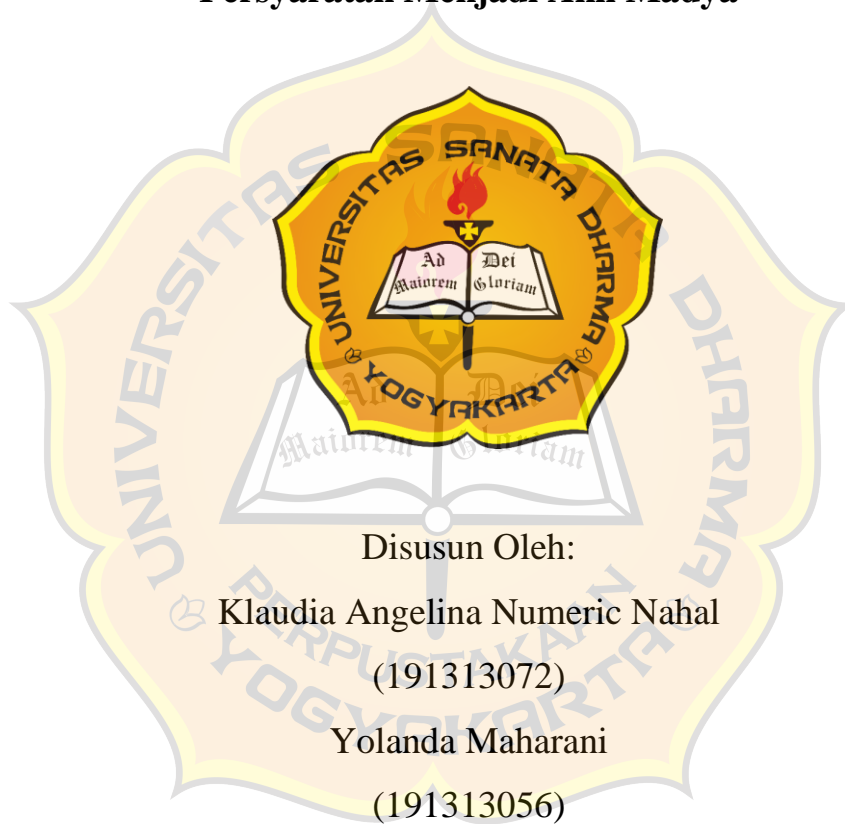


***INCUBATOR ANALYZER MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER WEMOS D1 DILENGKAPI DENGAN
TAMPILAN GRAFIK SUHU SECARA *REALTIME* BERBASIS
*INTERNET OF THINGS****

**Buku Tugas Akhir Ini Diajukan untuk Melengkapi Sebagian
Persyaratan Menjadi Ahli Madya**



Disusun Oleh:

Klaudia Angelina Numeric Nahal
(191313072)

Yolanda Maharani
(191313056)

**FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI ELEKTROMEDIS
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

***INCUBATOR ANALYZER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER WEMOS D1
DILENGKAPI DENGAN TAMPILAN GRAFIK SUHU SECARA REALTIME
BERBASIS INTERNET OF THINGS***

Disusun oleh:

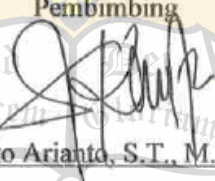
Yolanda Maharani (191313056)

Klaudia Angelina Numeric Nahal (191313072)

Telah disetujui pada tanggal 23 Mei 2022

Oleh:

Pembimbing


Eko Arianto, S.T., M.T.

NIDN.0502028701



HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**INCUBATOR ANALYZER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER WEMOS D1
DILENGKAPI DENGAN TAMPILAN GRAFIK SUHU SECARA *REALTIME*
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

*“Incubator Analyzer Using Microcontroller Wemos D1 Equipped With IoT Based Realtime
Temperature Graphic Display”*

Disusun oleh:

Yolanda Maharani (191313056)

Klaudia Angelina Numeric Nahal (191313072)

Telah dipertahankan di depan panitia penguji

Pada tanggal 23 Mei 2022

Dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Panitia Penguji

Nama Lengkap

Ketua Penguji : Agatha Mahardika A. J, S.Si., M.Sc.

Sekretaris Penguji : Antonius Hendro Noviyanto, S.T., M.T.

Anggota Penguji : Eko Arianto, S.T., M.T.

Tanda Tangan



Yogyakarta, 23 Mei 2022

Fakultas Vokasi

Universitas Sanata Dharma

Dekan



Bernardinus Sri Widodo, S.T., M.Eng.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Yolanda Maharani
Tempat/Tanggal Lahir : Grobogan, 14 Desember 2000
Universitas : Sanata Dharma

Nama Lengkap : Klaudia Angelina Numeric Nahal
Tempat/Tanggal Lahir : Ruteng, 24 Februari 2001
Universitas : Sanata Dharma

Dengan ini menyatakan bahwa karya dengan judul "*Incubator Analyzer Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 Dilengkapi Dengan Tampilan Grafik Suhu Secara Realtime Berbasis Internet Of Things*" belum pernah dipublikasikan dan tidak memuat karya orang lain terkecuali di bagian daftar pustaka selayaknya karya ilmiah.

Yang menyatakan,

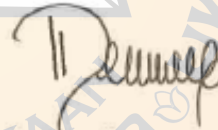


Yolanda Maharani

NIM : 191313056

Yogyakarta, 23 Mei 2022

Yang menyatakan,



Klaudia Angelina Numeric Nahal

NIM : 191313072

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma :

Nama Lengkap : Yolanda Maharani

NIM : 191313056

Nama Lengkap : Klaudia Angelina Numeric Nahal

NIM : 191313072

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul :

***INCUBATOR ANALYZER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER WEMOS D1
DILENGKAPI DENGAN TAMPILAN GRAFIK SUHU SECARA REALTIME
BERBASIS INTERNET OF THINGS***

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Atas kemajuan teknologi informasi, saya tidak keberatan jika nama, tanda tangan, gambar atau image yang ada di dalam karya ilmiah saya terindeks oleh mesin pencari (*search engine*), misalnya *google*.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 23 Mei 2022

Yang menyatakan,



Yolanda Maharani

NIM : 191313056

Yang menyatakan,



Klaudia Angelina Numeric Nahal

NIM : 191313072

ABSTRAK

Alat medis yang digunakan di rumah sakit untuk membantu penyembuhan pasien harus merupakan alat yang siap digunakan dan dipastikan benar-benar layak untuk pelayanan. Alat medis yang baik untuk pelayanan adalah alat yang telah terstandarisasi. Alat standar yang digunakan merupakan alat yang telah dikalibrasi. Kalibrasi merupakan kegiatan untuk menyesuaikan nilai pada alat standar dan alat medis yang akan dikalibrasi. Penulis akan membuat alat yang digunakan untuk mengkalibrasi *baby incubator*. Alat yang digunakan untuk mengkalibrasi *baby incubator* adalah *incubator analyzer*. *Incubator analyzer* yang akan penulis buat dapat menampilkan tiga parameter yaitu parameter suhu, kelembapan dan kebisingan. Parameter suhu menggunakan sensor DS18B20, parameter kelembapan menggunakan sensor DHT22, dan parameter kebisingan menggunakan sensor FC04. Penulis juga menambahkan fitur IoT (*Internet of Things*) untuk melihat grafik suhu pada situs ThingSpeak pada dan website dan ThingView pada *smartphone*. Mikrokontroler yang penulis gunakan adalah Wemos D1. Penulis membuat alat ini untuk membantu memastikan nilai keluaran *baby incubator* sesuai dengan standarnya.

Kata kunci: kalibrasi, *incubator analyzer*, inkubator bayi, wemos D1, suhu, kelembapan, kebisingan, *internet of things*.

ABSTRACT

Medical devices in hospital used during patient rehabilitation must be properly prepared and have been standardized. Those standardized devices defined as one that have been calibrated correctly. Calibration term means process to adjust the value parameter shown in the medical devices with one in standardize devices. Author will make device used to calibrate baby incubator. It is called incubator analyzer. This incubator analyzer will show three parameters, which are temperature, humidity and noise parameter. Temperature parameter will use DS18B20 sensor, humidity parameter will use DHT22 sensor, and noise parameter will use FC04 sensor. IoT (Internet of Things) features also added to show temperature graphic via ThingSpeak on website and ThingView on smartphone. Microcontroller used in this device is Wemos D1. This device is made to ensure the outcome value of baby incubator is inline with the standard.

Key words: calibration, incubator analyzer, baby incubator, wemos D1, temperature, relative humidity, noise, internet of things

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga Penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Inkubator Analyzer Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 dengan Tampilan Grafik Suhu Real Time berbasis IoT” dengan baik. Laporan ini disusun sebagai syarat kelulusan Penulis di Fakultas Vokasi Universitas Sanata Dharma.

Dalam penyusunan laporan dengan judul “Inkubator Analyzer Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 dengan Tampilan Grafik Suhu Real Time berbasis IoT” ini Penulis berusaha semaksimal mungkin agar dapat dimengerti maksud dan tujuannya. Laporan tugas akhir ini dapat disusun dengan baik berkat bantuan dari pihak-pihak yang dengan usahanya sendiri membantu Penulis. Untuk itu pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Romo Albertus Bagus Laksana, S.J. S.S., Ph.D. selaku Rektor Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak Bernardinus Sri Widodo, S.T., M. Eng. selaku Dekan Fakultas Vokasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
3. Bapak Antonius Hendro Noviyanto, S.T., M.T. selaku Kaprodi Program Studi Teknologi Elektromedis.
4. Bapak Eko Arianto, M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar membimbing Penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
5. Keluarga yang telah memberikan dukungan serta doa bagi Penulis selama melakukan mengerjakan tugas akhir.
6. Teman-teman prodi D-III Teknologi Elektromedis Angkatan 2019 yang telah berbagi pengalaman dalam pelaksanaan tugas akhir.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah mendukung dan membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih belum sempurna baik dalam hal penulisan, tata bahasa, maupun isi yang terdapat dalam laporan ini, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan laporan ini.

Akhir kata Penulis menyampaikan terima kasih dan berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi teman-teman di Universitas Sanata Dharma.

Yogyakarta, 24 Maret 2022

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Dasar Teori	5
2.1.1 Bayi Prematur.....	5
2.1.2 Inkubator Bayi.....	6
2.1.3 <i>Incubator Analyzer</i>	7
2.1.4 Incu II <i>Incubator Analyzer</i> Fluke Biomedical	8
2.1.5 Kalibrasi	9

2.1.6	Kalibrasi Inkubator Bayi.....	9
2.1.7	IoT (<i>Internet of Things</i>).....	10
2.2	Komponen Dasar.....	11
2.2.1	Mikrokontroler.....	11
2.2.2	Sensor suhu.....	14
2.2.3	Sensor Kelembapan.....	15
2.2.4	Sensor Kebisingan.....	16
2.2.5	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	17
2.2.6	I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>).....	18
2.2.7	<i>Buzzer</i>	19
2.2.8	Resistor.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....		21
3.1	Perancangan Mekanis Alat.....	21
3.2	Blok Diagram.....	22
3.3	Perancangan Rangkaian.....	23
3.4	<i>Flowchart</i>	24
3.5	Pengujian Sensor.....	27
3.5.1	Pengujian Sensor Suhu.....	27
3.5.2	Pengujian Sensor Kelembapan.....	28
3.5.3	Pengujian Sensor Suara.....	29
3.6	Cara Pengambilan Data.....	29
3.7	Pengujian Sistem.....	30
3.7.1	Metode Analisis Data.....	32
3.7.2	Pengujian Parameter Suhu (T1, T2, T3 dan T4).....	34
3.7.3	Pengujian Parameter Kelembapan.....	34

3.7.4	Pengujian Parameter Kebisingan	34
3.7.5	Pengujian Alarm.....	35
BAB IV PEMBAHASAN.....		36
4.1	Hasil Pengujian Sensor.....	36
4.1.1	Hasil Pengujian Sensor Suhu	36
4.1.2	Hasil Pengujian Sensor Kelembapan	38
4.1.3	Hasil Pengujian Sensor Kebisingan FC04	39
4.2	Implementasi Alat	41
4.3	Hasil Implementasi Perangkat Keras.....	41
4.4	Hasil Implementasi Perangkat Lunak.....	42
4.5	Pengujian Sistem	49
4.5.1	Pengujian Parameter Suhu	49
4.5.2	Pengujian Parameter Kelembapan	54
4.5.3	Pengujian Parameter Kebisingan	55
4.5.4	Gambar Hasil Pengujian Parameter	57
4.5.5	Tampilan Grafik Suhu <i>Realtime</i> pada situs ThingSpeak	59
BAB V PENUTUP.....		66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN.....		70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin <i>Microcontroller</i> Wemos D1 R2.....	13
Tabel 2.2 Konfigurasi Pin LCD 16×2.....	18
Tabel 2.3 Spesifikasi I2C	19
Tabel 3.1 Konfigurasi Pin <i>Microcontroller</i> Wemos <i>Incubator Analyzer</i>	24
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu	36
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan DHT22.....	38
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Kebisingan	39
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Parameter Suhu.....	50
Tabel 4.5 Analisis Data Parameter Suhu T1	50
Tabel 4.6 Analisis Data Parameter Suhu T2	51
Tabel 4.7 Analisis Data Parameter Suhu T3	52
Tabel 4.8 Analisis Data Parameter Suhu T4	53
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Parameter Kelembapan.....	54
Tabel 4.10 Analisis Data Parameter Kelembapan.....	54
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Parameter Kebisingan.....	55
Tabel 4.12 Analisis Data Parameter Kebisingan.....	56

