dipilih selain karena kokoh juga bahan jenis ini tidak mudah memuai sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam pengukuran nantinya.
3. OLED digunakan sebagai *display* alat untuk memperlihatkan data yang diperoleh seperti nilai koefisien muai panjang, perubahan suhu pada ketel, dan perubahan panjang logam tembaga ketika menerima uap panas. OLED ini sebagai *display* selain pada aplikasi blynk. Penempatan OLED juga sebenarnya *flexible* tidak harus diletakkan pada box. Jika kamera digunakan untuk menyorot pemuaian logam maka kamera akan diletakkan pada kerangka agar *inframe* di dalam kamera.
4. *Box* alat digunakan untuk menempatkan mikrokontroler dan komponen lainnya agar aman dan tidak tersentuh oleh pengguna jika semisal ada kebocoran tegangan listrik, karena *box* alat menggunakan bahan non logam yang berifat isolator.
5. Kompor listrik digunakan untuk memanaskan air di dalam ketel yang nantinya menghasilkan uap panas yang akan membuat logam tembaga memuai. Kompor listrik ini nantinya akan disambungkan dengan relay yang digunakan sebagai saklar dan dikontrol menggunakan aplikasi blynk.

6. Selang tahan panas digunakan untuk menyalurkan uap panas dari ketel ke logam tembaga.
7. Ketel digunakan sebagai tempat air yang dipanaskan sehingga menghasilkan uap panas untuk memuaikan logam tembaga.
8. Sensor suhu *Thermocouple Type-K* mengukur kenaikan suhu uap air pada ketel, yang nanti data kenaikan suhu tersebut dikirim dan diproses ke nodemcu yang akan ditampilkan pada OLED dan aplikasi blynk.
9. Logam tembaga sebagai sampel pada praktikum kali ini, logam tembaga yang digunakan berbentuk pipa dan memiliki panjang 27 cm dengan diameter 0,47 cm dan tebal 0,051 cm.
10. Objek sebagai pemantul bunyi ultrasonik yang dihasilkan sensor ini dipasang pada ujung tembaga. Objek ini dibuat dari kayu tripleks dengan ketebalan sekitar 0,4 cm dan berbentuk lingkaran dengan diameter kurang lebih 7 cm.
11. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur muai panjang logam tembaga ketika menerima uap panas dari ketel yang kemudian data tersebut dikirim dan diolah pada mikrokontroler lalu hasil pengolahan data tersebut ditampilkan pada OLED dan aplikasi blynk.
12. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu ruangan yang nantinya bertindak sebagai T0.

2. Desain Aplikasi

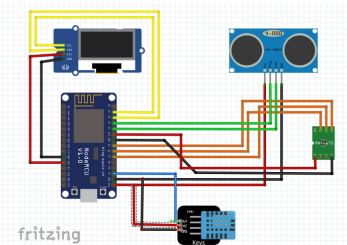
Aplikasi blynk merupakan salah satu penyedia layanan IoT yang dapat diunduh secara gratis untuk perangkat android maupun IOS dan cara penggunaan yang relatif mudah dan cocok untuk pemula. Setelah aplikasi blynk diunduh dan terinstal pada android atau IOS kemudian lakukan registrasi dengan *e-mail* untuk membuat akun. Jika berhasil membuat akun selanjutnya membuat proyek baru dan akan mendapatkan auth token yang dikirim ke *e-mail* untuk registrasi tadi. *Auth token* ini untuk authentication perangkat dengan server Blynk Cloud. Aplikasi blynk menyediakan banyak pilihan *widget* yang digunakan untuk proyek yang sudah dibuat tadi. *Widget* hanya *drag and drop* pada halaman proyek yang dibuat. Desain aplikasi blynk untuk *real laboratory* dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3. Aplikasi Blynk

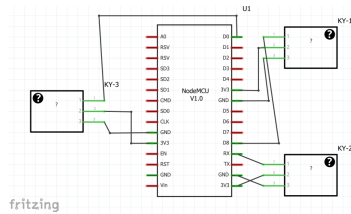
E. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan alat praktikum koefisien muai panjang ini dibagi menjadi tiga bagian. Bagian pertama adalah untuk sistem prototipe alat praktikum koefisien muai panjang yang digunakan beberapa komponen penyusunnya seperti sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur muai panjang logam tembaga dan sensor termokopel tipe-k untuk mengukur suhu air pada ketel. Sensor ultrasonik dihubungkan dengan nodemcu, pin trigger dan pin echo pada ultrasonik dihubungkan dengan nodemcu pada pin D3 dan D4. Sedangkan untuk sensor termokopel tipe-k pin CLK, CS, dan SO berurutan dihubungkan dengan nodemcu pada pin D5, D6, dan D7. Rangkaian skematik prototipe alat praktikum koefisien muai panjang dapat di lihat pada gambar 3.4



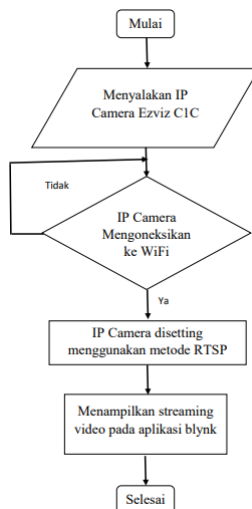
Gambar 3.4. Rangkaian Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang

Bagian kedua digunakan untuk mengontrol jalannya sistem dari alat praktikum koefisien muai panjang. Pada bagian ini nodemcu digunakan untuk mengontrol relay sebagai saklar nodemcu untuk sistem prototipe alat praktikum koefisien muai panjang, saklar kompor listrik, dan saklar kran air. Rangkaian skematiknya dapat di lihat pada gambar berikut.



Gambar 3.5. Rangkaian Skematik Kontrol Sistem Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang

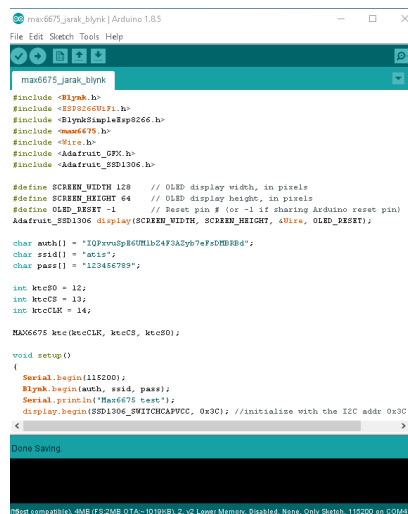
Bagian ketiga adalah untuk pemantauan visual kerja alat praktikum koefisien muai panjang menggunakan *IP Camera*. *IP Camera* yang digunakan adalah ezviz C1C. *IP Camera* dinyalakan kemudian dikoneksikan dengan WiFi kemudian disetting menggunakan metode RTSP sehingga video streaming bisa ditampilkan pada aplikasi Blynk. berikut *flowchart* *IP Camera* dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. *Flowchart* IP Camera

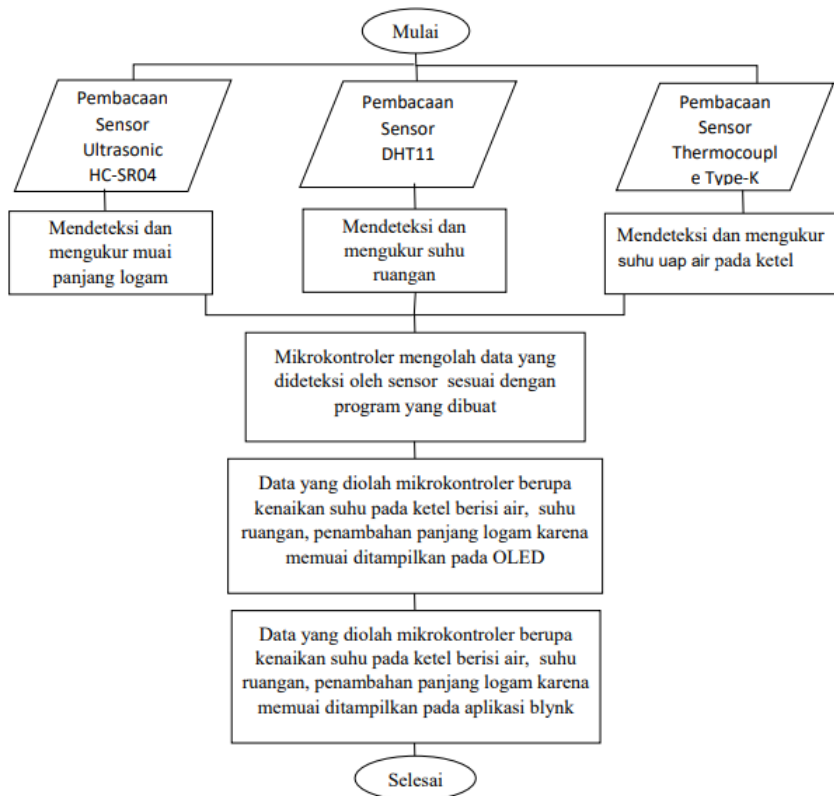
F. Perancangan Perangkat Lunak

Software yang digunakan untuk memprogram pada penelitian ini adalah Arduino IDE. Alasan menggunakan Arduino IDE adalah *software* ini tidak berbayar alias *open source* dan menggunakan bahasa pemrograman C yang relatif mudah dipahami bagi pemula. Tampilan *software* Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Tampilan Arduino

Flowchart alat praktikum koefisien muai panjang dan *flowchart* untuk *IP Camera*. *flowchart* alat praktikum koefisien muai panjang dapat di lihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. *Flowchart* Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang

G. Metode Perancangan Pengujian

Metode pengujian secara garis besar dibagi menjadi dua tahap, yaitu pengujian sensor dan transduser yang digunakan serta pengujian alat secara keseluruhan. Rincian pengujian dirancang sebagai berikut :

1. Perancangan Pengujian Sensor *Ultrasonic HC-SR04*

Pengujian karakteristik sensor *ultrasonic* HC-SR04 digunakan untuk mengetahui karakteristik sensor *ultrasonic* HC-SR04 dengan cara hasil pengukurannya dibandingkan dengan mistar atau meteran. Menurut (Wahyudi, 2017) *error* pengukuran yang dilakukan sensor dapat diketahui dengan cara membagi selisih pengukuran antara pengukuran sensor dan alat ukur dengan nilai pengukuran alat ukur kemudian dikalikan dengan 100 %. Sehingga untuk mengetahui *error* dan ketelitian pengukuran sensor ultrasonik dapat digunakan persamaan :

$$Error = \frac{Si}{SM} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

$$Ketelitian = 100\% - Error \quad (3.2)$$

keterangan :

Si merupakan selisih pengukuran antara sensor dengan mistar.

SM merupakan pengukuran dengan mistar.

SS merupakan pengukuran dengan sensor.

2. Perancangan Pengujian Sensor *Thermocouple Type-K*

Pengujian sensor *thermocouple type-K* sama seperti pengujian sensor HC-SR04. Untuk mengetahui karakterisasi sensor *thermocouple type-k*, hasil pengukurannya dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur suhu atau termometer. Untuk mengetahui kesalahan relatif atau *error* dan ketelitian dalam pengukuran sensor *thermocouple type-K* digunakan persamaan :

$$Error = \frac{T_i}{T} \cdot 100\% \quad (3.3)$$

$$Ketelitian = 100\% - Error \quad (3.4)$$

keterangan :

Ti merupakan selisih pengukuran antara sensor dengan termometer.

T merupakan pengukuran suhu dengan termometer.

TS merupakan pengukuran suhu dengan sensor.

3. Perancangan Pengujian Sensor DHT11

Metode pengujian sensor DHT11 sama seperti pengujian sensor sebelumnya. Untuk mengetahui karakterisasi sensor DHT11, hasil pengukurannya dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur suhu atau termometer. Untuk mengetahui kesalahan relatif atau *error* dan ketelitian dalam pengukuran sensor DHT11 juga digunakan persamaan :

$$Error = \frac{T_i}{T} \cdot 100\% \quad (3.5)$$

$$Ketelitian = 100\% - Error \quad (3.6)$$

keterangan :

Ti merupakan selisih pengukuran antara sensor dengan termometer.

T merupakan pengukuran suhu dengan termometer.

TS merupakan pengukuran suhu dengan sensor.

4. Perancangan Pengujian Relay Modul

Pengujian relay modul dilakukan agar relay berfungsi semestinya. Relay digunakan sebagai saklar untuk menyalakan kompor listrik.

5. Perancangan Pengujian Solenoid Valve

Pengujian *solenoid valve* dilakukan agar bekerja sesuai dengan yang sudah dirancang. *Solenoid valve* digunakan sebagai kran untuk mengisi air pada ketel.

6. Perancangan Pengujian IP Camera

Pengujian *IP camera* dilakukan dengan diakses menggunakan metode RTSP. IP Camera akan melakukan video streaming yang ditampilkan pada aplikasi blynk.

7. Perancangan Pengujian Komunikasi Data

Pengujian ini dilakukan untuk menambatkan nodemcu dengan *WiFi* dan mengomunikasikan nodemcu dengan aplikasi Blynk yang digunakan untuk mengontrol, memonitoring, dan menyimpan data dari prototipe alat praktikum koefisien muai panjang.

8. Perancangan Pengujian Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang Secara Keseluruhan

Pengujian keseluruhan ini meliputi cara kerja prototipe alat dan aplikasi untuk mengontrolnya. Pada pengujian ini semua parameter akan diuji. Variasi data dari penelitian ini adalah pada panjang logam. Sampel logam yang digunakan juga hanya satu

jenis yaitu logam tembaga. Setelah data didapatkan, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga didapatkan tingkat ketelitian dari alat praktikum koefisien muai panjang. Nilai akurasi dan *error* alat praktikum koefisien muai panjang ini dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$\overline{\alpha P} = \frac{\Sigma \alpha P}{n} \quad (3.7)$$

$$\alpha i = \overline{\alpha P} - \alpha T \quad (3.8)$$

$$Error = \frac{\alpha i}{\alpha T} \cdot 100\% \quad (3.9)$$

$$Akurasi = 100\% - Error \quad (3.10)$$

keterangan :

αP merupakan nilai koefisien muai panjang yang dihitung dari hasil pengukuran menggunakan alat praktikum koefisien muai panjang ($/^{\circ}C$)

αT merupakan nilai koefisien muai panjang tembaga yang tertera pada tabel 2.1 yaitu bernilai 0,0000167 ($/^{\circ}C$)

αi merupakan selisih $\overline{\alpha P}$ dengan nilai αT ($/^{\circ}C$)

$\overline{\alpha P}$ merupakan nilai rata-rata pengukuran koefisien muai panjang ($/^{\circ}C$)

n merupakan banyaknya data

Pada penelitian ini nantinya akan didapatkan 30 data dari 30 menit proses pengujian sampel. Dari data tersebut nantinya akan diambil 6 data saja dengan cara merata-rata tiap 5 menit data. Hal tersebut dilakukan untuk menyederhanakan data. Setelah itu dari tiap data akan dicari nilai koefisien muai panjang dengan perhitungan sesuai pada persamaan 2.1. Maka akan didapatkan nilai koefisien muai panjang dari tiap data. Nilai koefisien muai panjang tersebut yang akan dirata-rata dengan menggunakan persamaan 3.7. Kemudian dari nilai rata-rata koefisien muai panjang tersebut bisa didapatkan selisihnya dengan nilai koefisien muai panjang sampel yang digunakan. Kali ini sampel menggunakan logam tembaga yang memiliki nilai koefisien muai panjang $0,0000167 / ^{\circ}C$. Setelah itu bisa didapatkan nilai *error* dan akurasi masing-masing menggunakan persamaan 3.9 dan 3.10.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

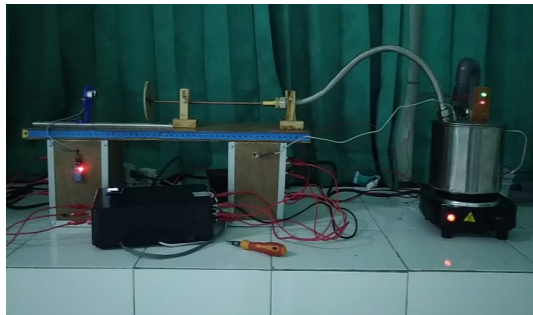
Pada bab ini akan dipaparkan mengenai proses pengujian sistem yang telah dirancang. Pengujian ini meliputi pengujian sensor ultrasonik HC-SR04, pengujian sensor termokopel tipe-k, pengujian sensor DHT11, pengujian relay modul, pengujian *IP Camera*, pengujian komunikasi data, dan pengujian protipe alat koefisien muai panjang secara keseluruhan. Setelah itu menganalisa dan mengkalibrasi hasil-hasil dari pengukuran sensor agar diketahui tingkat ketelitian sensor dan sistem dapat berjalan sesuai dengan yang dirancang. Selain analisa pada sensor, juga dilakukan pengujian pada relay dan *IP Camera* agar sistem dapat berjalan semestinya dan dipantau dalam data berupa angka maupun data visual lewat streaming video.