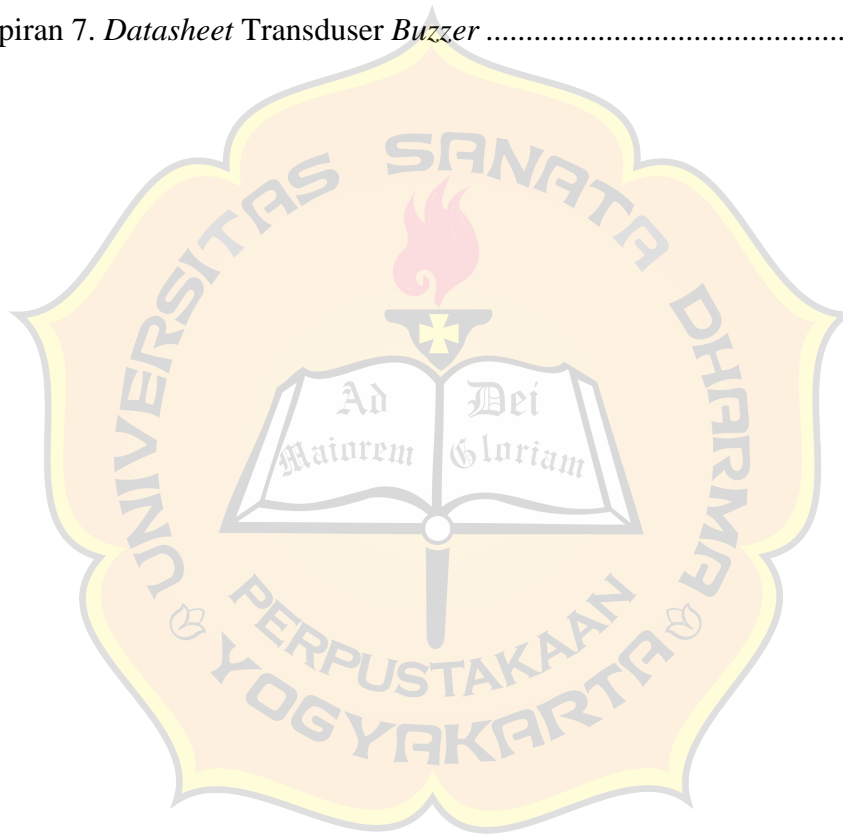
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bayi Prematur.....	5
Gambar 2.2 Inkubator Bayi.....	7
Gambar 2.3 INCU II <i>Analyzer</i> Fluke Biomedical.....	8
Gambar 2.4 Koneksi dan penempatan sensor pada Incu II <i>Incubator Analyzer</i>	8
Gambar 2.5 <i>Microcontroller</i> Wemos D1	12
Gambar 2.6 Konfigurasi Pin <i>Microcontroller</i> Wemos D1 R2.....	13
Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Sensor Suhu DS18B20	15
Gambar 2.8 Konfigurasi Pin DHT22	16
Gambar 2.9 Sensor <i>Sound</i> FC04	16
Gambar 2.10 Konfigurasi Pin LCD 16×2	17
Gambar 2.11 Modul I2C	19
Gambar 2.12 Bentuk dan Simbol Transduser <i>Buzzer</i>	19
Gambar 2.13 Resistor.....	20
Gambar 3.1 Perancangan Mekanik Alat	22
Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan <i>Incubator Analyzer</i>	22
Gambar 3.3 Rangkaian Skematik <i>Incubator Analyzer</i>	23
Gambar 3.4 Rangkaian Skematik <i>Motherboard Incubator Analyzer</i>	24
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Rancang Bangun <i>Incubator Analyzer</i>	26
Gambar 3.6 Denah Penempatan Sensor Pada Inkubator Bayi	30
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Alat <i>Incubator Analyzer</i>	36
Gambar 4.2 Hasil Pengukuran Sensor Suhu Pada Alat Standard dan Sensor DS18B20.....	37
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Sensor Suhu pada Suhu 30°C dan 35°C	38
Gambar 4.4 Pengujian Sensor DHT di Kelembapan Lingkungan	39
Gambar 4.5 Pengujian Sensor DHT di Kelembapan <i>Hand dryer</i>	39
Gambar 4.6 Pengujian Sensor Kebisingan Saat Ada Percakapan.....	40
Gambar 4.7 Pengujian Sensor Kebisingan Saat Ada Teriakan	40
Gambar 4.8 Pengujian Sensor Kebisingan Saat Keadaan Hening	41
Gambar 4.9 <i>Incubator Analyzer</i> Tampak Depan dan Belakang	41
Gambar 4.10 <i>Motherboard</i> Tampak Depan dan Belakang	42

Gambar 4.11 Foto Pengujian Parameter dengan Lampu dan Rangkaian <i>Dimmer</i>	49
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Pertama Parameter <i>Incubator Analyzer</i>	57
Gambar 4.13 Hasil Pengujian Kedua Parameter Rancang Bangun <i>Incubator Analyzer</i>	58
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Kedua Parameter Rancang Bangun <i>Incubator Analyzer</i>	58
Gambar 4.15 Grafik Pada Sensor Suhu T1	59
Gambar 4.16 Grafik Pada Sensor Suhu T2	60
Gambar 4.17 Grafik Pada Sensor Suhu T3	60
Gambar 4.18 Grafik Pada Sensor Suhu T4	61
Gambar 4.19 Grafik Sensor Suhu T1 Pada <i>Smartphone</i>	61
Gambar 4.20 Grafik Sensor Suhu T2 Pada <i>Smartphone</i>	61
Gambar 4.21 Grafik Sensor Suhu T3 pada <i>Smartphone</i>	62
Gambar 4.22 Grafik Sensor Suhu T4 Pada <i>Smartphone</i>	62
Gambar 4.23 Data <i>Real</i> Hasil Pengukuran Suhu pada Alat Standar Lembar 1	63
Gambar 4.24 Data <i>Real</i> Hasil Pengukuran Suhu pada Alat Standar Lembar 2	64
Gambar 4.25 Data <i>Real</i> Hasil Pengukuran Suhu pada Alat Standar Lembar 3	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rangkaian Skematik Sistem	A1
Lampiran 2. Skrip Program.....	A2
Lampiran 3. <i>Datasheet</i> Microcontroller Wemos D1 R2	A9
Lampiran 4. <i>Datasheet</i> Sensor DS18B20	A11
Lampiran 5. <i>Datasheet</i> Sensor DHT22.....	A13
Lampiran 6. <i>Datasheet</i> Sensor FC04	A16
Lampiran 7. <i>Datasheet</i> Transduser <i>Buzzer</i>	A17



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seorang bayi yang lahir dalam keadaan prematur punya resiko yang tinggi terhadap kematian. Hal ini menjadi salah satu masalah yang cukup besar di Indonesia. Dimana Indonesia merupakan peringkat ke-5 negara dengan bayi prematur terbanyak di dunia. Dilansir dari situs Antara *News*, Kepala Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) Hasto Wardoyo menyebutkan lahirnya bayi prematur menjadi tantangan menurunkan angka stunting secara nasional [1]. Hasto mengungkapkan, berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, bayi prematur yang lahir di Indonesia masih ada sebanyak 29,5 % [2].

Dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, dukungan pelayanan kesehatan akan terpenuhi. Salah satunya pelayanan bagi perawatan bayi yang baru lahir secara prematur. Bayi yang lahir secara prematur harus ditempatkan ke dalam alat khusus yaitu *baby incubator*.

Baby incubator adalah alat untuk menjaga dan mempertahankan suhu tubuh bayi agar dalam batas normal dan hangat dengan suhu 37°C. Upaya dalam menjaga mutu suatu alat kesehatan agar senantiasa siap pakai adalah pemeliharaan secara berkala. Salah satu bentuk upaya pemeliharaan tersebut adalah kalibrasi.

Menurut ISO/IEC Guide 17025:2017 dan *Vocabulary of International Metrology* (VIM) kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dengan kata lain, kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mamputelusur (*traceable*) ke

standar nasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional. Sedangkan menurut Permenkes No. 54 Tahun 2015, kalibrasi adalah kegiatan peneraan untuk menentukan kebenaran nilai penunjukkan alat ukur dan/atau bahan ukur [3].

Alat kalibrasi yang digunakan pada alat *baby incubator* yaitu *incubator analyzer*. Alat ini sangat penting untuk menunjang keakuratan pada *baby incubator*, sehingga alat dapat dioperasikan sesuai dengan nilai standar ketentuan. *Baby incubator* mempunyai empat parameter diantaranya suhu (*temperature*), kelembapan relatif (*relative humidity*), aliran udara (*air flow*), dan kebisingan (*noise*).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat di zaman teknologi informasi mendorong kebutuhan suatu sistem yang mempermudah dan meningkatkan efektifitas dalam berbagai pekerjaan. Dengan adanya teknologi *Internet of Things* ini proses kerja sebuah sistem dapat dilakukan semakin luas, jarak jangkauannya juga semakin luas, proses pengolahan data dan analisis data terhadap sebuah sistem juga semakin bagus. Teknologi *Internet of Things* ini benar-benar mendukung kerja sistem sebagai suatu kesatuan meliputi komponen atau elemen dalam hal memudahkan proses aliran informasi data [4].

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang, membuat, dan uji coba rancang bangun *incubator analyzer* dengan tampilan grafik *realtime* berbasis *Internet of Things*?
2. Bagaimana cara membuat rangkaian sensor suhu?
3. Bagaimana cara membuat rangkaian sensor kelembapan?
4. Bagaimana cara membuat rangkaian sensor kebisingan?
5. Bagaimana cara uji kesesuaian sensor suhu, kelembapan dan kebisingan?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang penulis ambil adalah pengamatan dan pendataan dari hasil perbandingan perencanaan alat yang berkaitan dengan

proses kerja *incubator analyzer* dan pelebaran masalah dalam penyajian pembahasan. Pokok bahasan yang akan dibuat berkaitan dengan *incubator analyzer* yaitu:

1. Sistem hanya mendeteksi parameter suhu (*temperature*), kelembapan (*relative humidity*), dan kebisingan (*noise*).
2. Parameter suhu dengan empat titik pengukuran, yaitu T1, T2, T3 dan T4. Menggunakan sensor DS18B20 dengan rentang 33°C-35°C.
3. Parameter kelembapan menggunakan sensor DHT22 dengan rentang 40%-60%.
4. Parameter kebisingan menggunakan sensor analog sound FC04 tingkat kebisingan ≤ 60 dB.
5. Tampilan grafik *realtime* dapat dilihat pada situs ThingSpeak.

1.4 Tujuan

1. Tujuan Umum
Merancang *incubator analyzer* dengan tampilan grafik *realtime* berbasis *Internet of Things* yang bisa digunakan sebagai alat kalibrasi *baby incubator* sehingga dapat membantu teknisi rumah sakit dalam pencatatan data hasil pengukuran uji kelayakan alat.
2. Tujuan Khusus
 - 1) Membuat rangkaian sensor suhu empat titik pengukuran dengan rentang 33°C-35°C.
 - 2) Membuat rangkaian sensor kelembapan dengan rentang 40%-60%
 - 3) Membuat rangkaian sensor kebisingan dengan tingkat kebisingan ≤ 60 dB
 - 4) Melakukan uji kesesuaian sensor suhu, kelembapan, dan kebisingan.

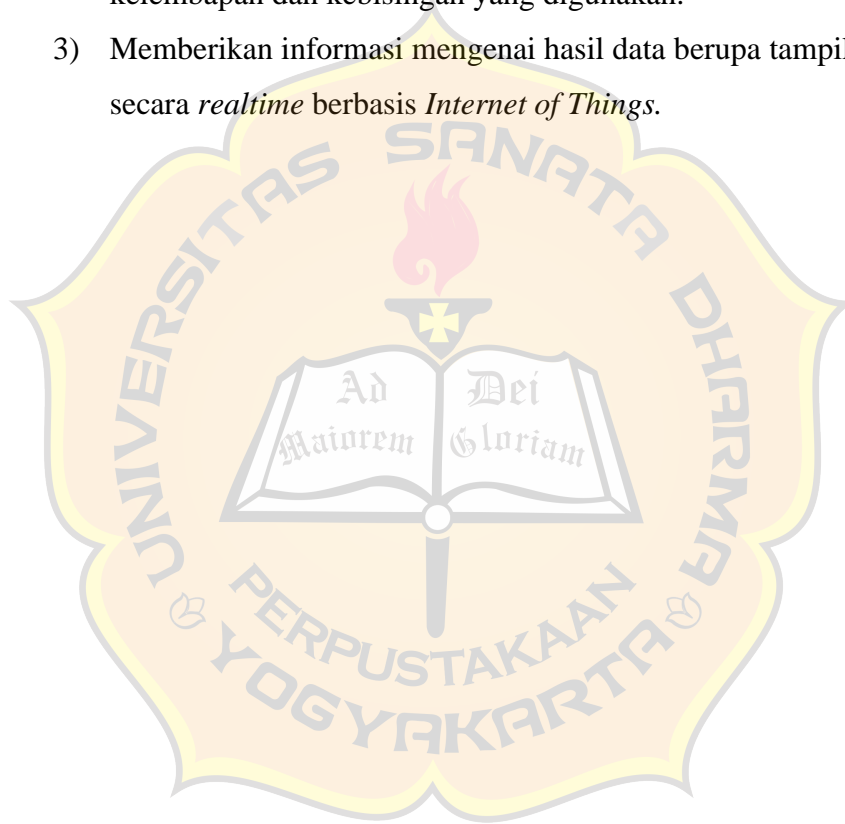
1.5 Manfaat

1. Manfaat Teoritis

Meningkatkan wawasan dan ilmu pengetahuan mahasiswa Teknologi Elektromedis mengenai alat kalibrasi khususnya alat *incubator analyzer* dengan tampilan grafik *realtime* berbasis *Internet of Things*.