Sebelumnya, prototipe ini merupakan pengembangan dari alat praktikum koefisien muai panjang yang dapat di lihat pada gambar 4.1. Pada gambar tersebut ditampilkan untuk mengukur pemuaian panjang logam sampel masih menggunakan mistar yang diberi jarum penunjuk sebagai penunjuk pemuaian panjang logam sampel. Selain itu termometer juga diletakkan pada ketel. Termometer digunakan untuk mengukur uap air yang akan terhubung ke logam sampel.

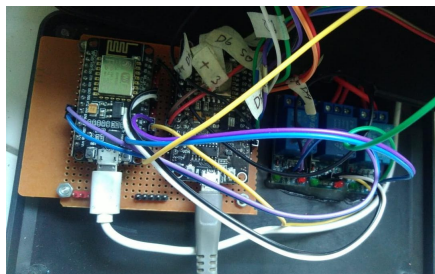


Gambar 4.1. Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang Konvensional

Hasil akhir prototipe alat secara keseluruhan dapat di lihat pada gambar 4.2 sesuai dengan apa yang telah dirancang pada gambar 3.2. Prototipe alat koefisien muai panjang ini dibuat menggunakan kayu triplek dengan dimensi 50cm x 15cm x 23 cm. Khusus untuk tempat meletakkan sensor ultrasonik HC-SR04 terbuat dari bahan akrilik dengan dimensi 6cm x 8cm x 10cm. Sedangkan untuk packaging mikrokontroler, relay, dan komponen lain menggunakan box hitam berbahan plastik dengan dimensi 18,5cm x 11,5cm x 6,5cm yang dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2. Implementasi Prototipe Alat Praktikum
Koefisien Muai Panjang

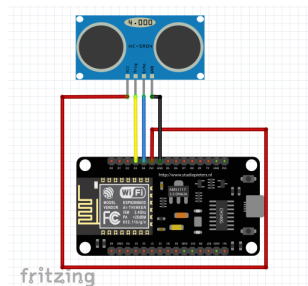


Gambar 4.3. Implementasi perancangan sistem perangkat keras

Pada prototipe alat praktikum koefisien muai panjang pada gambar 4.2 ini menggunakan sensor sebagai pengukuran parameter suhu dan pemuaian panjang logam. Jika pada alat praktikum konvensional biasanya menggunakan termometer sebagai pengukur suhu uap air dan mistar sebagai pengukur pemuaian panjang, namun pada protoipe ini menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu ruangan yang bertindak sebagai T_0 . Selain itu, digunakan juga sensor *thermocouple type-k* untuk mengukur suhu uap air di dalam ketel sebagai T dan menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR04 untuk mengukur pemuaian panjang logam sampel sehingga didapatkan nilai ΔL .

A. Hasil Pengujian Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam mengukur penambahan muai panjang logam tembaga pada prototipe alat praktikum koefisien muai panjang. Dalam pengujian ini nilai pengukuran sensor akan dibandingkan dengan nilai pengukuran menggunakan mistar. Rangkaian pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4. Rangkaian Pengujian Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

Pengambilan data untuk pengujian sensor ini dengan menempatkan sensor dan objek pemantul sejajar kemudian dari hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran mistar. rentang pengukurannya adalah berjarak 1cm tiap datanya, dimulai dari jarak sensor menuju objek pemantul yaitu 3cm hingga 15cm. Proses pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Proses Pengujian Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

Kemudian setelah dilakukan proses pengambilan data didapatkan hasil pengujian sensor *ultrasonic* HC-SR04. Perbandingan pengukuran jarak pada sensor ultrasonik dengan mistar dapat dilihat pada tabel 4.1. Dari pengujian ini didapatkan nilai akurasi sensor yaitu sebesar 99 % dengan kesalahan relatifnya atau *error* 1 %. Hasil pengujian sensor *ultrasonic* HC-SR04 dengan rincian akurasi dan *error*nya dapat dilihat di lampiran 1.

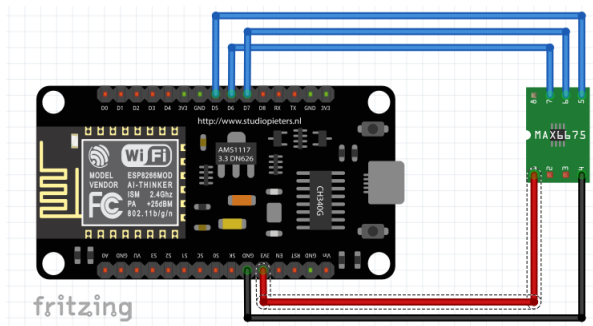
Tabel 4.1. Tabel Perbandingan Pengukuran Sensor *Ultrasonic* HC-SR04 dengan Mistar

No.	Mistar (cm)	<i>Ultrasonic</i> HC-SR04(cm)
1.	3	2,94
2.	4	3,99
3.	5	4,90
4.	6	5,92
5.	7	6,82
6.	8	7,96
7.	9	8,98
8.	10	9,88
9.	11	10,9
10.	12	11,97
11.	13	12,94
12.	14	13,99
13.	15	14,98

Perbedaan pengukuran antara sensor ultrasonik dan mistar yang ditampilkan pada tabel 4.1 tidak terlalu jauh karena pada program yang dibuat sudah diatur agar sensor mampu mengukur dengan menampilkan bilangan desimalnya, bukan bilangan bulat saja sehingga akurasinya bisa dikatakan baik.

B. Hasil Pengujian Sensor *Thermocouple Type-K*

Pengujian sensor *Thermocouple Type-K* dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam mengukur kenaikan suhu uap air pada prototipe alat praktikum koefisien muai panjang. Dalam pengujian ini nilai pengukuran sensor akan dibandingkan dengan nilai pengukuran menggunakan termometer. Rangkaian pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6. Rangkaian Pengujian Sensor *Thermocouple Type-K*

Pengambilan data untuk pengujian sensor ini dengan menempatkan sensor *Thermocouple Type-K* dan termometer pada penutup ketel. *Thermocouple Type-K* dan termometer hanya terkena uap air yang dipanaskan atau tidak sampai tercelup ke dalam air. Hal tersebut karena suhu uap air diasumsikan suhunya sama dengan suhu logam tembaga yang digunakan sebagai sampel. Proses pengujian sensor *thermocouple* dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7. Proses Pengujian Sensor *Thermocouple Type-K*

Kemudian setelah dilakukan proses pengambilan data didapatkan hasil pengujian sensor *termocouple type-k*. Perbandingan pengukuran suhu pada sensor *termocouple type-k* dengan termometer dapat dilihat pada tabel 4.2. Dari pengujian ini didapatkan nilai akurasi sensor yaitu sebesar 96,6 % dengan kesalahan relatifnya atau *error* 3,4 %. Hasil pengujian sensor *thermocouple type-k* dengan rincian akurasi dan *error*nya dapat dilihat di lampiran 1.

Tabel 4.2. Tabel Perbandingan Pengukuran Sensor *Thermocouple Type-K* dengan Termometer

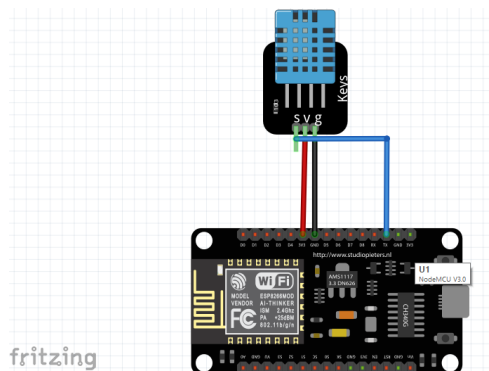
No.	Termometer (°C)	<i>Thermocouple Type-K</i> (°C)
1.	27	26
2.	30	31
3.	33	34
4.	36	38
5.	39	40
6.	42	43,5
7.	45	46
8.	48	50
9.	50	51
10.	50	52

Perbedaan suhu antara sensor dengan termometer yang ditampilkan pada tabel 4.2 ini terjadi karena posisi sensor dan termometer. Sensor yang terbuat dari material logam yang diletakkan pada ketel yang juga terbuat dari logam tanpa adanya *seal* karet agar sensor tidak langsung terkena dengan tutup ketel. Jadi otomatis ketika air baru dimasukkan ke dalam ketel, suhu ketel akan menyerupai air. Karena sensor tidak dilapisi *seal* ketika dipasangkan ke tutup ketel maka suhu dari ketel ini langsung terbaca oleh sensor. Ketika ketel dipanaskan juga, sensor

langsung mendeteksi terjadi perubahan suhu pada ketel. Padahal seharusnya sensor ini digunakan untuk mengukur suhu uap air yang dipanaskan.

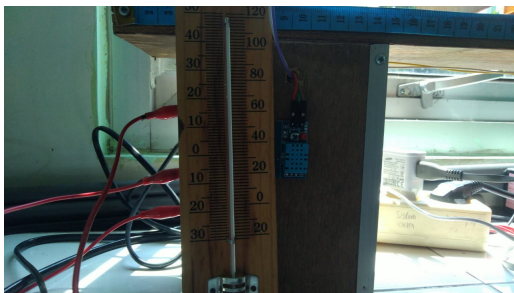
C. Hasil Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam mengukur kenaikan suhu ruangan sebagai nilai T_0 pada prototipe alat praktikum koefisien muai panjang. Dalam pengujian ini nilai pengukuran sensor akan dibandingkan dengan nilai pengukuran menggunakan termometer. Rangkaian pengujian sensor DHT11 dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Rangkaian Pengujian Sensor DHT11

Pengambilan data untuk pengujian sensor ini dengan menempatkan sensor DHT11 dan termometer pada kerangka protoripe alat praktikum koefisien muai panjang. Sensor DHT11 dan termometer hanya akan mengukur suhu yang ada disekitar protoripe alat praktikum koefisien muai panjang. Proses pengujian sensor DHT11 dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Proses Pengujian Sensor DHT11

Setelah dilakukan proses pengambilan data didapatkan hasil pengujian sensor DHT11. Perbandingan pengukuran jarak pada sensor DHT11 dengan termometer dapat dilihat pada tabel 4.3. Dari pengujian ini didapatkan nilai akurasi sensor yaitu sebesar 98,69 % dengan kesalahan relatifnya atau *error* 1,31 %. Hasil pengujian sensor DHT11 dengan rincian akurasi dan *error*nya dapat dilihat di lampiran 1.

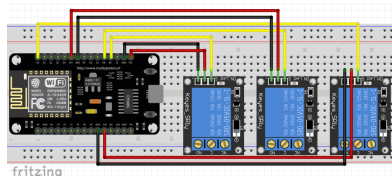
Tabel 4.3. Tabel Perbandingan Pengukuran Sensor DHT11 dengan Termometer

No.	Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	DHT11 ($^{\circ}\text{C}$)
1.	27	26,2
2.	27	26,9
3.	28	27,6
4.	28	28,3
5.	29	28,8
6.	29	28,7
7.	30	29,5
8.	30	29,7
9.	31	30,6
10.	31	30,5

Jika dilihat perbandingan data yang ditampilkan pada tabel 4.3, perbedaan pengukuran suhu dengan termometer tidak terlalu signifikan. Hal ini karena sensor DHT11 ini jika dilihat dari datasheet DHT11 pada lampiran 4 memiliki akurasi pengukuran $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hingga $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Namun jika dilihat pada tabel 4.3 perbedaan pengukuran tidak terlalu jauh karena sensor DHT11 diprogram agar mampu menampilkan data desimal menggunakan perintah float. Sehingga pengukuran yang dilakukan mendapatkan akurasi yang bisa dikatakan baik.

D. Hasil Pengujian Relay Modul

Pengujian relay modul ini bertujuan untuk mengetahui apakah relay modul berfungsi dengan baik atau tidak sebagai saklar untuk menyalakan dan mematikan sistem, kompor listrik, dan *solenoid valve*. Pada pengujian ini digunakan mikrokontroler nodemcu dan aplikasi blynk. Nodemcu nantinya akan memberikan logika *high* untuk menyalakan dan *low* untuk menonaktifkan. Sedangkan aplikasi blynk digunakan untuk mengontrol pin nodemcu dalam memberikan perintah logika *high* atau *low* pada relay modul. Rangkaian pengujian relay bisa dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. Rangkaian Pengujian Relay

Relay modul yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 3 buah, masing-masing digunakan untuk mengontrol sistem, mengontrol kompor listrik, dan mengontrol *solenoid valve*. Relay yang digunakan untuk mengontrol sistem dihubungkan dengan pin D0 pada nodemcu, relay untuk mengontrol kompor listrik dihubungkan dengan pin D9 pada nodemcu, dan relay yang digunakan untuk mengontrol *solenoid valve* dihubungkan dengan pin D8 pada nodemcu. Hasil pengujian relay modul dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Relay

No	Pin Nodemcu	Logika Blynk	Logika Nodemcu	Relay	Transduser
1.	D0	1	High	Relay 1 <i>ON</i>	Sistem <i>ON</i>
		0	Low	Relay 1 <i>OFF</i>	Sistem <i>OFF</i>
2.	D9	1	High	Relay 2 <i>ON</i>	Kompor <i>ON</i>
		0	Low	Relay 2 <i>OFF</i>	Kompor <i>OFF</i>
3.	D8	1	High	Relay 3 <i>ON</i>	<i>Solenoid ON</i>
		0	Low	Relay 3 <i>OFF</i>	<i>Solenoid OFF</i>

Keterangan :

Relay 1 untuk mengontrol sistem.

Relay 2 untuk mengontrol kompor listrik.

Relay 3 untuk mengontrol *solenoid valve*.

Hasil dari pengujian yang ditunjukkan tabel 4.4 dapat dijelaskan, ketika logika blynk 1 maka pin pada nodemcu yang berlogika high akan mengaktifkan relay sedangkan, ketika logika blynk 0 maka pin pada nodemcu berlogika low akan menonaktifkan relay. Gambar proses pengujian relay yang lain dapat di lihat pada lampiran.

E. Hasil Pengujian *Solenoid Valve*

Pengujian *solenoid valve* ini bertujuan untuk mengetahui *solenoid valve* berfungsi dengan baik atau tidak sebagai kran air yang terhubung pada ketel. Pada pengujian ini, digunakan nodemcu sebagai mikrokontroler, aplikasi blynk, dan relay. Aplikasi blynk akan memberikan instruksi berupa tombol *on/off*. Ketika tombol tersebut ditekan *on* maka logika pada nodemcu berubah menjadi *high* dan ketika tombol ditekan *off* maka logika pada nodemcu berubah menjadi *low*. Nodemcu tersebut digunakan untuk mengontrol sebuah relay yang digunakan sebagai saklar untuk menyalakan dan mematikan *solenoid valve* yang bertindak sebagai kran air untuk mengisi ketel. Proses pengujian *solenoid valve* dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Proses Pengujian *Solenoid Valve*

LED sebagai indikator berwarna hijau dan merah pada ketel yang dapat di lihat pada gambar 4.13 merupakan indikator ketinggian air pada ketel. LED warna merah yang menyala menandakan air dalam ketel memiliki ketinggian lebih dari 45% dan kurang dari 90%. Sedangkan LED warna hijau yang menyala menandakan air dalam ketel memiliki ketinggian sama dengan atau lebih dari 90%. Artinya ketika LED tidak menyala baik yang berwarna merah maupun hijau menandakan jika ketinggian air di bawah 45%. Pada pengujian kali ini didapatkan hasil pengujian ditabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian *Solenoid Valve*

No.	Status Tombol	Logika Nodemcu	Relay	<i>Solenoid Valve</i>
1.	<i>ON</i>	<i>High</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>
2.	<i>OFF</i>	<i>Low</i>	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>

Hasil pengujian yang ditunjukkan oleh tabel 4.5 dapat dilihat jika *solenoid valve* bisa bekerja sesuai dengan yang sudah direncanakan. *Solenoid valve* mampu mengalirkan air atau hidup ketika relay menyala dan menghentikan aliran air ketika relay dalam posisi mati.