2. Manfaat Praktis

- 1) Memberikan informasi mengenai nilai suhu, kelembapan dan kebisingan di dalam inkubator.
- 2) Memberikan informasi mengenai sensitivitas sensor suhu, kelembapan dan kebisingan yang digunakan.
- 3) Memberikan informasi mengenai hasil data berupa tampilan grafik secara *realtime* berbasis *Internet of Things*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Bayi Prematur

Bayi prematur menurut WHO adalah bayi yang lahir hidup sebelum usia kehamilan minggu ke 37 (dihitung dari hari pertama haid terakhir). Bayi prematur adalah bayi yang berumur kehamilan 37 minggu tanpa memperhatikan berat badan, sebagian besar bayi prematur lahir dengan berat badan kurang dari 2.500 gram [5]. Bayi prematur atau bayi preterm merupakan bayi dengan berat badan saat lahir kurang dari 2.500 gram tanpa memandang masa kehamilan yang ditimbang pada saat bayi baru lahir sampai dengan 24 jam pertama saat lahir [6]. Pantiawati telah menyusun definisi sebagai berikut:

- a) *Preterm infant* (prematuur) atau bayi kurang bulan adalah bayi dengan masa kehamilan kurang dari 37 minggu (259) hari.
- b) *Term infant* atau bayi cukup bulan adalah bayi dengan masa kehamilan mulai dari 37 minggu sampai dengan 42 minggu (259-293) hari.
- c) *Post term* atau bayi lebih bulan adalah bayi dengan masa kehamilan mulai dari 42 minggu atau lebih (294) hari atau lebih.



Gambar 2.1 Bayi Prematur

Bayi baru lahir tidak dapat mengatur temperatur tubuhnya secara secara memadai sehingga bayi cepat memadamai sehingga bayi cepat mengalami kedinginan bila tidak segera ditangani bayi akan kehilangan panas. Bayi yang mengalami kehilangan panas (hipotermia) berisiko tinggi untuk jatuh sakit atau

meninggal. Bayi prematur atau berat badan rendah sangat rentan terhadap terjadinya hipotermia [7].

Hipotermi adalah bayi baru lahir dengan suhu tubuh di bawah keadaan stabil ($36,5^{\circ}\text{C}$ sampai $37,5^{\circ}\text{C}$) [8]. Hipotermi sering terjadi pada neonatus BBLR (Bayi Berat Badan Lahir Rendah), karena jaringan lemak subkutan rendah, dan permukaan luas tubuh yang relatif besar [9].

Bayi prematur memerlukan penanganan khusus. Inkubator sangat dibutuhkan untuk memberi kehangatan bayi prematur. Inkubator juga bermanfaat untuk meminimalkan risiko kontak bayi prematur dengan orang dan lingkungan yang berpotensi menularkan penyakit karena pada bayi prematur fungsi organnya masih belum sempurna.

2.1.2 Inkubator Bayi

Inkubator bayi (*Baby incubator*) adalah suatu tempat meletakkan bayi pada lingkungan terkontrol untuk perawatan medis untuk menghangatkan bayi dan menjaga bayi dari kuman. Pada inkubator bayi termasuk pemanas, kipas untuk mensirkulasikan udara yang dipanaskan, wadah untuk air untuk menambahkan kelembapan, katup kontrol untuk penambahan oksigen dan *port* akses untuk perawatan [10].

Inkubator bayi berfungsi menjaga kestabilan suhu tubuh pada bayi prematur. Inkubator bayi memiliki beberapa parameter yaitu suhu (*temperature*), kelembapan (*relative humidity*), aliran udara (*air flow*), dan kebisingan (*noise*). Suhu dalam inkubator dijaga dalam batas normal sekitar 33°C sampai 35°C , kelembapan relatif sebesar 40% sampai 60% [5] dengan tingkat kebisingan di dalam inkubator <60 dB [11].

Udara panas tersebut berputar di dalam inkubator bayi yang kemudian diserap ke dalam tubuh bayi melalui jaringan kulit bayi. Bayi prematur perlu diletakkan pada inkubator yang mempunyai kontrol suhu dan kontrol kelembapan yang baik sehingga bayi tetap berada pada suhu yang sesuai seperti suhu di dalam kandungan ibu.



Gambar 2.2 Inkubator Bayi

2.1.3 *Incubator Analyzer*

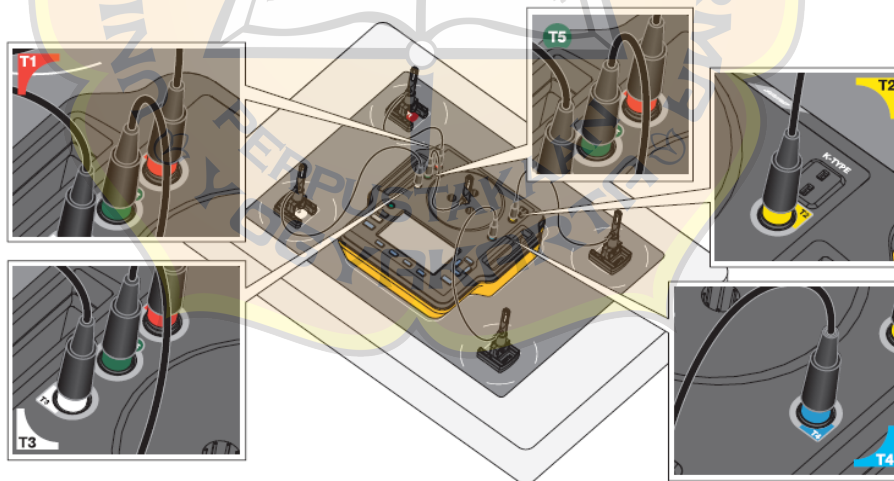
Incubator analyzer merupakan alat untuk mengkalibrasi inkubator bayi, *transport incubator* dan *radiant warmer*. Alat ini dirancang untuk menguji dan mengukur aliran udara (*air flow*), suhu (*temperature*), kebisingan (*noise*) dan kelembapan relatif (*relative humidity*). Nilai keluaran dari *incubator analyzer* tersebut kemudian dibandingkan dengan keluaran inkubator. Hal ini berguna untuk memastikan kesesuaian antara inkubator dengan alat kalibrasinya, sehingga dapat dipastikan bahwa inkubator dalam keadaan baik dari segi parameter yang ada dan siap untuk digunakan. Saat mengukur suhu, *incubator analyzer* mampu mengukur suhu di empat titik sekaligus menggunakan empat sensor. Dua titik di kanan dan dua sisi di kiri secara diagonal. Kemudian untuk pengukuran kelembapan, kebisingan dan aliran udara menggunakan satu sensor di satu titik saja. *Incubator analyzer* sendiri memiliki bentuk yang kecil, ringan dan mudah diangkat sehingga bisa dibawa kemana saja dan dalam pengoperasiannya diletakkan di dalam inkubator bayi. Inkubator menampilkan parameter terukur berulang-ulang dalam mode siklus.



Gambar 2.3 INCU II *Analyzer* Fluke Biomedical

2.1.4 Incu II *Incubator Analyzer* Fluke Biomedical

Incubator analyzer secara reguler sangat penting untuk memvalidasi performa alat dan memastikan keamanan dan kenyamanan untuk bayi. Alat Fluke Biomedical INCU II memudahkan proses pengecekan dan verifikasi inkubator bayi, inkubator transport dan radiant warmer untuk memastikan alat tersebut aman dan memenuhi standar global IEC 60601-2-19 dan IEC 60601-2-21.



Gambar 2.4 Koneksi dan penempatan sensor pada Incu II *Incubator Analyzer*

Alat ini bersifat *portable* dan mudah digunakan secara intuitif, dilengkapi dengan layar LCD besar yang mudah dibaca. Alat ini dapat bekerja sebagai mesin mandiri tanpa perlu rangkaian alat bantu lainnya. Alat ini juga memberikan hasil yang langsung dapat diketahui, dapat menyimpan data suhu,

aliran udara, suara, kelembapan, dan kondisi lingkungan dan operasional lainnya. Dengan tes standar sistem automasi internal, alat ini dapat membantu melakukan pengecekan alat yang secara berkelompok.

Incubator analyzer INCU II juga menyederhanakan proses analisa dan pelaporan. Tidak hanya menampilkan hasil yang *realtime*, tetapi alat ini juga dapat menunjukkan indikator alat lulus atau tidak lulus dengan cepat sehingga dapat dengan segera ditangani apabila terjadi error pada alat. Alat ini juga dilengkapi dengan laporan analisa detail dengan grafis visual dalam format file *excel*, dan tersedia pilihan untuk menstandarisasi laporan yang dihasilkan alat ini.

Hasil Pengukuran alat ini dapat disimpan di dalam memori internal alat ini atau dipindahkan ke komputer. Alat ini dilengkapi pula dengan baterai yang bekerja selama 24 jam dan dapat menyimpan hingga 48 data hasil pengukuran.

2.1.5 Kalibrasi

Kalibrasi adalah kegiatan membandingkan nilai keluaran pada alat yang dikalibrasi dengan kalibratornya. Nilai yang dibandingkan yaitu nilai standar parameter yang ada di setiap alat. Nilai parameter tersebut dibandingkan dengan nilai standar nasional alat kalibratornya. Kegiatan kalibrasi ini dilakukan untuk menentukan kebenaran konvensional dari nilai keluaran alat medis yang mau dikalibrasi. Tujuan dari kalibrasi adalah untuk memeriksa keakuratan alat medis dan mencapai ketelusuran pengukuran. Kalibrasi biasanya dilakukan pada perangkat baru sebelum digunakan dalam pelayanan, kemudian ketika alat medis baru selesai diperbaiki akibat adanya kerusakan, dan kalibrasi wajib dilakukan setelah jangka waktu pakai alat yang sudah lama (minimal 3 bulan), tergantung alat yang akan dikalibrasi

2.1.6 Kalibrasi Inkubator Bayi

Inkubator bayi mempunyai beberapa parameter seperti parameter suhu, kelembapan, kebisingan dan aliran udara. Semua parameter tersebut merupakan hal yang sangat penting dan benar-benar perlu dikondisikan secara

tepat untuk mengetahui keadaan bayi prematur demi keselamatannya. Kalibrasi inkubator bayi merupakan kegiatan membandingkan nilai konvensional dari parameter inkubator bayi terhadap standar alat kalibrasinya sehingga nantinya dapat diketahui apakah alat inkubator bayi tersebut layak dipakai atau tidak. Kalibrasi inkubator bayi menggunakan alat *incubator analyzer*. Metode kalibrasi inkubator bayi adalah sebagai berikut:

1. Metode perbandingan, yaitu membandingkan alat yang diukur dengan standar terkalibrasi yang mempunyai tingkat ketelitian lebih tinggi
2. Hasil kalibrasi dapat berupa koreksi (standar alat) atau konstanta-konstanta dari persamaan interpolasi polinomial untuk alat
3. Disertai dengan nilai ketidakpastian untuk koreksi atau konstanta interpolasi
4. Memerlukan media kalibrasi standar
5. Kesalahan maksimal nilai ukur yang diijinkan adalah:
 - a) Temperatur kurang lebih 1°C dari suhu setting
 - b) Kelembapan 50% - 60% RH
 - c) Laju aliran udara (*air flow*) $\leq 0,35$ m/s
 - d) Kebisingan ≤ 60 dB

2.1.7 IoT (*Internet of Things*)

Internet of Things adalah struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer [12].

Pada tahun 1999, Kevin Ashton menciptakan *Internet of Things*, direktur eksekutif Auto ID Centre, MIT. Mereka menemukan peralatan berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*) global yang sistem identifikasi pada tahun yang sama. Penemuan ini disebut sebuah lompatan besar dalam *commercialising IoT*.

IoT merupakan sebuah konsep di mana suatu benda/objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan *software* dengan tujuan untuk

berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet. IoT bekerja dengan memanfaatkan instruksi pemrograman yang setiap perintahnya bisa menghasilkan interaksi ke sesama perangkat terhubung secara otomatis tanpa adanya intervensi pengguna, bahkan dalam jarak jauh sekalipun. Adapun faktor vital yang menjadi kelancaran perangkat IoT adalah jaringan internet yang menjadi konektor antara sistem dan perangkat. IoT memiliki beberapa manfaat seperti penunjang efisiensi kerja dan aktivitas sehari-hari, membantu mengontrol dan memonitor kegiatan dengan mudah dan praktis dan juga konektivitas antar perangkat menjadi lebih mudah, karena semakin baik koneksi antar jaringan maka sistem IoT juga akan berjalan lebih cepat dan efektif.

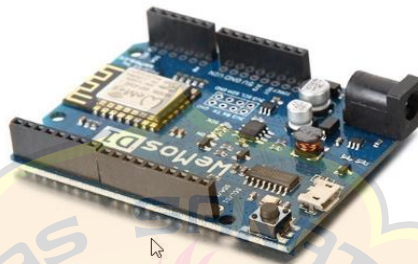
ThingSpeak merupakan sebuah layanan internet yang menyediakan layanan untuk pengaplikasian IoT. ThingSpeak merupakan layanan yang berisi aplikasi dan API yang bersifat *open source* untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai perangkat yang menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) melalui internet atau kabel LAN. Dengan menggunakan ThingSpeak, pengguna dapat membuat aplikasi sensor *logging*, aplikasi lokasi pelacakan dan jaringan sosial dari segala sesuatu yang terhubung ke internet dengan pembaruan status [13]. ThingSpeak awalnya diluncurkan oleh ioBridge pada tahun 2010 sebagai layanan untuk aplikasi IoT. ThingSpeak telah terintegrasi dari numerik perangkat lunak MATLAB dari MathWorks. Dengan ThingSpeak, pengguna dapat mengupload data sensor dari berbagai macam *development board* yang ada.

2.2 Komponen Dasar

2.2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip yang didalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program atau keduanya), dan perlengkapan input output [14]. Dalam jurnal FEMA vol. 1 no. 1 (2013:17), mikrokontroler adalah sistem

mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip* [15]. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan program input-output. Mikrokontroler yang digunakan adalah Wemos D1 R2 berbasis ESP8266.



Gambar 2.5 Microcontroller Wemos D1

Wemos merupakan modul *board* yang cocok digunakan untuk mendukung konsep rangkaian berbasis IoT (*Internet of Things*). Dalam penggunaannya, Wemos tidak perlu dihubungkan dengan mikrokontroler lain lagi karena di dalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui *serial port* serta transfer program secara *wireless*. Wemos juga dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan program yang sama dan posisi pin yang sama dengan Arduino Uno sehingga mudah dihubungkan dengan *arduino shield*.

- *Chipset*

Wemos memiliki dua *chipset* antara lain:

1. *Chipset* ESP8266, merupakan sebuah *chip* yang memiliki fitur wifi dan mendukung stack TCP/IP. Modul ini memungkinkan mikrokontroler terhubung ke jaringan wifi dan dan membuat koneksi TCP/IP menggunakan *command* yang sederhana. Dengan *clock* 80 MHz, *chip* ini memiliki 4MB RAM dan mendukung format IEEE 802.11 b/g/n sehingga tidak menyebabkan gangguan bagi yang lain.

2. *Chipset* CH340, adalah chipset yang mengubah USB serial menjadi serial *interface*. Dalam mode serial *interface*, CH340 mengirimkan sinyal penghubung yang umum digunakan pada modem. CH340 digunakan untuk mengubah perangkat serial *interface* umum untuk berhubungan dengan bus USB secara langsung.

- Pin Wemos

Dalam Wemos *terdapat* pin digital dan analog

1. Pin Digital, dapat dikonfigurasi sebagai input maupun output.
2. Pin Analog, memiliki 10 Bit resolusi dengan nilai maksimal 3,2 volt.

Berikut *pinout* dari Wemos D1 R2:



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin *Microcontroller* Wemos D1 R2

Konfigurasi pin Wemos D1 R2 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin *Microcontroller* Wemos D1 R2

Pin	Fungsi	ESP8266 Pin
D0	Rx	GPIO3
D1	Tx	GPIO1
D2	IO	GPIO16

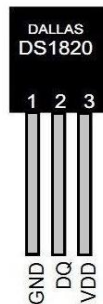
D3 (D15)	IO, scl	GPIO5
D4 (D14)	IO, sda	GPIO4
D5 (D13)	IO, sck	GPIO14
D6 (D12)	IO, miso	GPIO12
D7 (D11)	IO, mosi	GPIO13
D8	IO, <i>pull-up</i>	GPIO0
D9	IO, <i>pull-up, builtin_led</i>	GPIO2
D10	IO, <i>pull-down, ss</i>	GPIO15
A0	<i>Analog input</i>	<i>Analog input</i>

Ada beberapa keunggulan Wemos dibanding mikrokontroler lain yaitu:

1. *Pinout* yang *compatible* dengan arduino uno, memiliki *pinout* sederhana seperti Arduino Uno.
2. Wemos memiliki frekuensi CPU yang tinggi karena memiliki *processor* utama 32 Bit dengan kecepatan 80MHz sehingga dapat menjalankan program lebih cepat.
3. Didukung dengan banyak bahasa pemrograman selain dikontrol menggunakan program Arduino IDE, Wemos dapat diprogram dengan bahasa *Python* dan *Lua*.

2.2.2 Sensor suhu

Sensor suhu DS18B20 merupakan alat yang digunakan untuk mengukur temperatur suhu yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler. Sensor ini merupakan sensor digital yang memiliki 12-bit ADC internal. Sensor ini dapat mendeteksi suhu dari -55°C sampai 125°C dan memiliki akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Sensor ini ada yang berupa *single IC*, ada yang berupa *waterproof*.

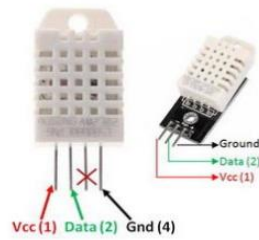


Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 memiliki tiga kaki, yaitu GND (pin 1), DQ (data pin 2), dan VDD (*power* pin 3). Sensor ini dapat bekerja dalam 2 mode yaitu mode *power* dan mode *parasite power*. Pada mode normal, GND terhubung dengan *ground*, VDD terhubung dengan 5V dan DQ terhubung dengan pin Wemos D1 ditambah dengan resistor *pull up* 4,7 K Ω . Mode ini direkomendasikan pada aplikasi yang melibatkan banyak sensor dan membutuhkan jarak yang panjang. Kemudian pada mode *parasite*, GND dan VDD disatukan akan terhubung dengan *ground*. DQ akan terhubung dengan pin Wemos D1 melalui resistor *pull up*. Pada mode ini, *power* diperoleh dari *power* data. Mode ini bisa digunakan untuk aplikasi yang melibatkan sedikit sensor dalam jarak yang pendek.

2.2.3 Sensor Kelembapan

Sensor kelembapan yang digunakan adalah DHT22 yang outputnya berupa sinyal digital. Sensor DHT22 memiliki *range* pengukuran untuk suhu -40°C–80°C dan untuk kelembapan mampu mengukur dengan *range* 0-100% RH. Sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8 Bit terpadu dan mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga bisa ditempatkan di mana saja, tetapi jika kabel memiliki panjang di atas 2 meter harus ditambahkan *buffer capacitor* 0.33 μ F antara pin 1 (VCC) dengan pin 4 (GND).

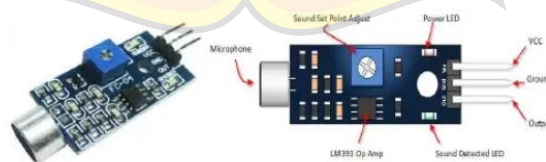


Gambar 2.8 Konfigurasi Pin DHT22

Untuk kaki atau pin dari sensor DHT22 itu terdiri dari 4 kaki atau pin tetapi yang dipakai hanya 3 pin saja. Pin tersebut terdiri dari pin 1 (VCC), pin 2 (Data output *serial*) dan pin 4 (GND).

2.2.4 Sensor Kebisingan

Sensor untuk mengukur kebisingan adalah sensor suara FC04 untuk mendeteksi dan mengetahui tingkat kebisingan atau besarnya dB suara. Sensor suara ini akan mengubah sinyal suara menjadi sinyal listrik, sensor suara bekerja berdasarkan prinsip kekuatan gelombang suara yang masuk. Dimana gelombang suara yang masuk mengenai membran sensor kemudian membran sensor bergetar. Pada membran tersebut terdapat kumparan kecil yang dapat menghasilkan besaran listrik. Kecepatan Bergeraknya membran tersebut akan menentukan besar kecilnya daya listrik yang akan dihasilkan. Komponen utama untuk sensor ini yaitu *condenser mic* sebagai penerima besar kecilnya suara yang masuk.



Gambar 2.9 Sensor *Sound FC04*

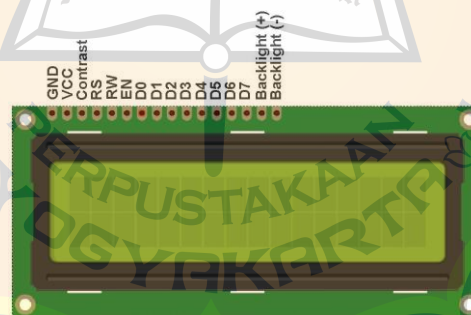
Spesifikasi:

- a) Tegangan : 3.3-5 V DC
- b) Output keluaran : Digital/analog
- c) Dilengkapi trimpot untuk merubah sensitifitas *microphone*

- d) LED indikator *power* dan indikator suara jika terdeteksi
- e) Ukuran : 32×17 mm

2.2.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan komponen elektronika yang berfungsi menampilkan suatu karakter baik angka, huruf, maupun karakter lain sesuai dengan program yang dibuat. Tampilan di LCD tersebut yang dapat kita lihat secara visual. LCD termasuk salah satu komponen yang memerlukan daya yang kecil. LCD pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *backlight* dan bagian *liquid crystal*. LCD tidak memancarkan cahaya apapun melainkan hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu LCD memerlukan *backlight* atau cahaya latar belakang sebagai sumber cahayanya. Cahaya *backlight* tersebut umumnya berwarna putih sedangkan *liquid crystal* sendiri adalah cairan organik yang berada di antara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif. LCD 16×2 dapat menampilkan 16 karakter mendatar dan 2 karakter menurun.



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin LCD 16×2

- **Memori LCD 16×2**

Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter yang ada di dalam LCD. Mikrokontroler pada *display* ini dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler internal LCD adalah:

- a. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*), merupakan memori tempat menyimpan dan memproses karakter yang akan

ditampilkan. Memori ini dapat menyimpan data sebesar 32 *Byte* atau 32 karakter.

- b. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*), memori ini digunakan untuk menggambarkan pola sebuah karakter yang dibentuk dapat diubah-ubah sesuai keinginan.
- c. Menyimpan karakter-karakter ASCII (*American Standard Code for Interchange Instruction*), sehingga cukup memasukkan kode ASCII untuk menampilkannya.
- d. CGRAM (*Character Generator Read Only Memory*), memori ini digunakan untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen.

● **Konfigurasi Pin LCD 16×2**

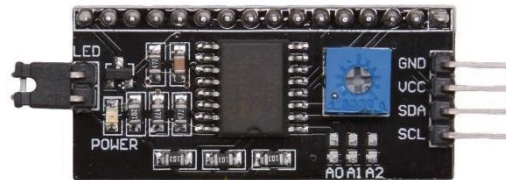
Tabel 2.2 Konfigurasi Pin LCD 16×2

Pin	Symbol	Keterangan
1	GND	<i>Ground</i>
2	VCC	<i>Supply voltage +5V</i>
3	Vo	<i>Contrast Adjustment</i>
4	RS	$0 \geq$ <i>Control input</i> , $1 \geq$ <i>data input</i>
5	R/W	<i>Read/Write</i>
6	E	<i>Enable</i>
7-14	D0-D7	<i>Data</i>
15	A	Tegangan positif <i>backlight</i>
16	K	Tegangan negatif

2.2.6 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

I2C merupakan standar komunikasi serial 2 arah yang menggunakan dua saluran yang dapat mengirim maupun menerima data. System I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi

data antara I2C dan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan I2C *bus* dapat dioperasikan sebagai piranti slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C *bus* dengan membentuk sinyal stop dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamatkan oleh master.



Gambar 2.11 Modul I2C

Adapun spesifikasi dari modul I2C adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi I2C

No	Nama	Spesifikasi
1	Tegangan kerja	VCC, GND, DO, AO
2	<i>Device Address</i>	0x27 atau 0x3F
3	Ukuran	41,5×19×15,3 mm

2.2.7 Buzzer

Buzzer tergolong dalam komponen elektronika jenis transduser yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* memiliki bentuk sederhana yaitu tabung pendek yang memiliki kaki positif dan negatif. Untuk menggunakannya dapat diberi tegangan 3-12V. *Buzzer* bisa disebut speaker tetapi *buzzer* memiliki fungsi lebih sederhana dibanding *speaker* yaitu sebagai penanda, pengingat, alarm, bel dan pemberitahuan suara dll.

Bentuk Buzzer Simbol Buzzer



Gambar 2.12 Bentuk dan Simbol Transduser *Buzzer*

2.2.8 Resistor

Dalam Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, resistor atau tahanan adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengatur kuat arus yang mengalir. Lambang untuk resistor dengan huruf R, nilainya dinyatakan dengan cincin berwarna dalam OHM (Ω) [16]. Resistor memiliki dua pin dan sering disebut juga sebagai hambatan atau tahanan dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik yang mengalir pada rangkaian. Resistor biasanya disingkat dengan huruf "R". Satuan hambatan atau resistansi resistor adalah OHM (Ω). Sebutan OHM ini diambil dari nama penemunya yaitu George Simon Ohm yang juga merupakan seorang Fisikawan Jerman. Dalam membatasi dan mengatur arus dalam suatu rangkaian, resistor bekerja berdasarkan Hukum Ohm.



Gambar 2.13 Resistor

Resistor yang penulis gunakan yaitu resistor 10 K Ω untuk rangkaian tombol dan resistor 4.7 K Ω untuk rangkaian *one wire* sensor DS18B20.

BAB III

METODE PENELITIAN

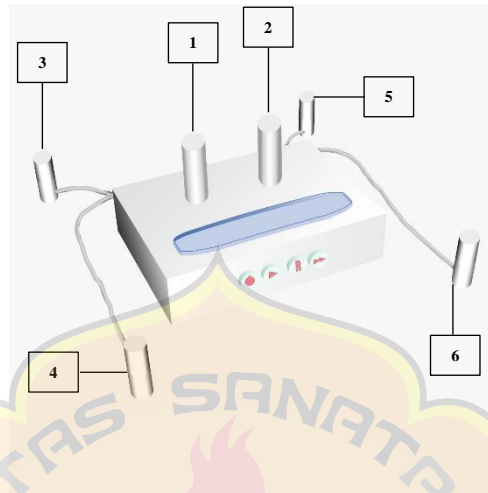
Incubator Analyzer menggunakan mikrokontroler Wemos D1 dilengkapi dengan tampilan grafik suhu secara *realtime* berbasis *Internet of Things* ini dibuat menggunakan DS18B20 sebagai sensor suhu yang digunakan untuk mengukur suhu di empat titik yang berbeda di dalam inkubator bayi, kemudian menggunakan sensor DHT22 sebagai sensor kelembapan, sensor FC04 sebagai sensor kebisingan. Alat ini dilengkapi dengan LCD 16×2 untuk menampilkan data hasil pengukuran parameter suhu, kelembapan dan kebisingan pada inkubator. Dalam konfigurasinya, LCD 16×2 dibantu dengan I2C agar menghemat pin yang masuk ke wemos D1. Alat ini juga dilengkapi dengan alarm yang berfungsi sebagai penanda apabila suhu dalam inkubator melebihi *set point*.