F. Hasil Pengujian *IP Camera*

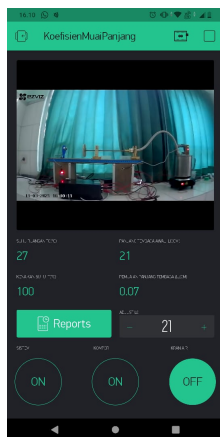
Pengujian *IP camera* ini dilakukan agar fungsinya sesuai dengan sistem yang dirancang. Pada penelitian ini *IP camera* yang digunakan adalah *IP Camera* dari pabrikan ezviz dan serinya C1C. *IP Camera* ini memiliki resolusi gambar hingga 720P dan *support* jika diakses menggunakan metode RTSP. Karena tidak semua *IP Camera* memiliki RTSP yang *public* ada juga yang RTSP yang *private*. Hasil pengujian *IP Camera* dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian *IP Camera*

No.	Jenis Pengujian	Status <i>IP Camera</i>
1.	Mengkoneksikan dengan <i>WiFi</i>	Terhubung
2.	Mengecek alamat IP	IP Tersedia
3.	Menampilkan <i>video streaming</i> pada blynk dengan RTSP	Dapat menampilkan

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 4.6 dapat dilihat, jika *IP camera* berhasil diakses menggunakan RTSP dan dapat ditampilkan *video streaming* aplikasi blynk yang dapat dilihat pada gambar 4.12. Sebelumnya *IP camera* dinyalakan dan dihubungkan ke *WiFi* menggunakan aplikasi bawaan dari *IP camera*. Setelah terhubung ke *WiFi*, bisa didapatkan IP dari *IP camera*. IP ini yang nanti digunakan untuk mengakses *IP camera* menggunakan metode RTSP, sehingga didapatkan alamat url `rtsp://admin:UGLFYY@10.38.30.185:554/Streaming/Channels/101/`. Alamat url itulah yang nanti dimasukkan pada *widget video streaming* pada aplikasi blynk. Dari url tersebut dapat dilihat ada `admin:UGLFYY` merupakan password dan sandi *IP camera* sedangkan

10.38.30.185:554 merupakan alamat IP yang didapatkan ketika sudah mengoneksikan *IP camera* ke *WiFi*.



Gambar 4.12. Tampilan *Video Streaming* Blynk

G. Hasil Pengujian Komunikasi Data

Pengujian komunikasi data bertujuan untuk mengetahui apakah mikrokontroler nodemcu sudah bisa terhubung dengan *WiFi*. Selanjutnya nodemcu akan terhubung dengan server blynk, sehingga pengolahan data yang dilakukan oleh mikrokontroler bisa diakses menggunakan aplikasi blynk baik untuk memonitoring, mengontrol, maupun menyimpan data. Untuk pengujian ini nodemcu dihubungkan dengan PC atau laptop yang sudah terinstal arduino IDE. Arduino IDE yang digunakan juga di dalamnya harus sudah terinstal library blynk.



Gambar 4.13. Serial Monitor Komunikasi Data

H. Hasil Pengujian Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang Secara Keseluruhan

Pengujian keseluruhan protoripe alat praktikum koefisien muai panjang ini meliputi hasil pengukuran sensor *ultrasonic* HC-SR04 berupa nilai ΔL , *thermocouple type-k* untuk mengukur kenaikan suhu uap air pada ketel sebagai nilai T, dan DHT11 untuk mengukur suhu ruangan sebagai nilai T0. Dari pengukuran sensor tersebut nantinya didapatkan nilai koefisien muai panjang. Untuk sampel yang digunakan adalah logam tembaga yang memiliki nilai koefisien muai panjang sebesar $0,0000167 / ^\circ C$. Logam tembaga yang digunakan sebagai sampel pengujian memiliki variasi panjang dengan masing-masing panjangnya adalah 17cm, 19cm, 21cm, dan 23 cm.

Setelah mendapatkan nilai koefisien muai panjang nanti akan didapatkan hasil tingkat akurasi dan *error* prototipe alat praktikum koefisien muai panjang dalam menentukan nilai koefisien muai panjang dari logam tembaga. Menurut (Wahyudi, 2017) *error* pengukuran yang dilakukan sensor dapat diketahui dengan cara membagi selisih pengukuran antara pengukuran sensor dan alat ukur dengan nilai pengukuran alat ukur kemudian dikalikan dengan 100 %. Selain itu parameter yang akan ditampilkan hasilnya adalah aplikasi blynk mampu mengontrol kompor listrik, *solenoid valve*, sistem. Selain mengontrol, aplikasi blynk juga harus mampu memonitoring suhu ruangan, suhu uap air, pemuai panjang logam tembaga, dan panjang awal logam tembaga sebelum memuai. Selain data tersebut, aplikasi blynk juga mampu menampilkan data visual berupa *video streaming* dari IP camera.

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Sampel Tembaga 17cm

No	L0 (cm)	LT (cm)	T0 (°C)	T (°C)	ΔL (m)	ΔT (°C)	α (/°C)
1.	17.0	17,0292	28,0	33,10	0,00292	5,10	3370.10^{-8}
2.	17.0	17,0774	28,0	56,09	0,00774	28,09	1620.10^{-8}
3.	17.0	17,0464	28,0	80,26	0,00464	52,26	520.10^{-8}
4.	17.0	17,0486	28,0	95,79	0,00486	67,79	420.10^{-8}
5.	17.0	17,0522	28,0	95,59	0,00522	67,59	450.10^{-8}
6.	17.0	17,0572	28,0	95,27	0,00572	67,27	500.10^{-8}

Hasil pengujian sampel tembaga dengan panjang 17cm dapat dilihat pada tabel 4.7. Dari pengujian tersebut didapatkan rata-rata nilai koefisien muai panjang $0,0000165/^{\circ}C$ dengan *error* sebesar 3,1% dan akurasi sebesar 96,9%. Nilai akurasi dan *error* hasil perhitungan koefisien muai panjang yang dicari dari data pengukuran prototipe alat praktikum koefisien muai panjang ini, didapatkan dengan cara membandingkan nilai perhitungan koefisien muai panjang dengan nilai koefisien muai panjang sesuai teori pada tabel 2.1, analisis lengkapnya bisa dilihat di lampiran 2.

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Sampel Tembaga 19cm

No	L0 (cm)	LT (cm)	T0 (°C)	T (°C)	ΔL (m)	ΔT (°C)	α (/°C)
1.	19.0	19,0269	27,0	30,63	0,00269	3,63	3889.10^{-8}
2.	19.0	19,0358	27,0	31,96	0,00358	4,96	3779.10^{-8}
3.	19.0	19,0420	27,0	52,02	0,00420	25,02	884.10^{-8}
4.	19.0	19,0560	27,0	84,63	0,00560	57,63	512.10^{-8}
5.	19.0	19,0661	27,0	98,08	0,00661	71,08	490.10^{-8}
6.	19.0	19,0717	27,0	100,07	0,00717	73,07	516.10^{-8}

Pengujian sampel tembaga dengan panjang 19cm dapat dilihat pada tabel 4.8. Dari pengujian tersebut didapatkan rata-rata nilai koefisien muai panjang $0,00001682/^{\circ}C$ dengan *error* sebesar 0,69% dan akurasi sebesar 99,31%. Nilai akurasi dan *error* hasil perhitungan koefisien muai panjang yang dicari dari data pengukuran prototipe alat praktikum koefisien muai panjang ini, didapatkan dengan cara membandingkan nilai perhitungan koefisien muai panjang dengan nilai koefisien muai panjang sesuai teori pada tabel 2.1, analisis lengkapnya bisa dilihat di lampiran 2.

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Sampel Tembaga 21cm

No	LO (cm)	LT (cm)	TO ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)	ΔL (m)	ΔT ($^{\circ}C$)	α (/ $^{\circ}C$)
1.	21.0	21,013	27,0	30,82	0,0013	3,82	166.10^{-7}
2.	21.0	21,014	27,0	37,46	0,0014	10,46	65.10^{-7}
3.	21.0	21,013	27,0	50,33	0,0013	23,33	27.10^{-7}
4.	21.0	21,054	27,0	68,64	0,0054	41,64	62.10^{-7}
5.	21.0	21,550	27,0	96,18	0,0550	69,18	378.10^{-7}
6.	21.0	21,547	27,0	99,91	0,0547	72,91	357.10^{-7}

Sampel tembaga dengan panjang 21cm diuji sehingga mendapatkan beberapa parameter yang bisa dilihat pada tabel 4.9. Dari pengujian tersebut didapatkan rata-rata nilai koefisien muai panjang sebesar $0,0000176/^{\circ}C$ dengan *error* 5,3% dan akurasi 94,7%. Nilai akurasi dan *error* hasil perhitungan koefisien muai panjang yang dicari dari data pengukuran prototipe alat praktikum koefisien muai panjang ini, didapatkan dengan cara membandingkan nilai perhitungan koefisien muai panjang dengan nilai koefisien muai panjang sesuai teori pada tabel 2.1, analisis lengkapnya bisa dilihat di lampiran 2.

Tabel 4.10. Hasil Pengujian Sampel Tembaga 23cm

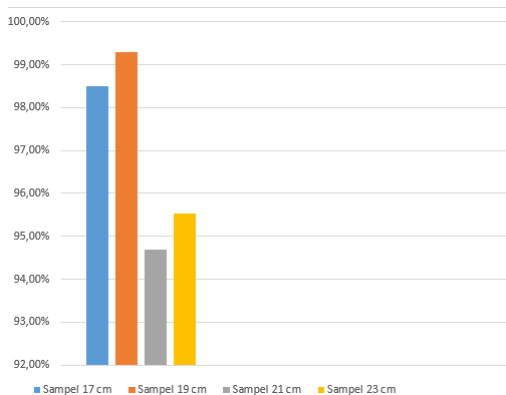
No	LO (cm)	LT (cm)	TO ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)	ΔL (m)	ΔT ($^{\circ}C$)	α (/ $^{\circ}C$)
1.	23.0	23,0797	27,0	33,27	0,00797	6,27	553.10^{-7}
2.	23.0	23,0683	27,0	51,09	0,00683	24,09	123.10^{-7}
3.	23.0	23,0916	27,0	86,2	0,00916	59,20	67.10^{-7}
4.	23.0	23,0916	27,0	96,45	0,00916	69,45	57.10^{-7}
5.	23.0	23,128	27,0	97,55	0,0128	70,55	79.10^{-7}
6.	23.0	23,130	27,0	100,00	0,01304	73,00	78.10^{-7}

Logam tembaga dengan panjang 23cm diuji sehingga mendapatkan beberapa data yang bisa dilihat pada tabel 4.10. Dari pengujian tersebut didapatkan rata-rata nilai koefisien muai panjang $0,00001595/^{\circ}C$ dengan *error* 4,48% dan akurasi 95,52%. Nilai akurasi dan *error* hasil perhitungan koefisien muai panjang yang dicari dari data pengukuran prototipe alat praktikum koefisien muai panjang ini, didapatkan dengan cara membandingkan nilai perhitungan koefisien muai panjang dengan nilai koefisien muai panjang sesuai teori pada tabel 2.1, analisis lengkapnya bisa dilihat di lampiran 2.

Pengujian keseluruhan prototipe alat praktikum koefisien muai panjang ini dilakukan dengan durasi tiap sampelnya adalah 30 menit dengan jeda ketika mengganti air pada ketel, serta menunggu suhu di dalam ketel sesuai dengan suhu ruangan. Karena resolusi data yang dikirim dari *widget report blynk* dapat diatur tiap satu menit, maka akan didapatkan sebanyak 30 data tiap pengujian sampelnya. Dari 30 data tersebut peneliti mengambil 6 data. Data tersebut didapat dari merata-rata data tiap 5 menit sekali. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan data. Karena ada 6 data, sehingga dari setiap pengujian sampel

didapatkan 6 nilai koefisien muai panjang. Nilai koefisien muai panjang tersebut yang kemudian akan dirata-rata. Dari rata-rata nilai koefisien muai panjang bisa didapatkan akurasi dan *error* nilai koefisien muai panjang logam tembaga. Jika menurut tabel 2.1 nilai koefisien muai panjang dari logam tembaga adalah $0,0000167 / ^\circ C$.

Pada pengujian ini didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang dari berbagai sampel yang relatif sama, dimulai pada sampel 17 cm didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang sebesar $0,0000165 / ^\circ C$ dengan akurasi 98,5%, sampel 19 cm didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang sebesar $0,00001682 / ^\circ C$ dengan akurasi 99,3%, sampel 21cm didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang sebesar $0,0000176 / ^\circ C$ dengan akurasi 94,7%, dan sampel 23cm didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang sebesar $0,00001595 / ^\circ C$ dengan akurasi 95,52%. Akurasi nilai koefisien muai panjang yang didapatkan tidak terlepas dari akurasi sensor dalam mengukur parameter tersebut. Pada pengujian sensor *ultrasonic* HC-SR04 didapatkan rata-rata nilai akurasi pengukuran sebesar 99,04%, sensor *thermocouple type-k* didapatkan rata-rata nilai akurasi pengukuran 96,6%, dan untuk sensor DHT11 didapatkan rata-rata nilai akurasi pengukuran 98,69%. Nilai akurasi pengukuran sensor dan kalibrasi sensor didapatkan dari membandingkan hasil pengukuran sensor dengan hasil pengukuran alat ukur.



Gambar 4.14. Grafik Perbedaan Akurasi Sampel Logam Tembaga

Menurut (Abdullah, 2016) benda padat akan mengalami pertambahan panjang atau pemuaian panjang ketika dipanaskan. Pemuaian panjang tersebut akan sebanding dengan panjang mula-mula dikali perubahan suhu. Dapat dilihat grafik perbedaan akurasi pengujian sampel logam tembaga pada gambar 4.14, dari ke-4 sampel yang diuji sampel 19 cm memiliki akurasi yang paling baik karena menyentuh angka 99,04%. hal itu karena, nilai pertambahan panjangnya berbanding lurus dengan nilai perubahan suhu. Suhu semakin naik dan logam sampel mengalami pertambahan panjang. Sedangkan untuk sampel yang lain, pertambahan panjang logam sampel tidak linier dengan perubahan suhu. Ada beberapa data yang ketika suhu naik tetapi pertambahan panjang logam justru mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena beberapa kendala saat pengujian.

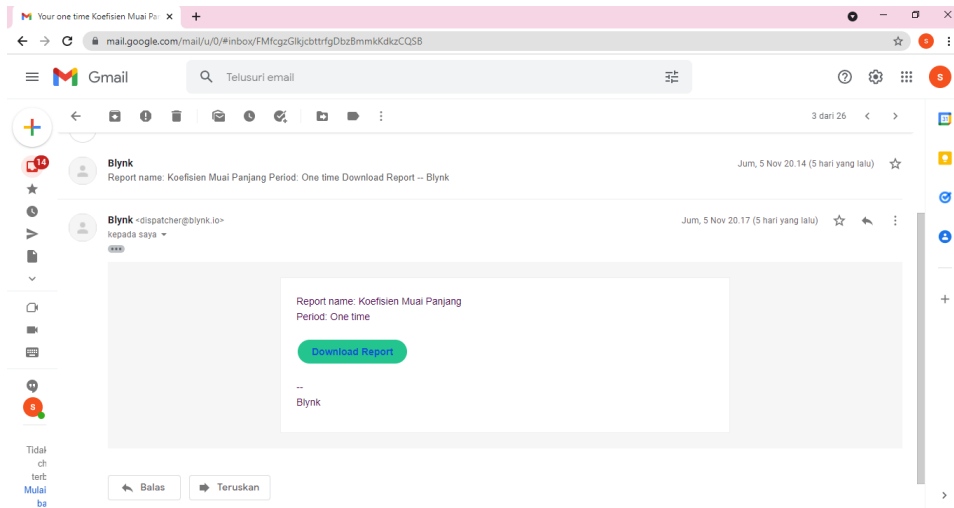
Salah satunya adalah kompor listrik yang digunakan sistem kerjanya seperti setrika yang ketika sudah mencapai suhu tertentu akan mati sendiri. Sensor yang terpasang pada ketel

tetap mengukur suhu pada ketel yang suhunya relatif tetap, karena kompornya mati air tetap mendidih namun uap air yang terbentuk tidak menguap melewati selang yang terhubung dengan sampel logam tembaga. Hal ini tentu berpengaruh pada pengujian, dapat dilihat pada akurasi data yang didapatkan meskipun tidak terlalu signifikan. Karena kendala tersebut peneliti memutuskan untuk menggunakan 6 data terbaik dari 30 data yang di dapatkan.

Kendala lainnya adalah ketika harus mengganti sampel logam tembaga, maka sensor jarak yang digunakan untuk mengukur pemuaian panjang juga harus dipindah agar jaraknya sesuai dengan yang ditentukan. Kali ini peneliti menetapkan jarak antar sensor dengan sampel adalah 10 cm. Sedangkan sampel logam tembaga yang digunakan ini bervariasi panjangnya, jadi setiap ganti sampel maka harus diubah posisinya agar jarak dari logam tembaga ke sensor 10 cm. Hal ini sangat menguras waktu, karena ketika sensor dan objek pemantul yang terpasang pada logam sampel tidak sejajar, maka data sensornya akan terus berubah alias tidak statis. Namun kadang juga ketika sudah sejajar tapi jaraknya tidak pas. Jalan keluarnya adalah ketika sensor dan objek sudah sejajar namun jaraknya tidak ada 10cm, dengan mengurangi nilai ΔL hasil pengujian dengan nilai ΔL mula-mula tadi. Semisal nilai ΔL mula-mula sudah terbaca 0,01 cm, maka hasil data pengukuran untuk ΔL tersebut dikurangi dengan 0,01 cm.