Alat ini dialiri input AC sebesar 220VAC/50-60Hz kemudian diturunkan tegangannya oleh adaptor menjadi 5VDC yang kemudian masuk ke Wemos D1, kemudian Wemos D1 mulai mengelola data yang masuk yang kemudian mengeluarkan output berupa nilai pengukuran setiap parameter yang akan ditampilkan melalui display LCD 16×2, dan untuk grafik *realtime* suhu dapat dilihat pada ThingSpeak. Untuk *range* pengukuran yang dimiliki sensor suhu DS18B20 berkisar 33°C–35°C, untuk sensor kelembapan DHT22 memiliki *range* 40% RH-60% RH dan untuk sensor kebisingan FC04 memiliki tingkat kebisingan <60 dB. Penulis membuat alat dengan ukuran 20×10×7,5 cm³.

3.1 Perancangan Mekanis Alat

Perancangan mekanis alat *incubator analyzer* yang akan dibuat merupakan versi sederhana dari model Fluke Incu II. Desain mekanis yang dibuat merupakan menyesuaikan dengan kalibrator standarnya yang hanya memuat komponen dasar seperti empat buah sensor suhu, di bagian atas alat terdapat display LCD 16×2, satu buah sensor kelembapan, dan satu buah sensor

kebisingan. Kemudian bagian depan terdapat dua buah tombol *next* dan *prev* dan satu buah saklar ON/OFF.

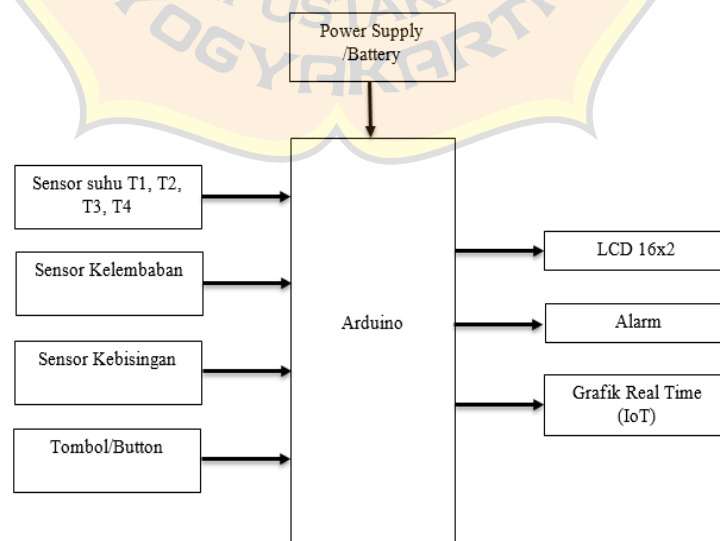


Gambar 3.1 Perancangan Mekanik Alat

Keterangan gambar:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Sensor kebisingan | 4. Sensor suhu (T2) |
| 2. Sensor kelembaban | 5. Sensor suhu (T3) |
| 3. Sensor suhu (T1) | 6. Sensor suhu (T4) |

3.2 Blok Diagram

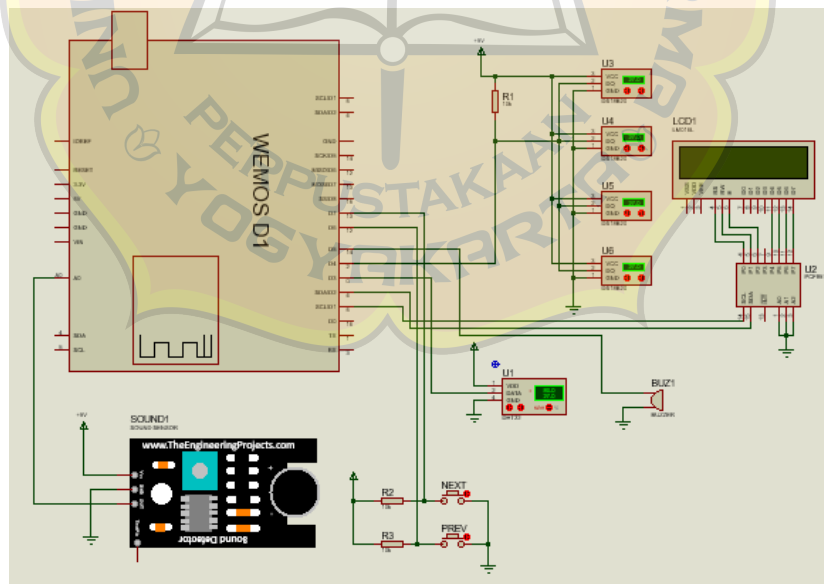


Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan *Incubator Analyzer*

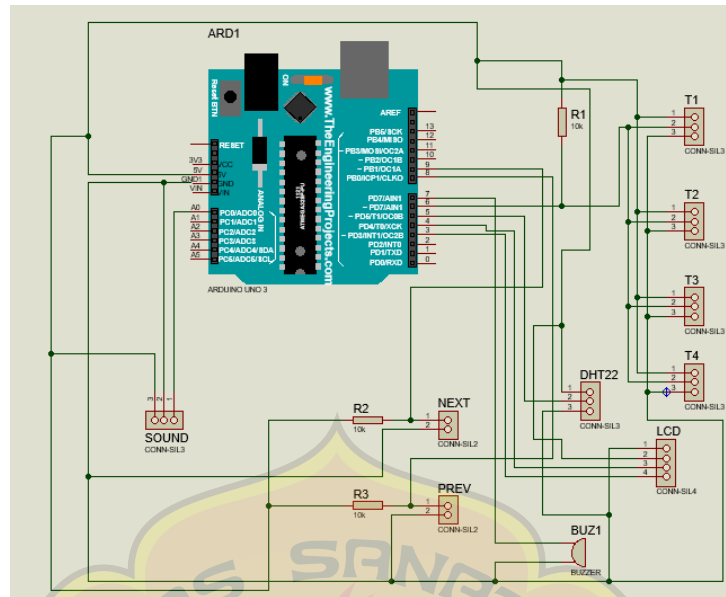
Terdapat beberapa input yang masuk yaitu sensor suhu DS18B20 T1, T2, T3 dan T4, sensor kelembapan DHT22, dan sensor FC04 sebagai sensor kebisingan. Kemudian ada mikrokontroler Wemos D1 sebagai pusat kontrol yang akan mengendalikan kerja rangkaian, lalu ada output LCD 16x2, yang akan menampilkan hasil pengukuran, alarm yang akan menjadi penanda bila suhu melebihi *set point*, dan ThingSpeak (IoT) sebagai *interface* untuk menampilkan grafik *realtime* suhu pada inkubator.

Untuk prinsip kerja dari blok diagramnya, pada saat saklar on, alat mendapatkan *supply* yang masuk ke seluruh rangkaian sehingga rangkaian menjadi aktif dan sensor mulai melakukan pembacaan. Data hasil pembacaan diteruskan ke Wemos D1 yang diperintah oleh program yang telah dibuat dan mengolah hasil pembacaan pada setiap sensor yang kemudian mengeluarkan output berupa nilai keluaran masing-masing parameter yang akan ditampilkan pada LCD dan grafik suhu *realtime* yang ditampilkan dengan IoT pada ThingSpeak sehingga grafik suhu *realtime* bisa dilihat oleh orang lain.

3.3 Perancangan Rangkaian



Gambar 3.3 Rangkaian Skematik *Incubator Analyzer*



Gambar 3.4 Rangkaian Skematik *Motherboard Incubator Analyzer*

Konfigurasi Pin Rancang Bangun *Incubator Analyzer*:

Tabel 3.1 Konfigurasi Pin *Microcontroller Wemos Incubator Analyzer*

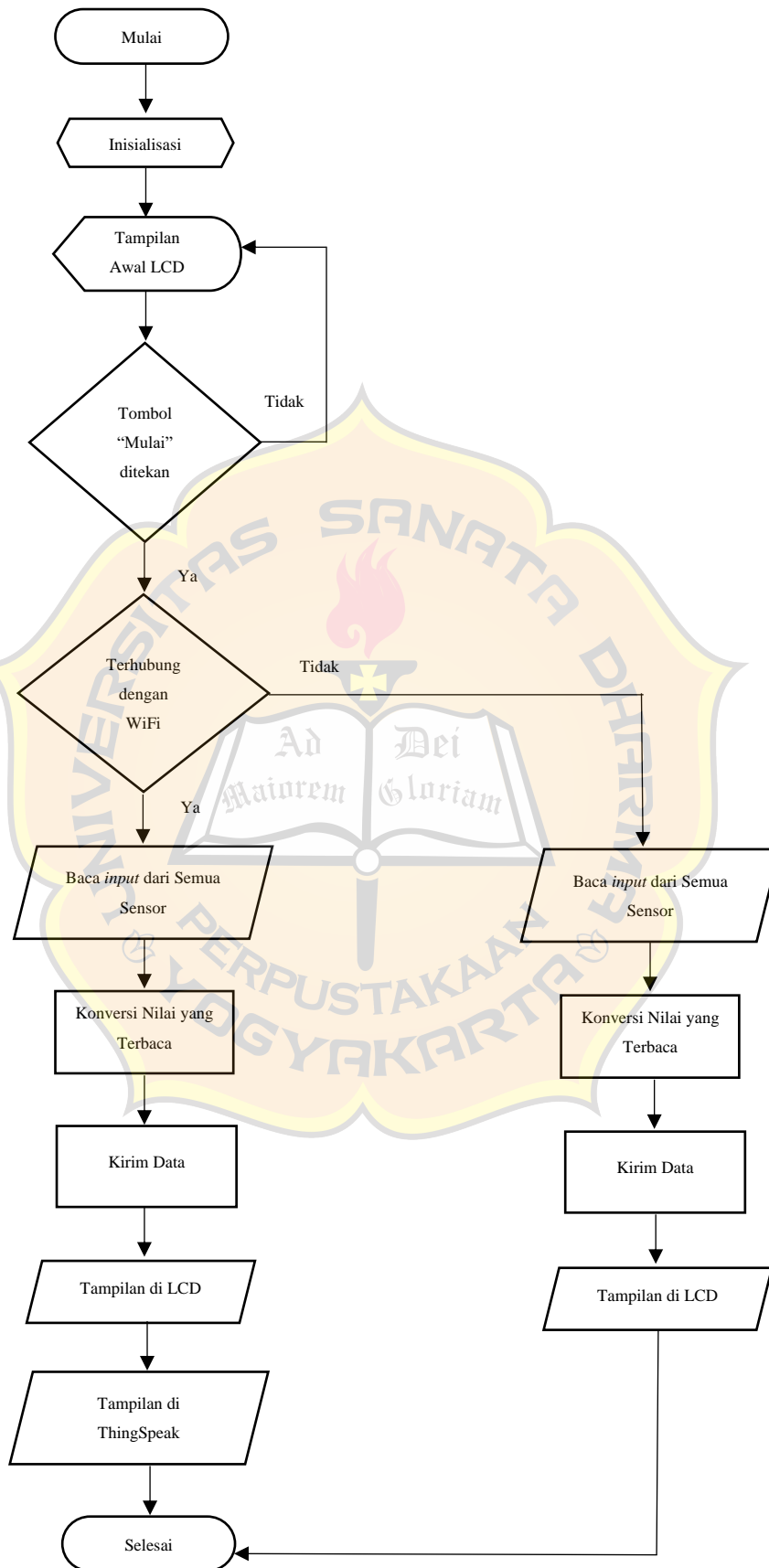
No	Komponen	Pin	ESP8266 Pin
1.	Sensor Sound	A0	A0
2.	Sensor Kelembapan	D3	0
3.	Sensor Suhu	D4	2
4.	<i>Buzzer</i>	D5	14
5.	SCL I2C	SCL D1	5
6.	SDA I2C	SDA D2	4
7.	Tombol <i>Preview</i>	D6	12
8.	Tombol <i>Next</i>	D7	13

3.4 *Flowchart*

Flowchart merupakan diagram alir yang menampilkan langkah-langkah untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Dalam

perancangan alat *incubator analyzer* ini dibutuhkan perangkat lunak untuk pemrograman alat. Program tersebut kemudian diinput ke dalam memori internal Wemos D1 sehingga alat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat. Sebelum membuat program, penulis terlebih dahulu membuat diagram alur (*flowchart*) untuk menggambarkan alur program dari rancangan *incubator analyzer* yang penulis buat. Berikut merupakan *flowchart* program *incubator analyzer*:





Gambar 3.5 Flowchart Rancang Bangun Incubator Analyzer

3.5 Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk memastikan sensor yang digunakan betul-betul berfungsi dengan baik. Penulis harus memastikan bahwa sensor tersebut merupakan sensor yang baik dan akurat untuk pengukuran setiap parameter. Pengujian sensor terdiri dari pengujian sensor suhu, pengujian sensor kelembapan, dan pengujian sensor kebisingan. Masing-masing sensor diuji menggunakan pembanding standar untuk membuktikan keakuratan sensor.

3.5.1 Pengujian Sensor Suhu

Sensor suhu diuji dengan menggunakan program di arduino dan diberi perlakuan suhu ruang. Sensor yang diuji yaitu empat buah sensor DS18B20, LM35 dan DHT22. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan sensor pada sebuah kotak tertutup yang diberi lampu dan rangkaian *dimmer*. Rangkaian dimer ini berfungsi untuk menaikkan tegangan pada lampu pijar. Pengujian dilakukan pada dua keadaan yaitu *box* tanpa rangkaian *dimmer* dan *box* dengan rangkaian *dimmer* tegangan tinggi. Masing-masing sensor diuji dengan perlakuan suhu ruang yang sama. Keluaran suhunya diukur menggunakan alat ukur standar dan dibandingkan dengan masing-masing sensor suhu yang diuji. Datanya diambil setelah suhu pada *thermohygrometer* telah sesuai dan stabil. Keluaran sensor dibandingkan dengan *thermohygrometer*. Hasil pengukuran dapat dilihat pada *serial monitor* kemudian dicatat hasilnya. Sensor-sensor tersebut diharapkan bisa mengukur suhu dengan baik.

Langkah-langkah pengujian sensor suhu dapat ditempuh dengan cara:

- 1) Siapkan semua alat yang digunakan (*box*, rangkaian, lampu, *environment meter*, sensor, dan alat tulis)
- 2) Letakkan sensor berdekatan satu sama lain
- 3) Hidupkan *thermohygrometer* dan letakkan di dekat sensor
- 4) Perlakuan pertama lihat suhu yang ditampilkan pada *thermohygrometer* kemudian catat hasilnya, bandingkan dengan suhu yang dikeluarkan oleh masing-masing sensor dan catat hasilnya.

- 5) Perlakuan kedua, letakkan lampu beserta rangkaian *dimmer*, pastikan letaknya di tengah
- 6) Pastikan letak sensor berdekatan dan mempunyai jarak yang sama terhadap lampu
- 7) Hubungkan rangkaian *dimmer* dengan stopkontak
- 8) Atur tegangan pada rangkaian *dimmer* dengan memutar knop hingga mencapai keadaan maksimum
- 9) Tunggu selama lima menit
- 10) Catat hasil yang ditampilkan oleh *thermohygrometer* dan suhu yang ditampilkan oleh masing-masing sensor.
- 11) Hasil pencatatan dimasukkan ke dalam tabel.

3.5.2 Pengujian Sensor Kelembapan

Sensor ini diuji dengan menggunakan program di arduino yaitu DHT tester dan diletakkan di tempat yang memiliki kelembapan berbeda. Perlakuan pertama sensor diletakkan pada ruangan terbuka, dan perlakuan kedua sensor diletakkan di bawah *hand dryer*. Sensor yang diuji adalah sensor DHT11 dan DHT22. Dalam pengujiannya menggunakan alat ukur standar yaitu *thermohygrometer* sebagai pembandingnya. Data diambil 1 menit setelah program diupload. Hasil pengukuran dapat dilihat pada LCD 16×2 kemudian dicatat hasilnya. Sensor tersebut diharapkan dapat mengukur kelembapan dengan baik.

Langkah-langkah pengujian sensor kelembapan dapat ditempuh dengan cara:

- 1) Siapkan semua alat yang dibutuhkan (*thermohygrometer*, sensor, dan alat tulis).
- 2) Untuk perlakuan pertama, siapkan alat di atas meja.
- 3) Hidupkan *thermohygrometer* dan lihat hasil yang dikeluarkan alat tersebut kemudian lakukan pencatatan dan dibandingkan dengan keluaran sensor DHT11 dan DHT22
- 4) Untuk perlakuan kedua, siapkan *environment meter* beserta kedua sensor kemudian letakkan di bawah *hand dryer*

- 5) Hidupkan *thermohygrometer* dan lihat hasil yang dikeluarkan alat tersebut kemudian lakukan pencatatan dan bandingkan dengan keluaran DHT11 dan DHT22
- 6) Hasil pencatatan dimasukkan ke dalam tabel.

3.5.3 Pengujian Sensor Suara

Untuk pengujian sensor suara, sensor diberi perlakuan suara yang berbeda yaitu hening, percakapan dan teriakan. Ketika diberi suara pada jarak tersebut dan sensor mendeteksi suara yang diberikan maka akan muncul tampilan nilai dB pada *serial monitor* arduino. Pemberian suara ini menunjukkan kondisi intensitas suara yang berbeda dan ingin membuktikan apakah sensor FC04 dapat mendeteksi kenaikan intensitas suara yang diberikan. Pada pengujian sensor kebisingan ini menggunakan alat ukur standar yaitu *environment meter* sebagai pembandingnya. Alat ini merupakan alat ukur standar yang dapat mengukur tingkat kebisingan pada lingkungan. Langkah-langkah pengujian sensor kebisingan dapat ditempuh dengan cara:

- 1) Siapkan alat yang dibutuhkan (sensor FC04 dan *environment meter*)
- 2) Hidupkan *environment meter*
- 3) Letakkan sensor dan *environment meter* secara berdekatan
- 4) Perlakuan pertama sensor dibiarkan dalam keadaan hening kemudian lakukan pencatatan
- 5) Perlakuan kedua sensor diberi suara normal yaitu percakapan kemudian lakukan pencatatan
- 6) Perlakuan ketiga sensor diberi suara teriakan yaitu dengan bernyanyi kemudian lakukan pencatatan
- 7) Hasil pencatatan dimasukkan ke dalam tabel.

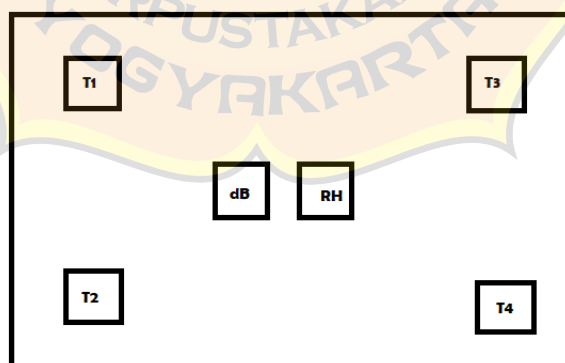
3.6 Cara Pengambilan Data

Setelah merancang alat sesuai dengan perencanaan, perlu dilakukan pengujian dan pengambilan data. Hal ini bertujuan untuk membuktikan apakah rancangan yang penulis buat sudah sesuai dengan rencana atau tidak.

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Pengumpulan data juga digunakan sebagai bukti pengukuran yang telah dilakukan. Data tersebut kemudian disimpan untuk digunakan sebagai bukti pengukuran dan perbandingan pada inkubator. Dalam proses pengambilan data ini, penulis tidak menggunakan inkubator bayi sebagai objek karena alat tersebut sulit untuk dijangkau. Penulis hanya akan meletakkan alat *incubator analyzer* di dalam *box* kaca berisi lampu pijar 60 Watt dan rangkaian *dimmer* untuk mengatur tegangannya. Penulis juga tidak menggunakan alat pembanding standar seperti Fluke Incu II karena tidak tersedianya alat tersebut. Penulis hanya menggunakan alat ukur *environment meter* untuk alat pembanding sensor suhu, kelembapan dan sensor kebisingan. Keempat sensor suhu diletakkan pada empat titik yang berbeda.

Langkah-langkah yang dapat ditempuh untuk pengambilan data:

1. Meletakkan *incubator analyzer* di dalam *box* kaca.
2. Meletakkan alat ukur standar di dekat alat *incubator analyzer*
3. Menempatkan sensor suhu T1 di titik penempatan 1 (pojok kiri depan).
4. Menempatkan sensor suhu T2 di titik penempatan 2 (pojok kanan depan).
5. Menempatkan sensor suhu T3 di titik penempatan 3 (pojok kiri belakang).
6. Menempatkan sensor suhu T4 di titik penempatan 4 (pojok kanan belakang).



Gambar 3.6 Denah Penempatan Sensor Pada Inkubator Bayi

3.7 Pengujian Sistem

Cara pengujian dilakukan dengan menguji setiap parameter yang ada pada *incubator analyzer* apakah berjalan sesuai rencana atau tidak. Penulis

tidak menggunakan inkubator bayi, dan untuk pembandingan penulis juga tidak menggunakan alat standar *incubator analyzer* Fluke karena tidak tersedianya alat tersebut. Penulis hanya menggunakan *box* kaca berukuran $50 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ sebagai pengganti inkubator. *Box* tersebut diberi rangkaian lampu pijar 60 Watt beserta rangkaian *dimmer*. Di dalam *box* tersebut juga terdapat alat ukur standar sebagai pembandingan yaitu *thermohygrometer* sebagai alat ukur standar parameter suhu dan kelembaban, dan *environment meter* sebagai alat ukur standar parameter kebisingan. Pengukuran masing-masing parameter dilakukan tiga kali. Dalam melakukan pengujian perlu diketahui terlebih dahulu tentang prosedur pengujian yang akan dilakukan. Pada tahap ini, penulis menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian alat. Pengujian dilakukan pada sistem secara keseluruhan untuk memastikan sistem berjalan dengan baik sesuai perencanaan dan perancangan yang telah dibuat. Berikut beberapa langkah yang perlu dilakukan:

- Persiapan alat
Sebelum melakukan pengujian, perlu disiapkan beberapa alat berikut:
 - a. Alat *incubator analyzer* yang telah dirancang.
 - b. *Box* kaca dilengkapi dengan lampu dan rangkaian *dimmer* sebagai pengganti inkubator bayi (ukuran: $50 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$).
 - c. *Smartphone* untuk menjalankan aplikasi ThingView agar dapat melihat grafik suhu secara *realtime*.
 - d. Laptop untuk melihat tampilan grafik pada *web* ThingSpeak.
 - e. *Environment meter* sebagai alat ukur standar untuk parameter suhu, kelembapan dan kebisingan.
- Pelaksanaan
 - a. Siapkan alat dengan meletakkan alat *incubator analyzer* di dalam *box* kaca kemudian pada keempat sensor suhu pada titik pengukuran yang telah ditentukan.
 - b. Siapkan alat ukur standar dan dimasukkan ke dalam *box*.
 - c. Buka aplikasi ThingView pada *smartphone* untuk melihat grafik suhu.
 - d. Buka *web* ThingSpeak pada laptop untuk melihat grafik suhu.

- e. Pasang lampu dan rangkaian dimer dan pastikan posisi kampu tepat di tengah-tengah *box* kemudian sambungkan ke stopkontak.
- f. Putar knop yang ada pada rangkaian *dimmer* hingga tegangan maksimum.
- g. Tunggu lima menit kemudian lakukan pengukuran.
- h. Catat hasil yang didapat pada tabel pengukuran.
- i. Ulangi langkah g dan h untuk melakukan pengukuran selanjutnya sampai tiga kali pengukuran.
- j. Setelah selesai melakukan pencatatan, selanjutnya hitung rata-rata antara parameter yang ada pada *incubator analyzer* dengan alat ukur standar.
- k. Setelah itu simpulkan hasilnya.

3.7.1 Metode Analisis Data

Analisis data merupakan proses menginterpretasikan data berupa angka dengan menggunakan teknik statistik yang bertujuan untuk mendeskripsikan hasil pengukuran. Analisis data yang Penulis gunakan adalah mencari nilai rata-rata, nilai koreksi, nilai penyimpangan, nilai akurasi, dan nilai standar deviasi.

- Rata-rata

Nilai rata-rata digunakan sebagai pembandingan antara satu kelompok data dengan kelompok lainnya. Kelompok data yang dibandingkan adalah hasil pengukuran alat ukur standar (*thermohygrometer* dan *enviromtment meter*) dengan hasil pengukuran rancang bangun *incubator analyzer*. Nilai rata-rata dapat diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$\bar{X} = \frac{HP1 + HP2 + HP3}{n} \quad (3.1)$$

Dimana, \bar{X} pada rumus (3. 1) adalah rata-rata hasil pengukuran, HP adalah hasil pengukuran dan n adalah banyaknya pengukuran yang dilakukan.

- Koreksi

Nilai koreksi adalah nilai besarnya selisih antara nilai rata-rata hasil pengukuran alat ukur standar (*thermohygrometer* dan *environment meter*) dengan nilai rata-rata hasil pengukuran alat rancang bangun *incubator analyzer*. Nilai koreksi diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$\bar{X}b - \bar{X}a \quad (3.2)$$

Dimana, $\bar{X}b$ pada rumus (3.2) adalah rata-rata hasil pengukuran alat ukur standar, sedangkan $\bar{X}a$ adalah rata-rata hasil pengukuran rancang bangun *incubator analyzer*.

- Penyimpangan

Nilai penyimpangan data adalah suatu ukuran yang menunjukkan tinggi rendahnya perbedaan data yang diperoleh dari rata-ratanya. Nilai penyimpangan ini, digunakan untuk mengetahui seberapa jauh penyimpangan dari nilai hasil pengukuran. Nilai penyimpangan diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$\left| \frac{\bar{X}b - \bar{X}a}{\bar{X}b} \times 100\% \right| \quad (3.3)$$

- Akurasi

Nilai akurasi adalah nilai kedekatan hasil pengukuran dengan nilai target. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (%). Nilai akurasi diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$100\% - \text{Nilai Penyimpangan} \quad (3.4)$$

- Standar deviasi

Nilai standar deviasi adalah nilai akar kuadrat dari suatu varian, dimana digunakan untuk menilai rata-rata atau yang diharapkan. Standar deviasi atau simpangan baku dari data yang telah disusun dalam tabel frekuensi. Nilai *standard deviation* merupakan suatu nilai yang digunakan dalam menentukan persebaran data pada suatu sampel dan

melihat seberapa dekat data-data tersebut dengan nilai *mean* [17]. Nilai standar deviasi diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x(HP1-\bar{X})^2} \quad (3.5)$$

Dimana \bar{X} pada persamaan (3.5) adalah nilai rata-rata pengukuran data, HP1 adalah hasil pengukuran pertama dan n adalah banyaknya data.