Selain pengujian terhadap nilai koefisien muai panjang pada logam tembaga dengan beberapa sampel panjang logam tembaga, pada pengujian ini juga didapatkan hasil aplikasi blynk sudah bisa mengirimkan *report* data dari parameter yang diukur oleh sensor ke *e-mail* yang sudah ditetapkan. Resolusi pengiriman datanya bisa diatur yaitu tiap 1 menit sekali, tiap 1 jam sekali, atau 1 hari sekali.

Pengiriman *report* oleh aplikasi blynk ke *e-mail* yang dituju bisa dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15. *Report* Data yang Dikirim Oleh Aplikasi Blynk ke *E-mail*

Pengujian selanjutnya adalah indikator tingkat ketinggian air pada ketel. indikator ini menggunakan LED. Ada dua buah LED dengan warna yang berbeda yaitu hijau dan merah. Teknisnya adalah ketika LED hijau dan LED merah menyala bersamaan berarti ketinggian air pada ketel 90% dari tinggi total ketel. Kemudian jika LED hijau mati sedangkan LED merah masih tetap menyala bisa dipastikan jika air pada ketel memiliki ketinggian kurang dari 90% dan di atas 40% dari ketinggian total ketel. Sedangkan jika kedua LED mati, ketinggian air pada ketel kurang dari 40% dari total tinggi ketel. Indikator ini digunakan agar pengguna bisa mengisi air pada ketel terlebih dahulu sebelum digunakan hingga LED hijau menyala alias air dalam ketinggian

90%. Indiator ketinggian air dapat dilihat pada lampiran 3.

Hasil pengujian selanjutnya adalah aplikasi blynk dapat mengontrol relay, menampilkan data dari sensor, dan menampilkan *video streaming* dari IP camera. Tampilan aplikasi blynk dapat dilihat pada lampiran 3. Pada gambar tersebut dapat terlihat ketika tombol *on* pada sistem dan kompor akan dalam kondisi menyala dengan melihat indikatornya. LED warna merah pada sisi sebelah kiri kerangka prototipe yang menyala menandakan sistem kondisi hidup. dan LED warna jingga pada kompor menandakan kompor dalam keadaan hidup. Pada aplikasi blynk juga bisa menampilkan nilai T_0 , T , L_0 , dan nilai ΔT . Selain itu karena sampel yang digunakan bervariasi panjangnya maka digunakan juga *widget numeric input* pada aplikasi blynk untuk mengatur nilai L_0 atau panjang sampel logam sebelum memuai.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian yang sudah dilaksanakan oleh peneliti, dapat disimpulkan :

A. Simpulan

1. Pada penelitian prototipe alat praktikum koefisien muai panjang dapat diakses atau digunakan dengan *smartphone* android melalui aplikasi blynk berbasis *Internet of Things*(IoT). Artinya pengguna bisa mengakses dimanapun dan kapanpun dengan catatan prototipe alat praktikum koefisien muai panjang dan *smartphone* android dalam kondisi terkoneksi dengan jaringan internet. Pengguna tetap bisa melakukan pengambilan data meskipun dari jarak yang sangat jauh, karena di dalam aplikasi blynk akan menampilkan data yang dibutuhkan yaitu T_0 , T , L_0 , dan ΔL . Selain itu prototipe ini juga sudah dilengkapi dengan IP *camera*, sehingga pengguna langsung bisa melihat kinerjanya apakah sudah sesuai dengan yang diperintahkan atau tidak. Pada prototipe ini diberikan indikator berupa LED sebagai tanda jika sistem dan kompor listrik menyala atau tidak. Ada juga indikator ketinggian air pada ketel yang memungkinkan pengguna dapat mengetahui ketinggian air di dalam ketel sebelum melakukan percobaan, sehingga misal air di dalam ketel kurang maka pengguna bisa mengisi ketel terlebih dahulu dengan menekan tombol untuk menyalakan kran yang tersedia di aplikasi blynk. Selain monitoring data

dalam bentuk angka dan visual aplikasi blynk ini juga tersedia tombol untuk menyalakan sistem, kompor listrik, dan juga kran.

2. Prinsip kerja prototipe alat praktikum koefisien muai panjang ini pada intinya adalah menghasilkan produk yang digunakan sebagai solusi untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran ekspserimen meskipun dalam keadaan daring. Prototipe alat praktikum koefisien muai panjang ini berbasis *internet of things* sehingga mampu dikontrol menggunakan aplikasi android yang pada penelitian ini menggunakan aplikasi blynk.
3. Pada pengujian didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang dari berbagai sampel yang relatif sama, dimulai pada sampel 17 cm didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang sebesar $0,0000165 / ^\circ C$ dengan akurasi 98,5%, sampel 19 cm didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang sebesar $0,00001682 / ^\circ C$ dengan akurasi 99,3%, sampel 21cm didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang sebesar $0,0000176 / ^\circ C$ dengan akurasi 94,7%, dan sampel 23cm didapatkan nilai rata-rata koefisien muai panjang sebesar $0,00001595 / ^\circ C$ dengan akurasi 95,52%. Akurasi koefisien muai panjang dari tiap sampel tersebut tidak lepas dari pengukuran sensor yang digunakan untuk prototipe alat praktikum koefisien muai panjang memiliki akurasi yang bagus, yaitu untuk sensor *ultrasonic* HC-SR04 memiliki akurasi sebesar 99,04%, sensor *thermocouple type-k* memiliki akurasi 96,59%, dan sensor DHT11 memiliki akurasi sebesar 96,59%.

B. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal dan mengembangkan penelitian ini, saran yang diberikan sebagai berikut :

1. Kompor listrik yang digunakan untuk melakukan pengujian dan percobaan memiliki spesifikasi yang lebih baik dari yang saat ini, agar hasil datanya lebih bagus lagi.
2. Menambah sensor jarak dan menambah variasi data. Jadi nantinya dalam satu sistem bisa digunakan untuk mengukur koefisien muai panjang dari 3 sampel atau 5 sampel sekaligus dengan variasi yang berbeda. Sehingga nantinya pengguna tidak perlu mengatur sensor jarak yang digunakan agar sesuai posisinya karena sensor jarak yang digunakan sudah dipaten sesuai dengan variasi sampel dari sistem tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin. 2016. *Fisika Dasar 1*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Astamal, Rio. 2021. *Tafsir Surah*. <https://quranweb.id/18/96/>. diakses Selasa 21 Desember 2021 pukul 19.08.
- Azhar, Fahmi. 2021. *Tafsir Surah Yasin ayat 80: 'Pohon' Sebagai Perumpaan Hari Kebangkitan*. <https://tafsiralquran.id/tafsir-surah-yasin-ayat-80-pohon-sebagai-perumpaan-hari-kebangkitan/>. diakses Selasa 21 Desember 2021 pukul 19.19.
- Aini, Qurotul., Rahardja, Untung., Madiistriyatno, Harries., dan Fuad, Azharul. 2018. *Rancang Bangun Alat Monitoring Pergerakan Objek pada Ruangan Menggunakan Modul RCWL 0516*. STMIK Raharja dan Universitas Persada Indonesia YAI.
- Apriyani, Sri., Subagio, Ridho Taufik., dan Ilham, Wanda. 2020. *Aplikasi Monitoring Keamanan Ruangan Menggunakan IP Camera Berbasis Android*. Jurnal Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan Vol IV.
- Arena, Mytha., Basuki, Arif. 2015. *Sistem Akuisisi Data Suhu Multipoint Dengan Mikrokontroler*. Porsiding Seminar Nasional ke 9 Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi STTN Yogyakarta.
- Arsada, Bakhtiyar., Suprianto, Bambang. 2017. *Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno*. Universitas Negeri Surabaya.

- Ashari, M Aluh., Lidyawati, Lia. 2019. *IoT Berbasis Sistem Smart Home Menggunakan Nodemcu V3*. Ejournal Kajian Teknik Elektro Vol.3 No.2 hlm. 140-141.
- Chamim, Anna Nur Nazilah . 2010. *Penggunaan Microcontroller sebagai Pendeteksi Posisi dengan Menggunakan Sinyal GSM*. Politeknik PPKP Yogyakarta.
- Dewi, N. H. L., Rohmah, M. F., Zahara, S. 2019. *Prototype Smart Home dengan Modul Nodemcu ESP8266 Berbasis Internet of Things(IoT)*. Teknik Informatika Universitas Islam Majapahit.
- Efendi, Muhammad Yusuf., dan Chandra, Joni Eka. 2019. *Implementasi Internet of Things Pada Sistem Kendali Lampu Rumah Menggunakan Telegram Messenger Bot Dan Nodemcu Esp 8266*. Global Journal of Computer Science and Technology Volume 19.
- Efendi, Yoyon. 2018. *Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile*. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika STMIK Amik Riau, 4(1), 19–26.
- Effrendik, Popong., Joelianto, Gatot., Sucipto, Hari. 2017. *Karakterisasi Thermocouple dengan Menggunakan Perangkat Lunak Matlab-Simulink*. Jurnal ELTEK, Vol. 12 Nomor 01.
- Fansuri, N. 2012. *Menentukan Koefisien Muai Panjang Logam dengan Cara Memanaskannya*. Universitas Muhammadiyah Prof.Dr.Hamka.

- Fathulrohman, Yusuf Nur Insan., Saepuloh, Asep. 2018. *Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban menggunakan Arduino Uno*. Jumantaka Vol. 2 No. 01.
- Firdausi, Nur Akmalia. 2018. *Prototipe Alat Monitoring Detak Jantung Menggunakan Arduino Pro Mini dan Bluetooth Berbasis Android*. Universitas Jember.
- Fitri, Sari Widya., Harmadi, Wildian. 2017. *Rancang Bangun Sistem Pegontrolan Temperatur dan Waktu untuk Proses Heat Treatmet*. Jurnal Fisika Unand Vol. 6 No. 3.
- Hariri, Rafiq., Novianto, Muhammad Andang., Kristiyana, Samuel. 2019. *Perancangan Aplikasi Blynk untuk Monitoring dan Kendali Penyiraman Tanaman*. Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Gultom, Golfrid., Ginting, Manan., Irwansyah., Rahmansyah, Abdul Azis., Situngkir, Dejo. 2019. *Implementasi Pengiriman Data Sensor Suhu Ke Database Pada Sistem Heating - Holding Pemanas Bertingkat Untuk VCO*. Jurnal Ready Star Vol.2 Politeknik Teknologi Kimia Industri.
- Hidayat, M Reza., Christiono, Saipudin, Budi, Septiana Sapudin. 2018. *Perancangan Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 Menggunakan Sensor PIR HC-SR501 dan Sensor Smoke Derector*. Jurnal Kilat Vol.7 N0.2 hlm. 140-141
- Hikmawati, Kusmiyati, Sutrio, Kurniawan, Edi., Sakdiyah, Halimatus. 2018. *Implementasi Metode Real Experiments dan Virtual Experiments Pada Pembelajaran Fisika di SMA N 1*

- Kediri. Pendidikan Fiiska Dan Teknologi FKIP Universitas Mataram, 4(2), 185–191.
- Huda, Andika Khoirul. 2021. *Rancang Bangun Monitoring Kemiringan Gedung dan Penuruna Tanah menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Internet Of Things(IOT)*. UIN Walisongo.
- Jayanti, T. A. D., Sudarmanto, Agus., Faqih, Muhammad Izzatul. 2020. *Cold Smoking Equipment Design Of Smoked Fish Products With Closed Circulation Using Temperature And Concentration Monitoring System Based On Arduino Uno*. Walisongo Islamic State University of Semarang IOP Conference Series Materials Science and Engineering 846 012025.
- Jua, Salestina Kostaria., Sarwanto, Sukarmin. 2017. *Pengembangan alat percobaan muai panjang zat padat sebagai alat praktikum fisika pada materi pemuaiian*. Universitas PGRI Madiun.
- Juliasari, Nani., Hartanto, Dwi Erian., Mulyanti, Sri. 2016. *Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Mesin Pembentukan Embrio Telur Ayam Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO*. Jurnal TICOM VOL.4 No.3.
- Juwariyah, Tatik., Prayitno, Sugeng., Mardhiya, Akalily. 2018. *Perancangan Sistem Deteksi Dini Pencegah Kebakaran Rumah Berbasis Esp8266 dan Blynk*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
- Kadir, Abdul. 2018. *Dasar Pemrograman Internet untuk Proyek Berbasis Arduino*. Penerbit ANDI : Yogyakarta.

- Khoerun, Bobi., dan Udhiarto, Arief. 2019. *Pengaruh Variasi Suhu Laminating, Waktu Ultrasonic Cleaning, Kecepatan Rotasi Spin Coating Terhadap Karakterisasi Organic Light Emitting Diode(OLED)*. Jurnal Teknologi Terapan Vol.5.
- Kusumaningrum, Anggraini., Pujiastuti, Asih., dan Zeny, Muhammad,. 2017. *Pemanfaatan Internet of Things pada Kendali Lampu*. Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.
- Lawa, Zet C. J., Najoan, M. E. I., Lumenta, M., dan Tuegeh, M. 2012. *Perancangan Teknologi IP Camera di Jaringan Radio Wireless PT. PLN Wilayah Suluttenggo*. UNSRAT Manado.
- Najmurrokhman, A., Kusnandar, Amrulloh. 2017. *Prototipe Pengendali Suhu dan Kelembaban untuk Sotrage menggunakan Mikrokontroler ATMEGA328 dan Sensor DHT11*. Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta Vol. 10 No. 1.
- Nasution, Abdul Halim Mukti., Indriani, Sri., Fadhilah, Nida., Arifin, Chandra., Tamba, Saur Parsaoran. 2019. *Pengontrolan Lampu Jarak Jauh dengan Nodemcu menggunakan Blynk*. Jurnal Tekinkom Volume 2 Nomor 1.
- Novelan, Muhammad Syahputra., Syahputra, Zulfahmi., dan Putra, Hasan Purwa. 2020. *Sistem Kendali Lampu Menggunakan NodeMCU dan Mysql Berbasis IoT (Internet Of Things)*. Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan hlm. 118.
- Pambudhi, Adjie., Imansyah, Fitri., W, F. Trias Pontia. 2017. *Monitoring dan Analisis IP Camera pada Jaringan Internet*. Universitas Tanjungpura.

- Pujayanto, Budiharti, R., Radiyono, Y., Masithoh, D. F., dan Arfian, F. 2016. *Pembuatan Alat Percobaan Pengukuran Koefisien Pemuaian Panjang Logam dengan Difraksi*. Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sebelas Maret, 263–268.
- Raufun, La., Ardiansyah, Sandi. 2018. *Prototype Pengontrolan Pengisian Tandon Air Secara Paralel menggunakan Solenoid Valve Berbasis ATMEGA 2560*. Jurnal Informatika Vol. 7 No.2.
- Tim Redaksi tafsiralquran.id.2021.*Tafsir Surah Ar Ra'd Ayat 17*.<https://tafsiralquran.id/tafsir-surah-ar-rad-ayat-17/>. Diakses Selasa 21 Desember 2021 pukul 19.30.
- Rustandi, Andi., Asyiril., Hikma, Nurul. 2020. *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Mata Pelajaran Simulasi dan Komunikasi Digital Kelas X Sekolah Menengah Kejuruan Teknologi Informasi Airlangga Tahun Ajaran 2020/2021*. Jurnal Binawakya Volume 15 Nomor 2.
- Santoso, Hari. 2015. *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*. www.elangsakti.com.
- Saputro, Agung Dwi. 2020. *Rancang Bangun Robot Pendeteksi Kadar Gas Sulfur Dioksida (SO_2) dan Gas Karbon Monoksida(CO) untuk Eksplorasi Kawah Ijo Objek Wisata Candi Gedong Songo Berbasis Internet of Things*. UIN Walisongo.
- Satriadi, Arifaldy., Wahyudi, dan Christiyono, Yuli. 2019. *Perancangan Home Automation Berbasis NodeMCU*. Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro.

- Serway, R. A., Jewett, J. W. 2010. Fisika untuk Sains dan Teknik (M. Astriani (ed.); 6th ed.). Penerbit Salemba Teknika.
- Setiawan, David. 2019. *Rancang Bangun Inventaris Pendataan Barang Secara Otomatis menggunakan Sensor Ultrasonik*. Politeknik Negeri Jakarta.
- Setyawan, Lukas B. 2017. *Prinsip Kerja dan Teknologi OLED*. UKSW Salatiga.
- Shields, Trevor S. 2018. *Rancang Bangun Alat Ukur Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno dengan Tampilan LCD*. Universitas Sumatra Utara.
- Subianto, A. W. 2009. *Pentingnya Praktikum dalam Pembelajaran IPA*. Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY, 1-11.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan RnD)*. Bandung : ALFABETA.
- Sulaiman, O. K., dan Widarma, Adi. 2017. *Sistem Internet of Things (IoT) Berbasis Cloud Computing dalam Campus Area Network*. Universitas Islam Sumatera Utara.
- Turang, Daniel Alexander Octavianus. 2015. *Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile*. Seminar Nasional Informatika UPN Veteran Yogyakarta, Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Bandung.
- Wahyudi., Rahman, Abdur., Nawawi, Muhammad. 2017. *Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat*

Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual.
Jurnal ELKOMIKA Vol.5 No.2.