3.7.2 Pengujian Parameter Suhu (T1, T2, T3 dan T4)

Pengujian parameter suhu dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata hasil pengukuran parameter suhu oleh *incubator analyzer* dengan hasil pengukuran suhu oleh *environment meter*. Data diambil dengan rentang waktu per satu menit dan dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran. Kemudian dihitung rata-rata hasil pengukuran dari masing-masing sensor suhu T1, T2, T3 dan T4 dan dibandingkan dengan hasil pengukuran *environment meter* dengan menggunakan rumus standar deviasi pada persamaan (3.5).

3.7.3 Pengujian Parameter Kelembapan

Pengujian parameter kelembapan dilakukan dengan mengukur nilai rata-rata pengukuran parameter kelembapan dari *incubator analyzer* dengan hasil pengukuran *environment meter*. Data diambil dengan rentang waktu per satu menit dan dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran. Kemudian dihitung rata-rata hasil pengukuran dari sensor DHT22 dan dibandingkan dengan hasil pengukuran *environment meter* dengan menggunakan rumus standar deviasi pada persamaan (3.5).

3.7.4 Pengujian Parameter Kebisingan

Pengujian sensor suara dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata pengukuran parameter kebisingan pada *incubator analyzer* dengan hasil pengukuran *environment meter*. Data diambil dengan rentang waktu per satu menit dan dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran. Kemudian dihitung rata-rata hasil pengukuran dari sensor FC04 dan dibandingkan dengan hasil

pengukuran *environment meter* dengan menggunakan rumus standar deviasi pada persamaan (3. 5).

3.7.5 Pengujian Alarm

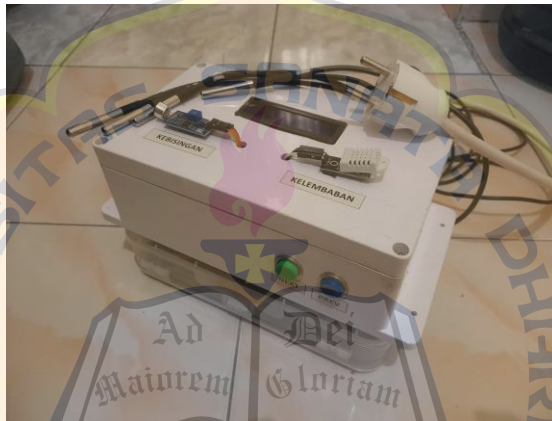
Pengujian alarm dilakukan dengan meletakkan alat di dalam *box* kaca dan mendekatkan salah satu sensor dengan lampu pijar sampai melewati *set point*. Ketika melewati *set point* alarm akan berbunyi dan diambil datanya dalam bentuk video.



BAB IV

PEMBAHASAN

Pada bagian ini Penulis menjabarkan dan menerangkan hasil yang telah dirancang di Bab III. Hasil yang dijabarkan meliputi hasil uji fungsi sensor suhu, sensor kelembapan, dan sensor kebisingan; pengujian parameter suhu (T1-T4), parameter kelembapan (*relative humidity*) dan parameter kebisingan (dB), dan grafik suhu *realtime* pada situs ThingSpeak. Selain itu pada Bab ini juga berisi foto dan pembuktian kegiatan yang Penulis lakukan.



Gambar 4.1 Hasil Perancangan Alat *Incubator Analyzer*

4.1 Hasil Pengujian Sensor

4.1.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu

Setelah melakukan pengujian, selanjutnya dilakukan pencatatan nilai hasil pengujian sensor suhu. Dari hasil pengujian, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu

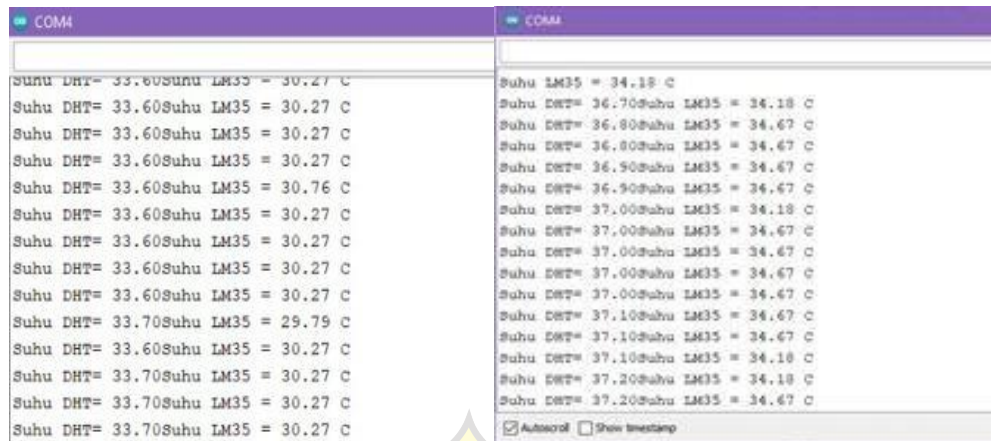
Suhu pada Thermohygro (°C)	Hasil pengukuran sensor suhu (°C)					
	DS18B20				LM35	DHT22
	T1	T2	T3	T4		
30,0	30,31	30,00	30,31	30,38	30,27	33,50
35,3	35,75	35,13	35,06	35,13	34,67	37,20

Setelah melakukan pengujian sensor suhu diperoleh hasil pada suhu terukur $30,0^{\circ}\text{C}$ sensor DS18B20 memiliki angka yang lebih mendekati hasil pengukuran pada alat ukur standar dibandingkan dengan sensor LM35 dan DHT22. Pada suhu pengukuran $30,0^{\circ}\text{C}$ untuk sensor DS18B20 memiliki selisih yang tidak begitu jauh yaitu untuk $T1=0,31^{\circ}\text{C}$, $T2$ menunjukkan nilai yang sama dengan alat ukur standar *thermohyrometer*, $T3=0,3^{\circ}\text{C}$, $T4=0,38^{\circ}\text{C}$. Kemudian dibandingkan dengan sensor LM35 memiliki selisih $0,27^{\circ}\text{C}$ lalu untuk sensor DHT22 dengan selisih $3,50^{\circ}\text{C}$ dan merupakan sensor dengan nilai selisih paling tinggi dibanding sensor yang lainnya. Kemudian pada suhu terukur $35,3^{\circ}\text{C}$, hasil pengujian sensor suhu DS18B20 diperoleh selisih untuk $T1=0,45^{\circ}\text{C}$; $T2=0,17^{\circ}\text{C}$; $T3=0,24^{\circ}\text{C}$; dan $T4=0,17^{\circ}\text{C}$. Kemudian untuk sensor LM35 memiliki selisih $1,64^{\circ}\text{C}$, lalu untuk sensor DHT22 memiliki selisih yang sangat jauh yaitu $2,17^{\circ}\text{C}$.

Dari hasil pengujian sensor yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa sensor yang memiliki keakuratan lebih adalah sensor DS18B20 dengan selisih pengukuran yang tidak terlalu jauh. Untuk itu Penulis memilih sensor DS18B20 sebagai sensor untuk mendeteksi suhu pada alat *incubator analyzer* yang Penulis buat.



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran Sensor Suhu Pada Alat Standard dan Sensor DS18B20



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Sensor Suhu pada Suhu 30°C dan 35°C

4.1.2 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan DHT22

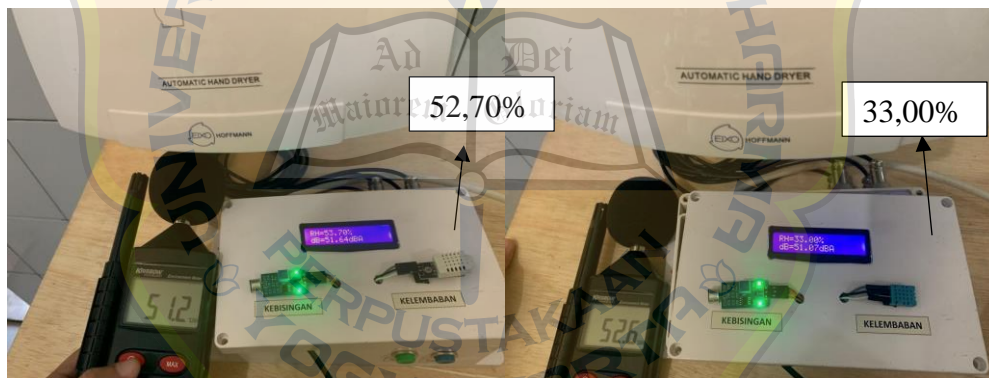
Perlakuan/ kelembapan pada <i>thermohyrometer</i> (RH) %	Hasil pengukuran sensor kelembapan (RH) %			
	DHT11	<i>Environment Meter</i>	DHT22	<i>Environment Meter</i>
Kelembapan lingkungan terbuka	81,00	67,8	62,00	67,9
Kelembapan Mesin Hand Dryer	33,00	52,6	53,70	51,2

Setelah melakukan pengujian sensor kelembapan DHT11 dan DHT22 diperoleh hasil yang sangat jauh berbeda antara kedua sensor tersebut. Untuk pengukuran pada kelembapan lingkungan diperoleh selisih yang sangat jauh antara DHT11 dengan environment meter, di mana selisih yang diperoleh sebesar 13,2%, kemudian untuk DHT22 diperoleh selisih sebesar 5,9%. Untuk pengukuran pada kelembapan hand dryer selisih terbesar terdapat pada sensor DHT11 dengan selisih 19% kemudian untuk DHT22 memiliki selisih yang cukup kecil yaitu 4,5%.

Dari hasil pengujian sensor yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa sensor DHT22 memiliki keakuratan yang lebih presisi dibanding sensor DHT11. Oleh karena itu Penulis memilih menggunakan sensor DHT22 sebagai sensor untuk mendeteksi kelembapan pada alat *incubator analyzer* yang Penulis buat.



Gambar 4.4 Pengujian Sensor DHT di Kelembapan Lingkungan



Gambar 4.5 Pengujian Sensor DHT di Kelembapan *Hand dryer*

4.1.3 Hasil Pengujian Sensor Kebisingan FC04

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Kebisingan

Perlakuan	Hasil pengukuran kebisingan (dB)	
	FC04	<i>Environment meter</i>
Hening	55,9	60,9
Percakapan	56,05	53,9
Teriakan	73,99	73,0

Pengujian sensor kebisingan dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sensor FC04 dengan nilai keluaran alat ukur standarnya. Setelah dibandingkan, diperoleh data yang mendekati nilai keluaran pada alat ukur standar. Tetapi sensor FC04 yang Penulis gunakan memiliki respon yang lama terhadap suara yang datang. Pembacaan yang dilakukan juga terkadang melenceng dari nilai yang semestinya.



Gambar 4.6 Pengujian Sensor Kebisingan Saat Ada Percakapan



Gambar 4.7 Pengujian Sensor Kebisingan Saat Ada Teriakan



Gambar 4.8 Pengujian Sensor Kebisingan Saat Keadaan Hening

4.2 Implementasi Alat

Box dari *inkubator analyzer* tidak dibuat melainkan dibeli. *Box* tersebut kemudian dilubangi menggunakan bor. Pada sisi depan terdapat dua buah lubang untuk tombol *next* dan *prev*, kemudian di bagian belakang terdapat empat buah lubang untuk sensor suhu T1, T2, T3 dan T4; dan satu buah lubang kecil untuk kabel *power supply*. Di bagian kiri terdapat saklar dan bagian atas untuk LCD 16×2, sensor kelembapan DHT22, dan sensor kebisingan FC04. *Box* yang penulis gunakan memiliki dimensi 20×12×7 cm³ dan berwarna putih. Implementasi alat yang dibuat bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.9 *Incubator Analyzer* Tampak Depan dan Belakang

4.3 Hasil Implementasi Perangkat Keras

Motherboard dibuat untuk mengatur aktivitas mikrokontroler untuk melakukan inisialisasi dan pembacaan sensor. Berikut motherboard pada

rancang bangun *incubator analyzer*. Pembuatan *motherboard* dimulai dengan perancangan di proteus kemudian ke ares dan diatur jalurnya sehingga tidak bertabrakan. Lalu diprint kemudian disetrika. Penyetrikaan dilakukan untuk menempelkan jalur yang telah print di kertas foto sehingga pindah ke PCB. Setelah penyetrikaan, jalurnya menempel kemudian dilarutkan pada cairan hiperklorit selama kurang lebih 1 jam sambil digoyang hingga pcbnya larut dan yang tersisa hanya jalur pada PCBnya saja, kemudian PCBnya diampas dengan kertas ampas halus lalu dibor dengan mata bor 1 mm untuk melubangi PCB yang akan dipasang konektor. Setelah itu konektornya dipasang dan disolder. Selain konektor yang disolder, resistor dan *buzzer* juga disolder langsung pada PCB. Konektor yang dipasang merupakan konektor dari 4 buah sensor suhu, sensor kelembapan, sensor kebisingan, LCD 16×2 dan *button*. *Motherboard* yang dibuat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.10 *Motherboard* Tampak Depan dan Belakang

4.4 Hasil Implementasi Perangkat Lunak

Mikrokontroler pada rancang bangun *incubator analyzer* ini diprogram dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE. Terdapat beberapa program / perangkat lunak yang digunakan dalam menjalankan fungsi dari alat tersebut di antaranya inisialisasi, tampilan awal LCD, rangkaian tombol, terhubung ke *wifi*, baca input semua sensor, kirim data ke ThingSpeak.