Yudha, P. S. F., dan Sani, Ridwan Abdullah. 2017. *Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino.* Jurnal Einstein Universitas Negeri Medan.

Zarkasi, Muhammad., Mulia, Sandy Bhawana., Eriyandi, Mindit. 2018. *Performa Solenoid pada Valve Alat Pengisian Air Minum Otomatis.* Jurnal Elektra Vol.3 No.2.

Lampiran 1. Data Pengujian Sensor

Tabel 0.1. Hasil Pengujian Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

No.	SM(cm)	SS(cm)	Si(cm)	Error(%)	Akurasi(%)
1.	3	2,94	0,06	2,0	98
2.	4	3,99	0,01	0,2	99,8
3.	5	4,90	0,1	2,0	98,0
4.	6	5,92	0,08	1,3	98,7
5.	7	6,82	0,18	2,6	97,4
6.	8	7,96	0,04	0,5	99,5
7.	9	8,98	0,02	0,2	99,8
8.	10	9,88	0,12	1,2	98,8
9.	11	10,9	0,1	0,9	99,1
10.	12	11,97	0,03	0,2	99,8
11.	13	12,94	0,06	0,5	99,5
12.	14	13,99	0,01	0,1	99,9
13.	15	14,98	0,11	0,7	99,3

$$Error = \frac{Si}{SM} \cdot 100\% \quad (L1.1)$$

$$Akurasi = 100\% - KR \quad (L1.2)$$

keterangan :

Si merupakan selisih pengukuran antara sensor dengan mistar (cm).

SM merupakan pengukuran dengan mistar (cm).

SS merupakan pengukuran dengan sensor (cm).

Error merupakan kesalahan relatif sensor(%).

Akurasi merupakan nilai ketelitian sensor(%).

Dari persamaan 0.1 dan 0.2 didapatkan hasil kesalahan relatif dan akurasi dari tiap pengukuran. Selanjutnya untuk mengetahui kesalahan relatif dan akurasi dari sensor secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

$$ErrorSensor = \frac{\Sigma Error}{n} \quad (L1.3)$$

$$AkurasiSensor = \frac{\Sigma Akurasi}{n} \quad (L1.4)$$

Dengan n adalah banyaknya data. Sehingga didapatkan kesalahan relatif dan akurasi :

$$ErrorSensor = 12,5\%/13 = 0,96\%$$

$$AkurasiSensor = 1287,5\%/13 = 99,04\%$$

Tabel 0.2. Hasil Pengujian Sensor *Thermocouple Type-K*

No.	T(°C)	TS(°C)	Ti(°C)	Error(%)	Akurasi(%)
1.	27	26	1	3,7	96,3
2.	30	31	1	3,3	96,7
3.	33	34	1	3,0	97,0
4.	36	38	2	5,6	94,4
5.	39	40	1	2,6	97,4
6.	42	43,5	1,5	3,6	96,4
7.	45	46	1	2,2	97,8
8.	48	50	2	4,2	95,8
9.	50	51	1	2,0	98,0
10.	50	52	2	4,0	96,0

$$Error = \frac{T_i}{T} \cdot 100\% \quad (L1.5)$$

$$Akurasi = 100\% - Error \quad (L1.6)$$

keterangan :

Ti merupakan selisih pengukuran antara sensor dengan termometer (°C).

T merupakan pengukuran dengan termometer (°C).

TS merupakan pengukuran dengan termometer (°C).

Error merupakan kesalahan relatif sensor(%).

Akurasi merupakan nilai ketelitian sensor(%).

Dari persamaan 0.5 dan 0.6 didapatkan hasil kesalahan relatif dan akurasi dari tiap pengukuran. Selanjutnya untuk mengetahui kesalahan relatif dan akurasi dari sensor *thermocouple type-k* secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

$$ErrorSensor = \frac{\Sigma Error}{n} \quad (L1.7)$$

$$AkurasiSensor = \frac{\Sigma Akurasi}{n} \quad (L1.8)$$

Dengan n adalah banyaknya data. Sehingga didapatkan kesalahan relatif sensor dan akurasi sensor :

$$ErrorSensor = 34,1\%/10 = 3,4\%$$

$$AkurasiSensor = 965,9\%/10 = 96,6\%$$

Tabel 0.3. Hasil Pengujian Sensor DHT11

No.	T(°C)	TS(°C)	Ti(°C)	Error(%)	Akurasi(%)
1.	27	26,2	0,8	2,96	97,04
2.	27	26,9	0,1	0,37	99,63
3.	28	27,6	0,4	1,43	98,57
4.	28	28,3	0,3	1,07	98,93
5.	29	28,8	0,2	0,69	99,31
6.	29	28,7	0,3	1,03	98,97
7.	30	29,5	0,5	1,67	98,33
8.	30	29,7	0,3	1,00	99,00
9.	31	30,6	0,4	1,29	98,71
10.	31	30,5	0,5	1,61	98,39

$$Error = \frac{T_i}{T} \cdot 100\% \quad (L1.9)$$

$$Akurasi = 100\% - Error \quad (L1.10)$$

keterangan :

Ti merupakan selisih pengukuran antara sensor dengan termometer (°C).

T merupakan pengukuran dengan termometer (°C).

TS merupakan pengukuran dengan termometer (°C).

Error merupakan kesalahan relatif sensor(%).

Akurasi merupakan nilai ketelitian sensor(%).

Dari persamaan 0.9 dan 0.10 didapatkan hasil kesalahan relatif dan akurasi dari tiap pengukuran. Selanjutnya untuk mengetahui kesalahan relatif dan akurasi dari sensor DHT11 secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

$$ErrorSensor = \frac{\Sigma Error}{n} \quad (L1.11)$$

$$AkurasiSensor = \frac{\Sigma Akurasi}{n} \quad (L1.12)$$

Dengan n adalah banyaknya data. Sehingga didapatkan kesalahan relatif sensor dan akurasi sensor :

$$ErrorSensor = 13,13\%/10 = 1,31\%$$

$$AkurasiSensor = 986,87\%/10 = 98,69\%$$

Lampiran 2. Data Nilai Koefisien Muai Panjang

Nilai koefisien muai panjang dari pengukuran menggunakan prototipe alat praktikum koefisien muai panjang yang telah dilakukan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T} \quad (\text{L2.13})$$

$$\Delta L = L_t - L_0 \quad (\text{L2.14})$$

$$\Delta T = T - T_0 \quad (\text{L2.15})$$

Keterangan :

α merupakan koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$)

ΔL merupakan pertambahan panjang logam (m)

ΔT merupakan perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

L_t merupakan panjang benda setelah dipanaskan (m)

L_0 merupakan panjang benda mula-mula (m)

T merupakan suhu benda setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$)

T_0 merupakan suhu benda mula-mula ($^{\circ}\text{C}$)

Sedangkan akurasi dan *error* nilai koefisien muai panjang dari hasil pengukuran menggunakan prototipe alat praktikum koefisien muai panjang dapat diketahui menggunakan persamaan berikut :

$$\overline{\alpha P} = \frac{\Sigma \alpha P}{n} \quad (\text{L2.16})$$

$$\alpha_i = \overline{\alpha P} - \alpha T \quad (\text{L2.17})$$

$$Error = \frac{\alpha_i}{\alpha T} \cdot 100\% \quad (L2.18)$$

$$Akurasi = 100\% - Error \quad (L2.19)$$

keterangan :

αP merupakan nilai koefisien muai panjang yang dihitung dari hasil pengukuran menggunakan alat praktikum

koefisien muai panjang ($/^{\circ}C$)

αT merupakan nilai koefisien muai panjang tembaga yang tertera pada tabel 2.1 yaitu bernilai 0,0000167 ($/^{\circ}C$)

α_i merupakan selisih $\overline{\alpha P}$ dengan nilai αT ($/^{\circ}C$)

$\overline{\alpha P}$ merupakan nilai rata-rata pengukuran koefisien muai panjang ($/^{\circ}C$)

n merupakan banyaknya data

Tabel 0.4. Hasil Pengujian Sampel Tembaga 17cm

No	LO (cm)	LT (cm)	TO ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)	ΔL (m)	ΔT ($^{\circ}C$)	α (/ $^{\circ}C$)
1.	17.0	17,0124	28,0	32,42	0,00124	4,42	166.10^{-7}
2.	17.0	17,0125	28,0	39,55	0,00125	11,55	63.10^{-7}
3.	17.0	17,0158	28,0	67,36	0,00158	39,36	24.10^{-7}
4.	17.0	17,202	28,0	97,27	0,0202	69,27	171.10^{-7}
5.	17.0	17,335	28,0	97,33	0,0335	69,33	285.10^{-7}
6.	17.0	17,336	28,0	98,91	0,0336	70,91	278.10^{-7}

$$\alpha_1 = 0,00124/(17.4, 42) = 0,0000166(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_2 = 0,00125/(17.11, 55) = 0,0000063(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_3 = 0,00158/(17.39, 36) = 0,0000024(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_4 = 0,0202/(17.69, 27) = 0,0000171(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_5 = 0,0335/(17.69, 33) = 0,0000285(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_6 = 0,0336/(17.70, 91) = 0,0000278(/^{\circ}C)$$

$$\Sigma \alpha P = 0,0000166 + 0,0000063 + 0,0000024$$

$$+ 0,0000171 + 0,0000285 + 0,0000278$$

$$= 0,0000987(/^{\circ}C)$$

$$\overline{\alpha P} = 0,0000987/6 = 0,0000165(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_i = 0,0000167 - 0,0000165 = 0,0000002(/^{\circ}C)$$

$$Error = 0,0000002/0,0000167.100\% = 1,5\%$$

$$Akurasi = 100\% - 1,5\% = 98,5\%$$

Tabel 0.5. Hasil Pengujian Sampel Tembaga 19cm

No	LO (cm)	LT (cm)	TO ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)	ΔL (m)	ΔT ($^{\circ}C$)	α (/ $^{\circ}C$)
1.	19.0	19,0269	27,0	30,63	0,00269	3,63	3889.10^{-8}
2.	19.0	19,0358	27,0	31,96	0,00358	4,96	3779.10^{-8}
3.	19.0	19,0420	27,0	52,02	0,00420	25,02	884.10^{-8}
4.	19.0	19,0560	27,0	84,63	0,00560	57,63	512.10^{-8}
5.	19.0	19,0661	27,0	98,08	0,00661	71,08	490.10^{-8}
6.	19.0	19,0717	27,0	100,07	0,00717	73,07	516.10^{-8}

$$\alpha_1 = 0,00269 / (19.3,636) = 0,00003889 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_2 = 0,00358 / (19.4,962) = 0,00003799 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_3 = 0,00420 / (19.25,021) = 0,00000884 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_4 = 0,00560 / (19.57,633) = 0,00000512 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_5 = 0,00661 / (19.71,080) = 0,00000490 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_6 = 0,00717 / (19.73,067) = 0,00000516 (/^{\circ}C)$$

$$\Sigma \alpha P = 0,00003889 + 0,00003799 + 0,00000884$$

$$+ 0,00000512 + 0,00000490 + 0,00000516$$

$$= 0,00010089 (/^{\circ}C)$$

$$\overline{\alpha P} = 0,00010089 / 6 = 0,00001682 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_i = 0,00001682 - 0,0000167 = 0,00000012 (/^{\circ}C)$$

$$Error = 0,00000012 / 0,0000167.100\% = 0,7\%$$

$$Akurasi = 100\% - 0,7\% = 99,3\%$$

Tabel 0.6. Hasil Pengujian Sampel Tembaga 21cm

No	LO (cm)	LT (cm)	TO ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)	ΔL (m)	ΔT ($^{\circ}C$)	α (/ $^{\circ}C$)
1.	21.0	21,013	27,0	30,82	0,0013	3,82	166.10^{-7}
2.	21.0	21,014	27,0	37,46	0,0014	10,46	65.10^{-7}
3.	21.0	21,013	27,0	50,33	0,0013	23,33	27.10^{-7}
4.	21.0	21,054	27,0	68,64	0,0054	41,64	62.10^{-7}
5.	21.0	21,550	27,0	96,18	0,0550	69,18	378.10^{-7}
6.	21.0	21,547	27,0	99,91	0,0547	72,91	357.10^{-7}

$$\alpha_1 = 0,0013/(21.3,82) = 0,0000166(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_2 = 0,0014/(21.10,46) = 0,0000065(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_3 = 0,0013/(21.23,33) = 0,0000027(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_4 = 0,0054/(21.41,64) = 0,0000062(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_5 = 0,0550/(21.69,18) = 0,0000378(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_6 = 0,0547/(21.72,91) = 0,0000357(/^{\circ}C)$$

$$\Sigma \alpha P = 0,0000166 + 0,0000065 + 0,0000027$$

$$+ 0,0000062 + 0,0000378 + 0,0000357$$

$$= 0,0001055(/^{\circ}C)$$

$$\overline{\alpha P} = 0,0001055/6 = 0,0000176(/^{\circ}C)$$

$$\alpha_i = 0,0000176 - 0,0000167 = 0,0000009(/^{\circ}C)$$

$$Error = 0,0000009/0,0000167.100\% = 5,3\%$$

$$Akurasi = 100\% - 5,3\% = 94,7\%$$

Tabel 0.7. Hasil Pengujian Sampel Tembaga 23cm

No	LO (cm)	LT (cm)	TO ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)	ΔL (m)	ΔT ($^{\circ}C$)	α (/ $^{\circ}C$)
1.	23.0	23,0797	27,0	33,27	0,00797	6,27	553.10^{-7}
2.	23.0	23,0683	27,0	51,09	0,00683	24,09	123.10^{-7}
3.	23.0	23,0916	27,0	86,2	0,00916	59,20	67.10^{-7}
4.	23.0	23,0916	27,0	96,45	0,00916	69,45	57.10^{-7}
5.	23.0	23,128	27,0	97,55	0,0128	70,55	79.10^{-7}
6.	23.0	23,130	27,0	100,00	0,01304	73,00	78.10^{-7}

$$\alpha_1 = 0,00797 / (23.6, 27) = 0,0000553 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_2 = 0,00683 / (23.24, 09) = 0,0000123 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_3 = 0,00916 / (23.59, 20) = 0,0000067 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_4 = 0,00916 / (23.69, 45) = 0,0000057 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_5 = 0,0128 / (23.70, 55) = 0,0000079 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_6 = 0,01304 / (23.73, 00) = 0,0000078 (/^{\circ}C)$$

$$\Sigma \alpha P = 0,0000553 + 0,0000123 + 0,0000067$$

$$+ 0,0000057 + 0,0000079 + 0,0000078$$

$$= 0,0000957 (/^{\circ}C)$$

$$\overline{\alpha P} = 0,0000957 / 6 = 0,00001595 (/^{\circ}C)$$

$$\alpha_i = 0,0000167 - 0,00001595 = 0,00000075 (/^{\circ}C)$$

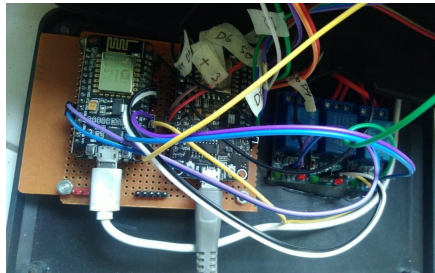
$$Error = 0,00000075 / 0,0000167.100\% = 4,48\%$$

$$Akurasi = 100\% - 4,48\% = 95,52\%$$

Lampiran 3. Gambar Protoripe Alat Praktikum Koefisien Muai panjang dan Proses Pengujian



Gambar 0.1. Implementasi Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang



Gambar 0.2. Implementasi Perangkat Keras Sistem dan Kontrol



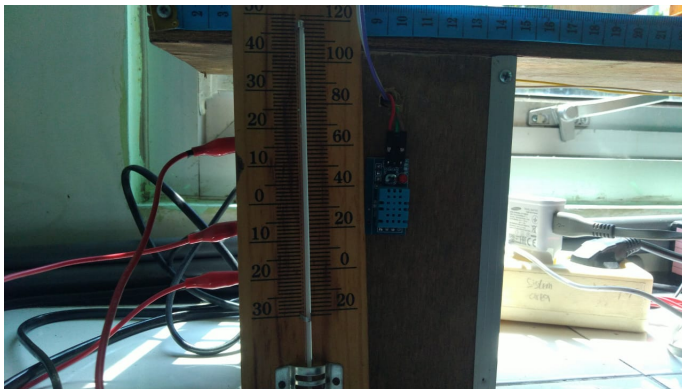
Gambar 0.3. Tampilan OLED Display



Gambar 0.4. Proses Pengujian Sensor *Ultrasonic* HC-SR04



Gambar 0.5. Proses Pengujian Sensor *Thermocouple Type-K*



Gambar 0.6. Proses Pengujian Sensor DHT11



Gambar 0.7. Proses Pengujian *Solenoid Valve*



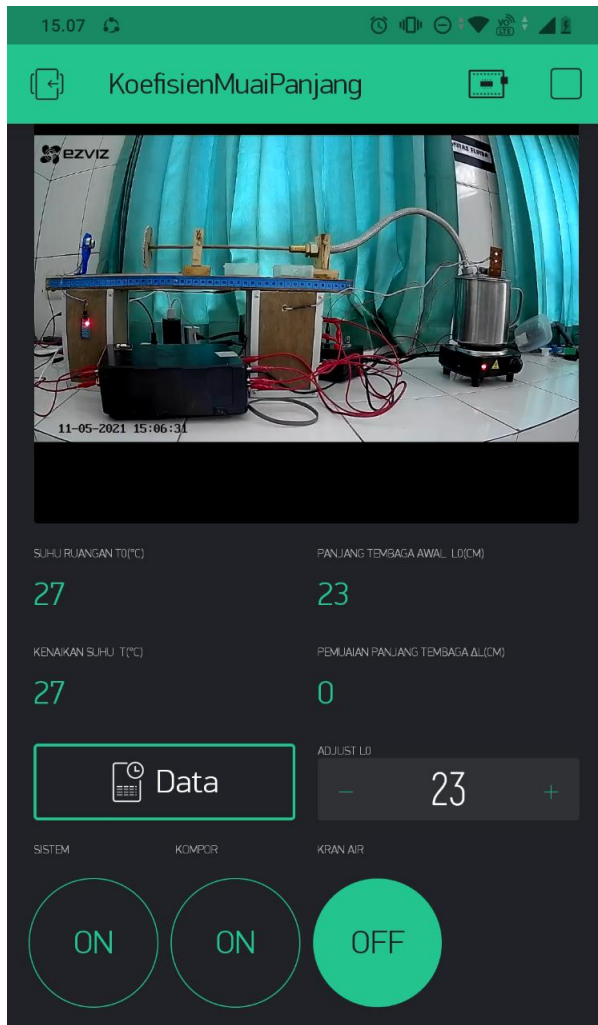
Gambar 0.8. Ketinggian Air di dalam Ketel $\geq 90\%$



Gambar 0.9. Ketinggian Air di Dalam Ketel $\leq 90\%$ dan $\geq 40\%$



Gambar 0.10. Ketinggian Air di Dalam Ketel $<40\%$



Gambar 0.11. Implementasi Aplikasi Blynk dan Proses Pengujian Prototipe

Lampiran 4. Datasheet Sensor

HC-SR04 Ultrasonic Sensor

Elijah J. Morgan

Nov. 16 2014

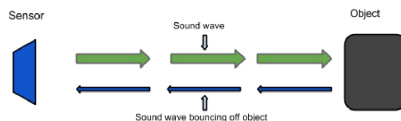
The purpose of this file is to explain how the HC-SR04 works. It will give a brief explanation of how ultrasonic sensors work in general. It will also explain how to wire the sensor up to a microcontroller and how to take/interpret readings. It will also discuss some sources of errors and bad readings.

1. How Ultrasonic Sensors Work
2. HC-SR04 Specifications
3. Timing chart, Pin explanations and Taking Distance Measurements
4. Wiring HC-SR04 with a microcontroller
5. Errors and Bad Readings



1. How Ultrasonic Sensors Work

Ultrasonic sensors use sound to determine the distance between the sensor and the closest object in its path. How do ultrasonic sensors do this? Ultrasonic sensors are essentially sound sensors, but they operate at a frequency above human hearing.



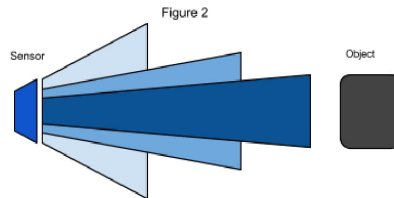
The sensor sends out a sound wave at a specific frequency. It then listens for that specific sound wave to bounce off of an object and come back (Figure 1). The sensor keeps track of the time between sending the sound wave and the sound wave returning. If you know how fast something is going and how long it is traveling you can find the distance traveled with equation 1.

Equation 1. $d = v \times t$

The speed of sound can be calculated based on the a variety of atmospheric conditions, including temperature, humidity and pressure. Actually calculating the distance will be shown later on in this document.

It should be noted that ultrasonic sensors have a cone of detection, the angle of this cone varies with distance, Figure 2 show this relation. The ability of a sensor to

detect an object also depends on the objects orientation to the sensor. If an object doesn't present a flat surface to the sensor then it is possible the sound wave will bounce off the object in a way that it does not return to the sensor.



2. HC-SR04 Specifications

The sensor chosen for the Firefighting Drone Project was the HC-SR04. This section contains the specifications and why they are important to the sensor module. The sensor modules requirements are as follows.

- Cost
- Weight
- Community of hobbyists and support
- Accuracy of object detection
- Probability of working in a smoky environment
- Ease of use

The HC-SR04 Specifications are listed below. These specifications are from the Cytron Technologies HC-SR04 User's Manual (source 1).

- Power Supply: +5V DC
- Quiescent Current: <2mA
- Working current: 15mA
- Effectual Angle: <15°
- Ranging Distance: 2-400 cm
- Resolution: 0.3 cm
- Measuring Angle: 30°
- Trigger Input Pulse width: 10uS
- Dimension: 45mm x 20mm x 15mm
- Weight: approx. 10 g

The HC-SR04's best selling point is its price; it can be purchased at around \$2 per unit.

3. Timing Chart and Pin Explanations

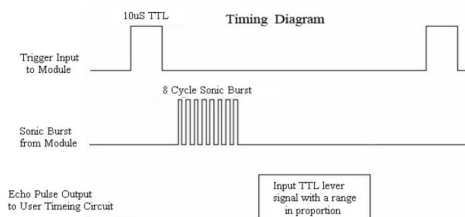
The HC-SR04 has four pins, VCC, GND, TRIG and ECHO; these pins all have different functions. The VCC and GND pins are the simplest -- they power the HC-SR04. These pins need to be attached to a +5 volt source and ground respectively. There is a single control pin: the TRIG pin. The TRIG pin is responsible for sending the ultrasonic burst. This pin should be set to HIGH for 10 μ s, at which point the HC-SR04 will send out an eight cycle sonic burst at 40 kHz. After a sonic burst has been sent the ECHO pin will go HIGH. The ECHO pin is the data pin -- it is used in taking distance measurements. After an ultrasonic burst is sent the pin will go HIGH, it will stay high until an ultrasonic burst is detected back, at which point it will go LOW.

Taking Distance Measurements

The HC-SR04 can be triggered to send out an ultrasonic burst by setting the TRIG pin to HIGH. Once the burst is sent the ECHO pin will automatically go HIGH. This pin will remain HIGH until the the burst hits the sensor again. You can calculate the distance to the object by keeping track of how long the ECHO pin stays HIGH. The time ECHO stays HIGH is the time the burst spent traveling. Using this measurement in equation 1 along with the speed of sound will yield the distance travelled. A summary of this is listed below, along with a visual representation in Figure 2.

1. Set TRIG to HIGH
2. Set a timer when ECHO goes to HIGH
3. Keep the timer running until ECHO goes to LOW
4. Save that time
5. Use equation 1 to determine the distance travelled

Figure 3
Source 2



Source 2

To interpret the time reading into a distance you need to change equation 1. The clock on the device you are using will probably count in microseconds or smaller. To use equation 1 the speed of sound needs to be determined, which is 343 meters per second at standard temperature and pressure. To convert this into more useful form use equation 2 to change from meters per second to microseconds per centimeter. Then equation 3 can be used to easily compute the distance in centimeters.

$$\text{Equation 2. Distance} = \frac{\text{Speed}}{170.15 \text{ m}} \times \frac{\text{Meters}}{100 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{e6 } \mu\text{S}}{170.15 \text{ m}} \times \frac{58.772 \text{ } \mu\text{S}}{\text{cm}}$$

$$\text{Equation 3. Distance} = \frac{\text{time}}{58} = \frac{\mu\text{S}}{\mu\text{S/cm}} = \text{cm}$$

4. Wiring the HC-SR04 to a Microcontroller

This section only covers the hardware side. For information on how to integrate the software side, look at one of the links below or look into the specific microcontroller you are using.

The HC-SR04 has 4 pins: VCC, GND, TRIG and ECHO.

1. VCC is a 5v power supply. This should come from the microcontroller
2. GND is a ground pin. Attach to ground on the microcontroller.
3. TRIG should be attached to a GPIO pin that can be set to HIGH
4. ECHO is a little more difficult. The HC-SR04 outputs 5v, which could destroy many microcontroller GPIO pins (the maximum allowed voltage varies). In order to step down the voltage use a single resistor or a voltage divider circuit. Once again this depends on the specific microcontroller you are using, you will need to find out its GPIO maximum voltage and make sure you are below that.

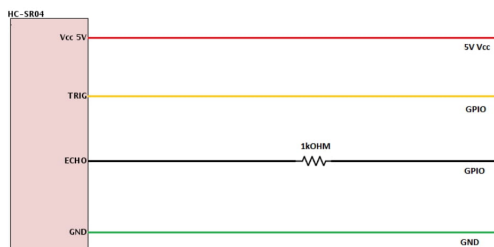
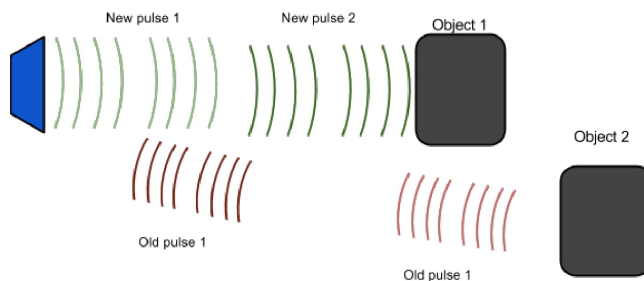


Figure 4

5. Errors and Bad Readings

Ultrasonic sensors are great sensors -- they work well for many applications where other types of sensors fall short. Unfortunately, they do have weaknesses. These weaknesses can be mitigated and worked around, but first they must be understood. The

first weakness is that they use sound. There is a limit to how fast ultrasonic sensors can get distance measurements. The longer the distance, the slower they are at reporting the distance. The second weakness comes from the way sound bounces off of objects. In enclosed spaces it is possible, if not probable that there will be unintended echos. The echos can very easily cause false short readings. In Figure 2 a pulse was sent out. It bounced off of object 1 and returned to the sensor. The distance was recorded and then a new pulse was sent. There was another object farther away, so that when the new pulse reaches object 1, the first signal will reach the sensor. This will cause the sensor to think that there is an object closer than is actually true. The old pulse is smaller than the new pulse because it has grown weaker. The longer the pulse exists the weaker it grows until it is negligible. If multiple sensors are being used, the number of echos will increase along with the number of errors. There are two main ways to reduce the number of errors. The first is to provide shielding around the sensor. This prevents echos coming in from angle outside what the sensor should actually pick up. The second is to reduce the frequency at which pulses are sent out. This gives more time for the echos to dissipate.



Works Cited

Source 1.

“HC-SR04 User's Manual.” *docs.google*. Cytron Technologies, May 2013 Web. 5 Dec. 2009.

<https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit>

Source 2.

“Attiny2313 Ultrasonic distance (HR-SR04) example.” *CircuitDB*. n.a. 7 Sept. 2014

Web. 5 Dec. 2014. <<http://www.circuitdb.com/?p=1162>>

Links

These are not formatted; you will need to copy and paste them into your web browser.

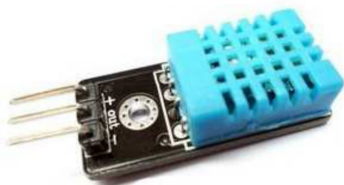
Want to learn about Ultrasonic Sensors in general?

<http://www.sensormag.com/sensors/acoustic-ultrasound/choosing-ultrasonic-sensor-proximity-or-distance-measurement-825>

All about the HC-SR04

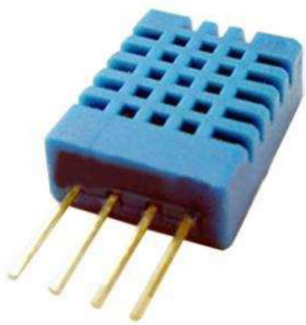
- <http://www.circuitdb.com/?p=1162>
- <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>
- <http://randomnerdtutorials.com/complete-guide-for-ultrasonic-sensor-hc-sr04/>
- <http://www.ezdenki.com/ultrasonic.php>
(^fantastic tutorial, explains a lot of stuff)
- <http://www.elecrow.com/hcsr04-ultrasonic-ranging-sensor-p-316.html>
(^ this one has some cool charts)

DHT 11 Humidity & Temperature Sensor



1. Introduction

The DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-signal-acquisition technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.



Each DHT11 sensor is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process. The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

2. Technical Specifications:

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%/RH 0-50 °C	± 5 RH	± 2°C	1	4 Pin Single Row

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)@25°C 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

3. Typical Application (Figure 1)

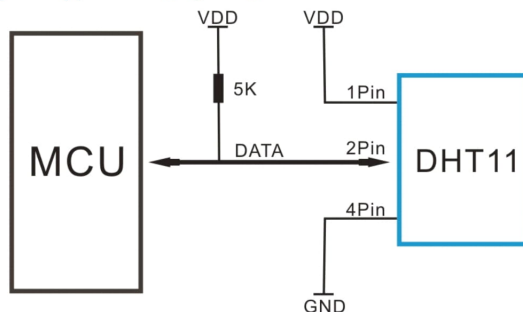


Figure 1 Typical Application

Note: 3Pin – Null; MCU =Micro-computer Unite or single chip Computer

When the connecting cable is shorter than 20 metres, a 5K pull-up resistor is recommended; when the connecting cable is longer than 20 metres, choose a appropriate pull-up resistor as needed.

4. Power and Pin

DHT11's power supply is 3-5.5V DC. When power is supplied to the sensor, do not send any instruction to the sensor in within one second in order to pass the unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

5. Communication Process: Serial Interface (Single-Wire Two-Way)

Single-bus data format is used for communication and synchronization between MCU and DHT11 sensor. One communication process is about 4ms.

Data consists of decimal and integral parts. A complete data transmission is **40bit**, and the sensor sends **higher data bit** first.

Data format: 8bit integral RH data +8bit decimal RH data +8bit integral T data +8bit decimal T data +8bit check sum. If the data transmission is right, the check-sum should be the last 8bit of "8bit integral RH data +8bit decimal RH data +8bit integral T data +8bit decimal T data".

5.1 Overall Communication Process (Figure 2, below)

When MCU sends a start signal, DHT11 changes from the low-power-consumption mode to the running-mode, waiting for MCU completing the start signal. Once it is completed, DHT11 sends a response signal of 40-bit data that include the relative humidity and temperature information to MCU. Users can choose to collect (read) some data. Without the start signal from MCU, DHT11 will not give the response signal to MCU. Once data is collected, DHT11 will change to the low-power-consumption mode until it receives a start signal from MCU again.

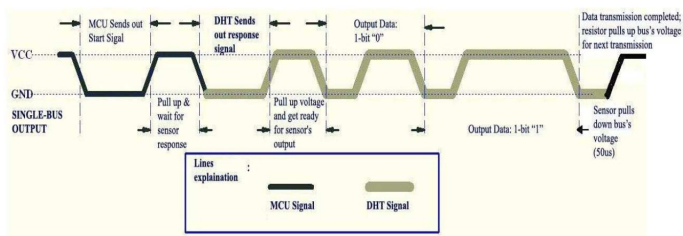


Figure 2 Overall Communication Process

5.2 MCU Sends out Start Signal to DHT (Figure 3, below)

Data Single-bus free status is at high voltage level. When the communication between MCU and DHT11 begins, the programme of MCU will set Data Single-bus voltage level from high to low and this process must take at least 18ms to ensure DHT's detection of MCU's signal, then MCU will pull up voltage and wait 20-40us for DHT's response.

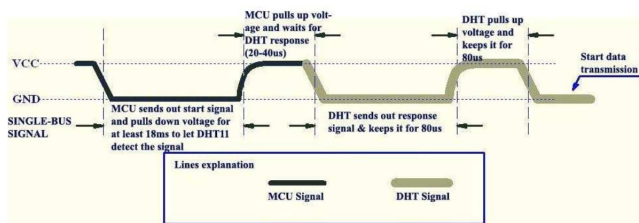


Figure 3 MCU Sends out Start Signal & DHT Responses

5.3 DHT Responses to MCU (Figure 3, above)

Once DHT detects the start signal, it will send out a low-voltage-level response signal, which lasts 80us. Then the programme of DHT sets Data Single-bus voltage level from low to high and keeps it for 80us for DHT's preparation for sending data.

When DATA Single-Bus is at the low voltage level, this means that DHT is sending the response signal. Once DHT sent out the response signal, it pulls up voltage and keeps it for 80us and prepares for data transmission.

When DHT is sending data to MCU, every bit of data begins with the 50us low-voltage-level and the length of the following high-voltage-level signal determines whether data bit is "0" or "1" (see Figures 4 and 5 below).

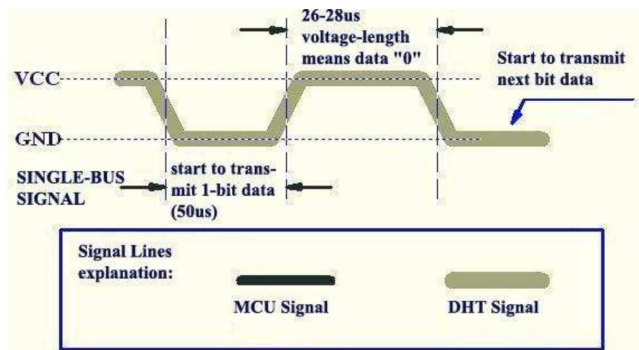


Figure 4 Data "0" Indication

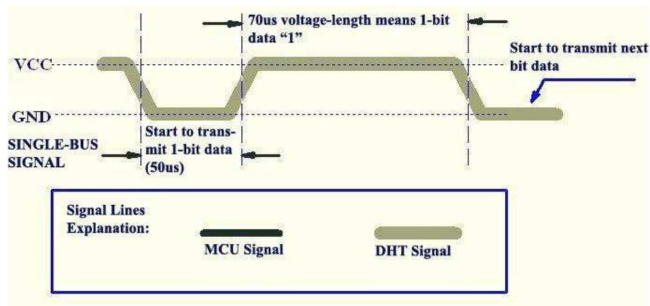


Figure 5 Data "1" Indication

If the response signal from DHT is always at high-voltage-level, it suggests that DHT is not responding properly and please check the connection. When the last bit data is transmitted, DHT11 pulls down the voltage level and keeps it for 50µs. Then the Single-Bus voltage will be pulled up by the resistor to set it back to the free status.

6. Electrical Characteristics

VDD=5V, T=25°C (unless otherwise stated)

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100µA		150µA
Sampling period	Second	1		

Note: Sampling period at intervals should be no less than 1 second.

7. Attentions of application

(1) Operating conditions

Applying the DHT11 sensor beyond its working range stated in this datasheet can result in 3%RH signal shift/discrepancy. The DHT11 sensor can recover to the calibrated status gradually when it gets back to the normal operating condition and works within its range. Please refer to (3) of

this section to accelerate its recovery. Please be aware that: operating the DHT11 sensor in the non-normal working conditions will accelerate sensor's aging process.

(2) Attention to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere with DHT's sensitive-elements and debase its sensitivity. A high degree of chemical contamination can permanently damage the sensor.

(3) Restoration process when (1) & (2) happen

Step one: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;

Step two:K keep the DHT sensor at the condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Temperature Affect

Relative humidity largely depends on temperature. Although temperature compensation technology is used to ensure accurate measurement of RH, it is still strongly advised to keep the humidity and temperature sensors working under the same temperature. DHT11 should be mounted at the place as far as possible from parts that may generate heat.

(5) Light Affect

Long time exposure to strong sunlight and ultraviolet may debase DHT's performance.

(6) Connection wires

The quality of connection wires will affect the quality and distance of communication and high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

* Welding temperature should be bellow 260Celsius and contact should take less than 10 seconds.

* Avoid using the sensor under dew condition.

* Do not use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT11 may cause personal injury.

* Storage: Keep the sensor at temperature 10-40°C, humidity <60%RH.

19-2235; Rev 1; 3/02

MAXIM**Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)****General Description**

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Features

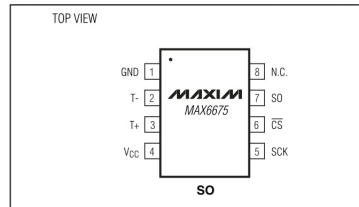
- ◆ Direct Digital Conversion of Type -K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

MAX6675**Ordering Information**

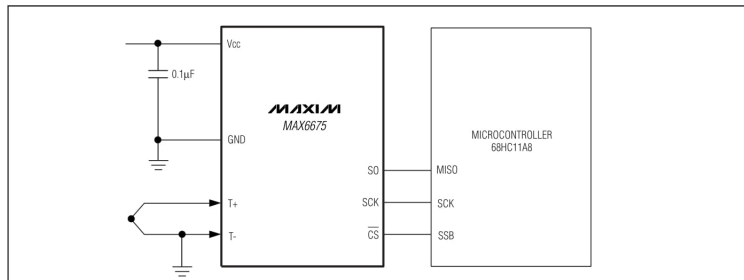
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675/ISA	-20°C to +85°C	8 SO

Applications

Industrial
Appliances
HVAC
Automotive

Pin Configuration

SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit**MAXIM**

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (VCC to GND)	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
SO, SCK, CS, T-, T+ to GND	-0.3V to VCC + 0.3V	Junction Temperature	+150°C
SO Current	50mA	SO Package	
ESD Protection (Human Body Model)	±2000V	Vapor Phase (60s)	+215°C
Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)		Infrared (15s)	+220°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C)	471mW	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Operating Temperature Range	-20°C to +85°C		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VCC = +3.0V to +5.5V, TA = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error		THERMOCOUPLE = +700°C, TA = +25°C (Note 2)	VCC = +3.3V	-5		+5	LSB
			VCC = +5V	-6		+6	
		THERMOCOUPLE = 0°C to +700°C, TA = +25°C (Note 2)	VCC = +3.3V	-8		+8	
			VCC = +5V	-9		+9	
Thermocouple Conversion Constant		THERMOCOUPLE = +700°C to +1000°C, TA = +25°C (Note 2)	VCC = +3.3V	-17		+17	μV/LSB
			VCC = +5V	-19		+19	
Thermocouple Input Impedance					60		kΩ
Supply Voltage	VCC			3.0		5.5	V
Supply Current	ICC				0.7	1.5	mA
Power-On Reset Threshold		VCC rising		1	2	2.5	V
Power-On Reset Hysteresis					50		mV
Conversion Time		(Note 2)			0.17	0.22	s
SERIAL INTERFACE							
Input Low Voltage	VIL					0.3 x VCC	V
Input High Voltage	VIH				0.7 x VCC		V
Input Leakage Current	ILEAK	VIN = GND or VCC				±5	μA
Input Capacitance	CIN					5	pF

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VCC = +3.0V to +5.5V, TA = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

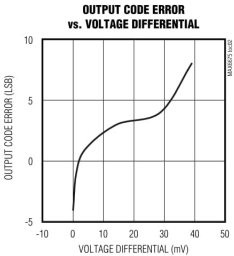
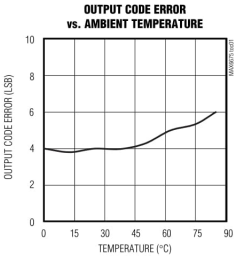
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output High Voltage	VOH	ISOURCE = 1.6mA	VCC - 0.4			V
Output Low Voltage	VOL	ISINK = 1.6mA			0.4	V
TIMING						
Serial Clock Frequency	fSCL				4.3	MHz
SCK Pulse High Width	tCH		100			ns
SCK Pulse Low Width	tCL		100			ns
CSB Fall to SCK Rise	tCSS	CL = 10pF	100			ns
CSB Fall to Output Enable	tpv	CL = 10pF			100	ns
CSB Rise to Output Disable	tTR	CL = 10pF			100	ns
SCK Fall to Output Data Valid	tDO	CL = 10pF			100	ns

Note 1: All specifications are 100% tested at TA = +25°C. Specification limits over temperature (TA = TMIN to TMAX) are guaranteed by design and characterization, not production tested.

Note 2: Guaranteed by design. Not production tested.

Typical Operating Characteristics

(VCC = +3.3V, TA = +25°C, unless otherwise noted.)



Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	GND	Ground
2	T-	Alumel Lead of Type-K Thermocouple. Should be connected to ground externally.
3	T+	Chromel Lead of Type-K Thermocouple
4	V _{CC}	Positive Supply. Bypass with a 0.1μF capacitor to GND.
5	SCK	Serial Clock Input
6	$\overline{CS}$	Chip Select. Set $\overline{CS}$ low to enable the serial interface.
7	SO	Serial Data Output
8	N.C.	No Connection

Detailed Description

The MAX6675 is a sophisticated thermocouple-to-digital converter with a built-in 12-bit analog-to-digital converter (ADC). The MAX6675 also contains cold-junction compensation sensing and correction, a digital controller, an SPI-compatible interface, and associated control logic.

The MAX6675 is designed to work in conjunction with an external microcontroller (μC) or other intelligence in thermostatic, process-control, or monitoring applications.

Temperature Conversion

The MAX6675 includes signal-conditioning hardware to convert the thermocouple's signal into a voltage compatible with the input channels of the ADC. The T+ and T- inputs connect to internal circuitry that reduces the introduction of noise errors from the thermocouple wires.

Before converting the thermoelectric voltages into equivalent temperature values, it is necessary to compensate for the difference between the thermocouple cold-junction side (MAX6675 ambient temperature) and a 0°C virtual reference. For a type-K thermocouple, the voltage changes by 41μV/°C, which approximates the thermocouple characteristic with the following linear equation:

$$V_{OUT} = (41\mu V / ^\circ C) \times (T_R - T_{AMB})$$

Where:

V_{OUT} is the thermocouple output voltage (μV).

T_R is the temperature of the remote thermocouple junction (°C).

T_{AMB} is the ambient temperature (°C).

Cold-Junction Compensation

The function of the thermocouple is to sense a difference in temperature between two ends of the thermocouple wires. The thermocouple's hot junction can be read from 0°C to +1023.75°C. The cold end (ambient temperature of the board on which the MAX6675 is mounted) can only range from -20°C to +85°C. While the temperature at the cold end fluctuates, the MAX6675 continues to accurately sense the temperature difference at the opposite end.

The MAX6675 senses and corrects for the changes in the ambient temperature with cold-junction compensation. The device converts the ambient temperature reading into a voltage using a temperature-sensing diode. To make the actual thermocouple temperature measurement, the MAX6675 measures the voltage from the thermocouple's output and from the sensing diode. The device's internal circuitry passes the diode's voltage (sensing ambient temperature) and thermocouple voltage (sensing remote temperature minus ambient temperature) to the conversion function stored in the ADC to calculate the thermocouple's hot-junction temperature.

Optimal performance from the MAX6675 is achieved when the thermocouple cold junction and the MAX6675 are at the same temperature. Avoid placing heat-generating devices or components near the MAX6675 because this may produce cold-junction-related errors.

Digitization

The ADC adds the cold-junction diode measurement with the amplified thermocouple voltage and reads out the 12-bit result onto the SO pin. A sequence of all zeros means the thermocouple reading is 0°C. A sequence of all ones means the thermocouple reading is +1023.75°C.

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Applications Information

Serial Interface

The *Typical Application Circuit* shows the MAX6675 interfaced with a microcontroller. In this example, the MAX6675 processes the reading from the thermocouple and transmits the data through a serial interface. Force $\overline{CS}$ low and apply a clock signal at SCK to read the results at SO. Forcing $\overline{CS}$ low immediately stops any conversion process. Initiate a new conversion process by forcing $\overline{CS}$ high.

Force $\overline{CS}$ low to output the first bit on the SO pin. A complete serial interface read requires 16 clock cycles. Read the 16 output bits on the falling edge of the clock. The first bit, D15, is a dummy sign bit and is always zero. Bits D14–D3 contain the converted temperature in the order of MSB to LSB. Bit D2 is normally low and goes high when the thermocouple input is open. D1 is low to provide a device ID for the MAX6675 and bit D0 is three-state.

Figure 1a is the serial interface protocol and Figure 1b shows the serial interface timing. Figure 2 is the SO output.

Open Thermocouple

Bit D2 is normally low and goes high if the thermocouple input is open. In order to allow the operation of the open thermocouple detector, T[−] must be grounded. Make the ground connection as close to the GND pin as possible.

Noise Considerations

The accuracy of the MAX6675 is susceptible to power-supply coupled noise. The effects of power-supply noise can be minimized by placing a 0.1μF ceramic bypass capacitor close to the supply pin of the device.

Thermal Considerations

Self-heating degrades the temperature measurement accuracy of the MAX6675 in some applications. The magnitude of the temperature errors depends on the thermal conductivity of the MAX6675 package, the

mounting technique, and the effects of airflow. Use a large ground plane to improve the temperature measurement accuracy of the MAX6675.

The accuracy of a thermocouple system can also be improved by following these precautions:

- Use the largest wire possible that does not shunt heat away from the measurement area.
- If small wire is required, use it only in the region of the measurement and use extension wire for the region with no temperature gradient.
- Avoid mechanical stress and vibration, which could strain the wires.
- When using long thermocouple wires, use a twisted-pair extension wire.
- Avoid steep temperature gradients.
- Try to use the thermocouple wire well within its temperature rating.
- Use the proper sheathing material in hostile environments to protect the thermocouple wire.
- Use extension wire only at low temperatures and only in regions of small gradients.
- Keep an event log and a continuous record of thermocouple resistance.

Reducing Effects of Pick-Up Noise

The input amplifier (A1) is a low-noise amplifier designed to enable high-precision input sensing. Keep the thermocouple and connecting wires away from electrical noise sources.

Chip Information

TRANSISTOR COUNT: 6720

PROCESS: BICMOS

19-2235; Rev 1; 3/02

MAXIM**Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)****General Description**

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Features

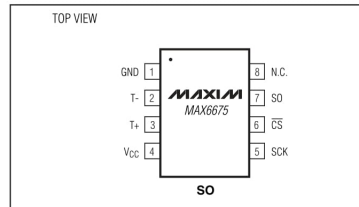
- ◆ Direct Digital Conversion of Type -K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

MAX6675**Ordering Information**

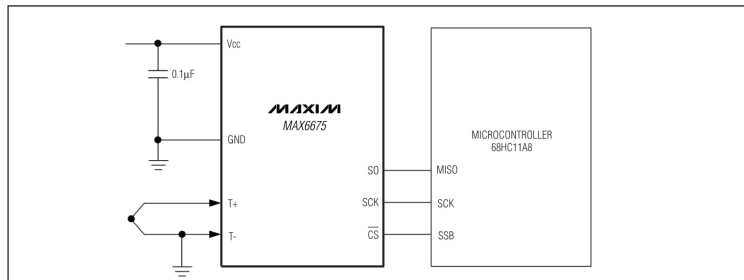
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675/ISA	-20°C to +85°C	8 SO

Applications

Industrial
Appliances
HVAC
Automotive

Pin Configuration

SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit**MAXIM**

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

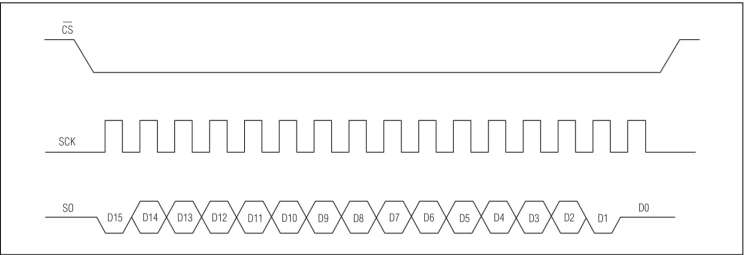


Figure 1a. Serial Interface Protocol

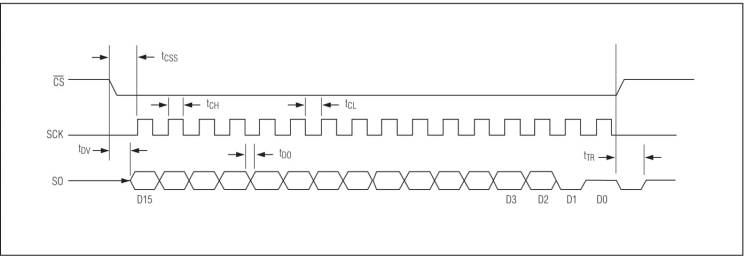


Figure 1b. Serial Interface Timing

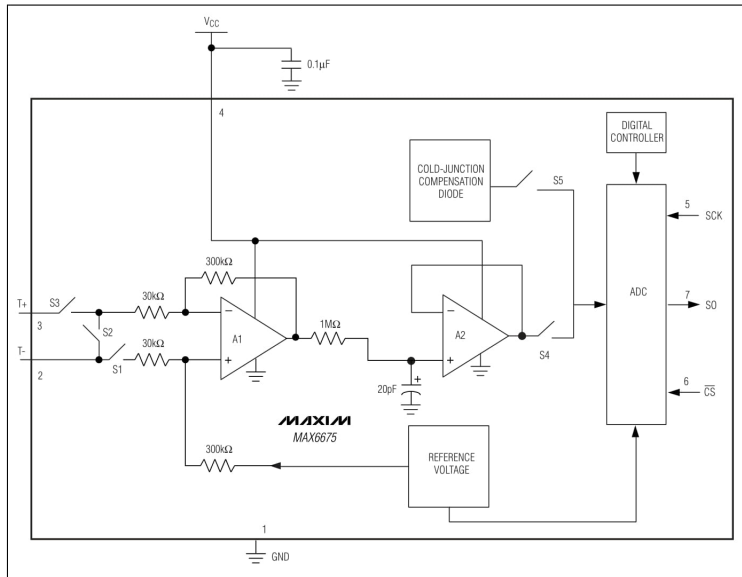
BIT	DUMMY SIGN BIT	12-BIT TEMPERATURE READING												THERMOCOUPLE INPUT	DEVICE ID	STATE	
		Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5				4
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		0	MSB											LSB		0	Three- state

Figure 2. SO Output

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Block Diagram

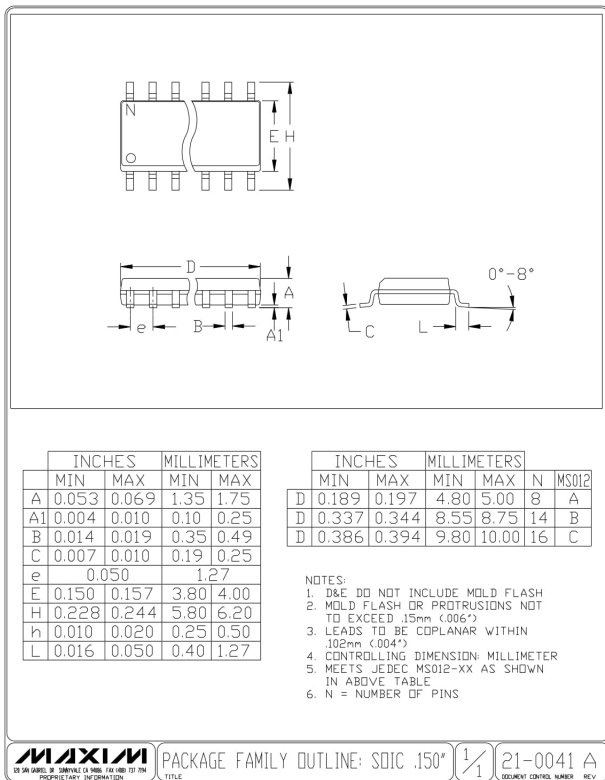
MAX6675



MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Package Information



Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

8 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**

© 2002 Maxim Integrated Products

Printed USA

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

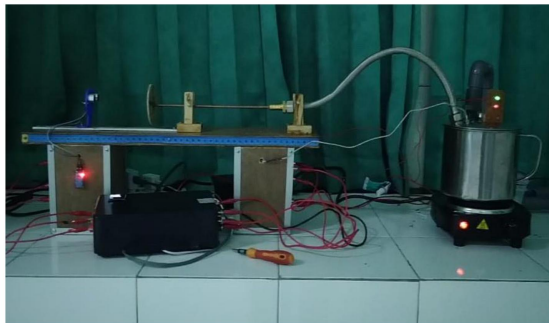
Lampiran 5. Cara Penggunaan Protoripe Alat Praktikum Koefisien Muai panjang

PETUNJUK PENGGUNAAN PROTOTIPE ALAT PRAKTIKUM
KOEFSISIEN MUAI PANJANG BERBASIS INTERNET OF THINGS
DAN APLIKASI ANDROID



OLEH :
MUHAMMAD NURKHOLIS RAMADHANI
(1708026027)

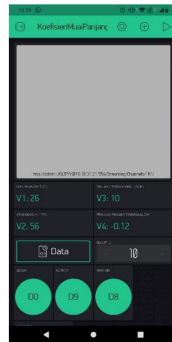
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO



Gambar Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang Berbasis IoT dan Aplikasi Android

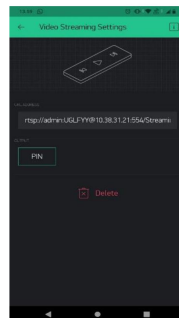
CARA KERJA DAN PENGGUNAAN

1. Download aplikasi blynk pada play store
2. Login menggunakan akun berikut :
Email : skripsikoefisienmuai@gmail.com
Password : Fisika2017
3. Blynk sudah berhasil login
4. Koneksikan box packaging sistem dan kontrol ke kerangka prototipe yang sudah dipasang sensor sesuai dengan pin yang sudah dituliskan pada box dan kerangka.
5. Hubungkan kompor listrik, solenoid valve, IP camera, dan adapter yang tersambung pada usb nodemcu ke terminal yang sudah disediakan untuk sistem dan kontrol sesuai dengan penamaan pada terminal.
6. Hubungkan terminal ke sumber tegangan listrik 220 ACV.
7. Nyalakan router atau WiFi portable, kemudian setting WiFi portable atau router dengan SSID labfisika dan password labfisika. Karena sistem sudah terprogram untuk mengoneksikan WiFi dengan SSID dan password tersebut.
8. Nodemcu untuk kontroling akan terkoneksi dengan WiFi. Tandanya adalah sistem, kompor listrik, dan solenoid valve akan menyala otomatis, jadi pengguna perlu mematakannya terlebih dahulu menggunakan aplikasi blynk.
9. Sebelum memulai mengoprasikan hendaknya untuk menyetting IP pada IP camera terlebih dahulu dengan cara :



Gambar 1.1

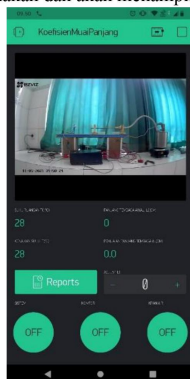
Pause aplikasi terlebih dahulu dengan menekan tombol kotak pada pojok kanan atas, nanti akan berubah otomatis menjadi segitiga seperti pada gambar 1.1, kemudian klik pada bagian video streaming pada kotak abu-abu.



Gambar 1.2

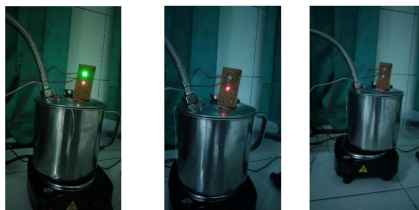
Maka nanti akan muncul video streaming settings seperti gambar 1.2 dan langsung bisa diatur IPnya. Jika sudah kembali pada menu sebelumnya, dan di play aplikasinya dengan menekan tombol segitiga pada pojok kanan atas.

10. Aplikasi blynk sudah bisa digunakan dan akan menampilkan seperti pada gambar 1.3



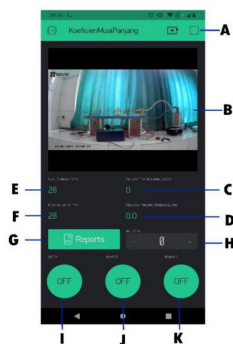
Gambar 1.3

11. Meskipun aplikasi sudah siap digunakan untuk dioperasikan. Pengguna harus mengecek air pada ketel terlebih dahulu. Pengguna bisa melihat indikator LED yang terpasang di atas ketel. Ada dua buah LED yaitu warna hijau dan merah. Jika LED merah dan hijau menyala maka ketel terisi $\geq 90\%$. Sedangkan jika LED merah menyala dan LED hijau mati maka ketel terisi $< 90\%$ dan $\geq 40\%$. Selanjutnya jika LED merah dan LED hijau mati maka ketel terisi $< 40\%$. Pengguna harus memastikan terlebih dahulu air pada keadaan ketel terisi $\geq 90\%$ dengan cara melihat indikator yang dipasang di atas ketel.



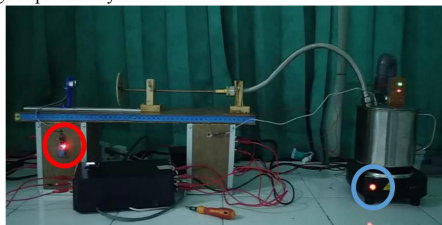
Gambar 1.4

12. Pengguna bisa mengisi air pada ketel dengan menekan tombol kran pada aplikasi blynk. Bisa dilihat tampilan aplikasi blynk pada gambar 1.5 ada banyak sekali tombol dan penampil data. Kegunaan dari masing tombol dan penampil data adalah sebagai berikut :
- A. Tombol untuk pause dan play aplikasi
 - B. Tampilan Video Streaming
 - C. Tampilan Nilai L0 dengan satuan cm
 - D. Tampilan Nilai ΔL dengan satuan cm
 - E. Tampilan Nilai T0 atau suhu ruangan dengan satuan $^{\circ}\text{C}$
 - F. Tampilan Nilai T atau suhu uap air pada ketel dengan satuan $^{\circ}\text{C}$
 - G. Tombol report data
 - H. Tombol untuk mengatur nilai L0 sesuai sampel yang diuji
 - I. Tombol Sistem
 - J. Tombol Kompor Listrik
 - K. Tombol Kran Air



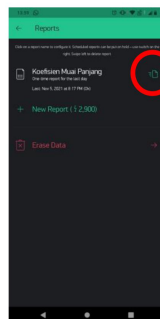
Gambar 1.5

13. Setelah ketel dipastikan terisi air sesuai dengan yang dibutuhkan. Sistem bisa dinyalakan dengan menekan tombol I pada gambar 1.5 kemudian ditunggu hingga nodemcu sistem terkoneksi dengan WiFi dan aplikasi blynk. Ketika sistem dinyalakan maka LED merah yang ada pada lingkaran merah gambar 1.6 akan menyala. Setelah itu tunggu sistem terkoneksi dengan aplikasi blynk.



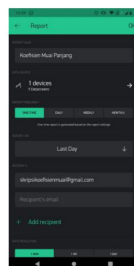
Gambar 1.6

14. Jika sudah terkoneksi pengguna bisa mengecek terlebih dahulu sampel yang akan diuji ini memiliki panjang berapa cm. Panjang sampel ini digunakan sebagai data L0 yang bisa pengguna setting menggunakan tombol H pada gambar 1.5 yang kemudian nilainya akan tertampil pada tampilan C pada gambar 1.5.
15. Sensor jarak pada prototipe ini diprogram hanya mampu mengukur jarak maksimal sejauh 10cm. Sehingga ketika sampel yang digunakan ini berbeda panjangnya maka sensor harus disetting posisinya terlebih dahulu sehingga jarak sensor ke objek pemantul yang dipasang pada logam sampel jaraknya 10cm.
16. Setelah semua sudah dicek dan siap, tekan tombol J pada gambar 1.5 untuk menyalakan kompor listrik. Kompor listrik yang menyala ditandai menyala LED indikator berwarna oranye yang bisa dilihat pada gambar 1.6 yang dilingkari warna biru.
17. Eksperimen dilakukan selama 30 menit, pengguna bisa memantau pengujian sampel selama eksperimen di gadget masing-masing.
18. Karena aplikasi blynk memiliki sebuah widget report, pengguna bisa mengirim data eksperimen tersebut ke email yang ingin dituju atau email yang digunakan sebagai akun blynk dengan cara menekan tombol G pada gambar 1.5. Kemudian akan menampilkan seperti pada gambar 1.7.



Gambar 1.7

19. Jika ingin mengirim langsung ke email yang terkoneksi dengan blynk, pengguna hanya perlu menekan tombol pada gambar 1.7 yang dilingkari warna merah. Namun jika pengguna ingin mengatur resolusi data yang dikirim dan menambah penerima email data eksperimen, pengguna perlu menekan pada bagian koefisien muai panjang yang tertulis dengan font berwarna putih seperti pada gambar 1.7. setelah ditekan maka akan muncul seperti pada tampilan gambar 1.8.



Gambar 1.8

20. Terlihat pada gambar 1.8 pengguna tinggal mengatur resolusi datanya, karena eksperimen atau praktikum dilakukan hanya 30 menit pengguna disarankan untuk memilih resolusi data tiap 1 menit sekali. Kemudian untuk menambahkan penerima email, pengguna perlu menekan tombol “+ Add recipient” dan menuliskan email pada kolom yang bertuliskan recipient’s email.
21. Jika sudah, kembali ke menu sebelumnya dan tekan tombol yang sudah dilingkari warna merah pada gambar 1.7

Lampiran 6. Source Code Sistem Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang

```
#include <Blynk.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <max6675.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <DHT.h>

//komponen OLED
//lebar OLED dalam pixel
#define SCREEN_WIDTH 128
//panjang OLED dalam pixel
#define SCREEN_HEIGHT 64
//Reset pin
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

//Komponen Blynk
char auth[] = "ccKKYckhapnAEo6qNmWHc6AdQyJ2b2Br";
char ssid[] = "labfisika";
char pass[] = "labfisika";
char L0[] = {"0"};
```

```

unsigned int mlength;
String mymessage;

//Komponen Termokopel untuk kenaikan suhu
int ktcSO = 12;
int ktcCS = 13;
int ktcCLK = 14;
MAX6675 ktc(ktcCLK, ktcCS, ktcSO);
int DC;

//Komponen DHT11 untuk T0
#define DHTPIN D10
#define DHTTYPE DHT11
int t;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

//Komponen HCSR04
float trigPin = D3;
float echoPin = D4;
float durasi;
float jarak;
float deltaX;
float LT;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk-cloud.com", 8080);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  Serial.println("Skripsi Uwuw");
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //initialize with the I2C addr 0x3C (128x64)
  delay(500);
  display.clearDisplay();
  display.setCursor(0, 0);
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.println("");
  display.setCursor(25, 35);
  display.setTextSize(1);
  display.print("");
  display.display();
  delay(3000);
}

BLYNK_WRITE(V3)

```

```

-
{
    //String textIn = param.asStr();
    mymessage = param.asStr();
    mlength = mymessage.length()+1;
    mymessage.toCharArray(L0, mlength);
}

void loop()
{
    Blynk.run();
    //Suhu Awal (T0)
    int t = dht.readTemperature();
    //Kenaikan Suhu (T)
    int DC = ktc.readCelsius();
    //Pemuaian Panjang Logam (Lt)
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    durasi = pulseIn(echoPin, HIGH);
    jarak = durasi*0.034/2;
    deltaX = 10.00-jarak;

    //Data ke OLED
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(2, 0);
    display.print("T0:");
    display.print(t);
    display.print((char)247);
    display.print("C");
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(2, 17);
    display.print("T :");
    display.print(DC);
    display.print((char)247);
    display.print("C");
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(2, 34);
    display.print("L0:");
    display.print(L0);
    display.print("CM");
    display.setTextSize(2);
    display.setCursor(2, 51);
    display.print("DL:");
    display.print(deltaX);
}

```

```

display.print("CM");
display.display();

//Data Serial
Serial.print("T0:");
Serial.print(t);
Serial.print("T = ");
Serial.print(DC);
Serial.print("L0:");
Serial.print(L0);
Serial.print("CM");
Serial.print("jarak:");
Serial.print(jarak);
Serial.print("CM");
Serial.print("deltaX:");
Serial.print(deltaX);
Serial.print("CM");
Serial.print("LT:");
Serial.print(LT);
Serial.println("CM");
//kirim ke blynk
Blynk.virtualWrite(V1,t);
Blynk.virtualWrite(V2,DC);
Blynk.virtualWrite(V3,L0);
Blynk.virtualWrite(V4,deltaX);
Blynk.virtualWrite(V5,jarak);
delay(5000);
}

```

Lampiran 7. Source Code Kontrol Prototipe Alat Praktikum Koefisien Muai Panjang

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "ccKKYckhapnAEo6qNmWHc6AdQyJ2b2Br";
char ssid[] = "labfisika";
char pass[] = "labfisika";

#define kompor D9
#define kran D8
#define sistem D0
void setup()
{
    // Debug console
    Serial.begin(9600);

    Blynk.begin(auth, ssid, pass);
}

void loop()
{
    Blynk.run();
}
```

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap :Muhammad Nurkholis
Ramadhani
2. Tempat &Tgl.Lahir :Kendal, 3 Januari 1999
3. Alamat Rumah :Ds. Jambearum RT 3 RW 3
Kec. Patebon Kab. Kendal
4. No. HP :08882772829
5. E-mail :mnramadhani90@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal :
 - a. SD N 2 Jambearum
 - b. SMP N 3 Patebon
 - c. SMK N 2 Kendal

Semarang, 13 Desember 2021

Muhamad Nurkholis Ramadhani
NIM. 1708026027