- Inisialisasi

Program inisialisasi adalah proses memindahkan posisi saklar dari *off* ke *on*, maka pada alat akan terjadi proses inisialisasi. Pada tahap ini terjadi proses pemanggilan *software library*, penentuan nilai awal variabel, konfigurasi SSID dan *password* WiFi, serta konfigurasi *Channel ID* dan *API Key* untuk menghubungkan ke ThingSpeak. Berikut adalah potongan program inisialisasi:

```
#include "ThingSpeak.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define SECRET_SSID "Auu cantik" // replace MySSID with your
WiFi network name
#define SECRET_PASS "Sepultura78" // replace MyPassword with
your WiFi password replace XYZ with your channel write API Key
#define SECRET_CH_ID 174357 // replace 0000000 with your channel
number
#define SECRET_WRITE_APIKEY "W5WII8G228Y4KRW7" //
replace XYZ with your channel write API
#define DHTPIN 0
#define DHTTYPE DHT22
// DHT22 sensor is used
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
float RH; // Initialize DHT library
#define ONE_WIRE_BUS 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
float T1;
```

```

float T2;
float T3;
float T4;
#define soundSENSOR A0
float dB;
int pinBuzzer = 14;
const byte degreeSymbol(B11011111);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
char ssid[] = SECRET_SSID; // your network SSID (name)
char pass[] = SECRET_PASS; // your network password
int keyIndex = 0; // your network key Index number (needed only for
WEP)
WiFiClient client; // Emulate Serial1 on pins 6/7 if not present
#ifndef HAVE_HWSERIAL1
#define ESP_BAUDRATE 19200
#else
#define ESP_BAUDRATE 115200
#endif
unsigned long myChannelNumber = SECRET_CH_ID;
const char myWriteAPIKey = SECRET_WRITE_APIKEY;

```

- Tampilan awal LCD

Pada tahap ini akan tampil identitas alat berupa tulisan “Tugas akhir Incu Analyzer”. Berikut adalah potongan program tampilan awal LCD:

```

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" TUGAS AKHIR ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" INCU ANALYZER ");
delay(5000);
lcd.clear();

```

- Rangkaian tombol

Rangkaian tombol digunakan untuk mengganti tampilan LCD. Terdapat dua tombol yaitu tombol *next* dan *preview*. Berikut adalah potongan program tampilan awal LCD:

```
boolean debounce(boolean last, int pin) {
  boolean current = digitalRead(pin);
  if (last != current)
  {
    delay(5);
    current = digitalRead(pin);
  }
  return current;
}
```

- Terhubung ke *Wi-Fi*

Tahap ini merupakan tahap untuk menghubungkan alat dengan internet/*Wi-Fi*. Pada tahap ini alat akan memeriksa *chip* ESP8266. Jika ESP8266 ditemukan maka lanjut menghubungkan ke *Wi-Fi*, jika jaringan *Wi-Fi* tersedia maka alat akan terhubung ke situs ThingSpeak. Jika tidak terhubung maka alat akan terus melakukan *reconnect*. Berikut adalah potongan program terhubung ke *Wi-Fi*:

```
if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.print("Attempting to connect to SSID: ");
  lcd.setCursor (0, 0);
  lcd.print (" MENGHUBUNGKAN ");
  lcd.setCursor (2, 1);
  lcd.print (" KE SERVER ");
  delay (1000);
  Serial.println(SECRET_SSID);
  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    WiFi.begin(ssid, pass);
  }
}
```

```

Serial.print(".");
delay(1000);
lcd.clear();
Serial.println("\nConnected.");
lcd.setCursor (1, 1);
lcd.print ("TDK TERHUBUNG");
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
  lcd.setCursor (3, 1);
  lcd.print ("TERHUBUNG");
}

```

- Baca input semua sensor

```

sensors.requestTemperatures();
T1 = sensors.getTempCByIndex(0);
lcd.setCursor (0, 0); lcd.print ("T1=");
lcd.setCursor (3, 0); lcd.print (T1);
lcd.write(degreeSymbol);
lcd.print("C");
if (T1 > 36) {
  tone(pinBuzzer, 700);
  delay(500);
}
if (T1 < 36) {
  noTone(pinBuzzer);
}
T2 = sensors.getTempCByIndex(1);
lcd.setCursor (0, 1); lcd.print ("T2=");
lcd.setCursor (3, 1); lcd.print (T2);
lcd.write(degreeSymbol);
lcd.print("C");

```

```
if (T2 > 36) {  
    tone(pinBuzzer, 700);  
    delay(500);  
}  
if (T2 < 36) {  
    noTone(pinBuzzer);  
}  
delay(5000);  
lcd.clear();  
T3 = sensors.getTempCByIndex(2);  
lcd.setCursor (0, 0); lcd.print ("T3=");  
lcd.setCursor (3, 0); lcd.print (T3);  
lcd.write(degreeSymbol);  
lcd.print("C");  
if (T3 > 36) {  
    tone(pinBuzzer, 700);  
    delay(500); }  
if (T3 < 36) {  
    noTone(pinBuzzer);  
}  
T4 = sensors.getTempCByIndex(3);  
lcd.setCursor (0, 1); lcd.print ("T4=");  
lcd.setCursor (3, 1); lcd.print (T4);  
lcd.write(degreeSymbol);  
lcd.print("C");  
if (T4 > 36) {  
    tone(pinBuzzer, 700);  
    delay(500); }  
if (T4 < 36) {  
    noTone(pinBuzzer);  
}  
}
```

```

delay(5000);
lcd.clear();
RH = dht.readHumidity();
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("RH=");
lcd.setCursor(3, 0); lcd.print(RH);
lcd.print("%");
int sensorValue = analogRead(soundSENSOR );
float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);
dB=(23*log10(voltage/0.001));
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("dB=");
lcd.print(dB);
lcd.print("dBA");
Serial.println(dB);
delay(5000);
lcd.clear();

```

- Kirim data ke ThingSpeak

Pengiriman data ke ThingSpeak untuk melihat data pengukuran suhu yang ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik tersebut dapat dilihat pada aplikasi ThingView pada *smartphone* dan *web* ThingSpeak. Berikut adalah potongan program kirim data ke ThingSpeak:

```

ThingSpeak.setField(1, T1);
ThingSpeak.setField(2, T2);
ThingSpeak.setField(3, T3);
ThingSpeak.setField(4, T4);
int x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber,
myWriteAPIKey);
if (x == 200)
{

```



```

Serial.println("Channel update successful.");
}
else {
Serial.println("Problem updating channel.HTTP error code" +
String(x));
}

```

4.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan memasukan *incubator analyzer* ke dalam *box* kaca seperti pada gambar di bawah ini. *Box* kaca digunakan sebagai pengganti inkubator. *Box* kaca tersebut diberi lampu dan rangkaian dimmer lalu dipanaskan selama beberapa saat. Setelah itu baru alat *incubator analyzer* dinyalakan dan mulai mendeteksi masing-masing parameter. Gambar sebelah kiri menunjukkan gambar *incubator analyzer* sebelum lampu menyala dan gambar sebelah kanan menunjukkan gambar *incubator analyzer* yang sudah dilengkapi dengan lampu pijar.



Gambar 4.11 Foto Pengujian Parameter dengan Lampu dan Rangkaian *Dimmer*

4.5.1 Pengujian Parameter Suhu

Pengujian parameter suhu dilakukan untuk membuktikan bahwa sensor suhu dapat mendeteksi suhu pada empat titik pengukuran dengan baik. Hasil pengukuran parameter suhu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Parameter Suhu

Banyaknya Percobaan	Hasil pengukuran <i>incu analyzer</i> (°C)				Hasil Pengukuran <i>Environment Meter</i> (°C)
	T1	T2	T3	T4	
1	31,94	31,94	31,81	31,75	30,7
2	31,81	31,75	31,88	31,81	30,8
3	31,81	31,69	31,88	31,81	30,7

• Analisis Data Pada Alat Ukur Standar (\bar{x}_T)

$$\begin{aligned} \bar{x}_T &= \frac{HP1+HP2+HP3}{3} \\ &= \frac{30,7+30,8+30,7}{3} \\ &= \frac{92,2}{3} \\ &= 30,73^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Dari data pengukuran alat ukur standar, didapatkan rata-rata pengukurannya sebesar 30,73°C

• Analisis Data Pada T1

Tabel 4.5 Analisis Data Parameter Suhu T1

Rata-rata \bar{x}	$\begin{aligned} \bar{x}_{T1} &= \frac{HP1+HP2+HP3}{3} \\ &= \frac{31,9+3,81+31,81}{3} \\ &= \frac{95,56}{3} \\ &= 31,85^\circ\text{C} \end{aligned}$
Nilai Koreksi	$\begin{aligned} &= \bar{x}_T - \bar{x}_{T1} \\ &= 30,73 - 31,85 \\ &= 1,12^\circ\text{C} \end{aligned}$

Penyimpangan	$= \left \frac{\bar{x}_T - \bar{x}_{T1}}{\bar{x}_T} \times 100\% \right $ $= \left \frac{30,73 - 31,85}{30,73} \times 100\% \right $ $= 3,64\%$
Nilai Akurasi	$= 100\% - \text{Penyimpangan}$ $= 100\% - 3,64\%$ $= 96,36\%$
Standar Deviasi	$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x (HPI - \bar{x})^2}$ $= \sqrt{\frac{1}{3-1} \sum_{i=1}^3 x (31,94 - 31,85)^2}$ $= 0,000405$ $= 0,041$

- **Analisis Data Pada T2**

Tabel 4.6 Analisis Data Parameter Suhu T2

Rata-rata \bar{x}	$(\bar{x}_{T2}) = \frac{HP1+HP2+HP3}{3}$ $= \frac{31,94+31,75+31,69}{3}$ $= \frac{95,38}{3}$ $= 31,79^\circ\text{C}$
Nilai Koreksi	$= \bar{x}_T - \bar{x}_{T2} $ $= 30,73 - 31,79 $ $= 0,06^\circ\text{C}$
Penyimpangan	$= \left \frac{\bar{x}_T - \bar{x}_{T2}}{\bar{x}_T} \times 100\% \right $ $= \left \frac{30,73 - 31,79}{30,73} \times 100\% \right $ $= 3,44\%$

Nilai Akurasi	$= 100\% - \text{Penyimpangan}$ $= 100\% - 3,44\%$ $= 96,56\%$
Standar Deviasi	$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x (HPI - \bar{x})^2}$ $= \sqrt{\frac{1}{3-1} \sum_{i=1}^3 x (31,94 - 31,79)^2}$ $= 0,01$

• **Analisis Data Pada T3**

Tabel 4.7 Analisis Data Parameter Suhu T3

Rata-rata \bar{x}	$(\bar{x}_{T3}) = \frac{HP1+HP2+HP3}{3}$ $= \frac{31,81+31,88+31,88}{3}$ $= \frac{95,57}{3}$ $= 31,86^{\circ}\text{C}$
Nilai Koreksi	$= x_T - \bar{x}_{T3} $ $= 30,73 - 31,86 $ $= 1,13^{\circ}\text{C}$
Penyimpangan	$= \left \frac{\bar{x}_T - \bar{x}_{T3}}{\bar{x}_T} \times 100\% \right $ $= \left \frac{30,73 - 31,86}{30,73} \times 100\% \right $ $= 3,67\%$
Nilai Akurasi	$= 100\% - \text{Penyimpangan}$ $= 100\% - 3,67\%$ $= 96,33\%$
Standar Deviasi	$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x (HPI - \bar{x})^2}$ $= \sqrt{\frac{1}{3-1} \sum_{i=1}^3 x (31,81 - 31,86)^2}$

	= 0,001
--	---------

- **Analisis Data Pada T4**

Tabel 4.8 Analisis Data Parameter Suhu T4

Rata-rata \bar{x}	$(\bar{x}_{T4}) = \frac{HP1+HP2+HP3}{3}$ $= \frac{31,75+31,81+31,81}{3}$ $= \frac{95,37}{3}$ $= 31,79^{\circ}\text{C}$
Nilai Koreksi	$= \bar{x}_T - \bar{x}_{T4} $ $= 30,73 - 31,79 $ $= 1,13^{\circ}\text{C}$
Penyimpangan	$= \left \frac{\bar{x}_T - \bar{x}_{T4}}{\bar{x}_T} \times 100\% \right $ $= \left \frac{30,73 - 31,79}{30,73} \times 100\% \right $ $= 3,44\%$
Nilai Akurasi	$= 100\% - \text{Penyimpangan}$ $= 100\% - 3,44\%$ $= 96,56\%$
Standar Deviasi	$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x (HPI - \bar{x})^2}$ $= \sqrt{\frac{1}{3-1} \sum_{i=1}^3 x (31,75 - 31,79)^2}$ $= 0,008$

Pada pengujian parameter suhu, empat buah sensor suhu T1-T4 masing-masing ditempelkan pada setiap sudut box kaca menggunakan isolasi. Setelah sensor dipasang, alat dinyalakan dengan menekan saklar *on off*, kemudian mikrokontroler mulai melakukan inisialisasi. Hasilnya dapat dilihat pada LCD berupa data hasil pembacaan sensor suhu, selain

itu juga hasilnya dapat berupa grafik suhu secara *realtime* dan ditampilkan pada situs ThingSpeak. Grafik suhu yang ditampilkan disertai waktu karena bersifat *realtime*. Kita dapat melihat nilai suhu naik dan turun sesuai dengan kondisi suhu pada saat tersebut. Semua orang dapat mengakses dan melihat grafik apabila memiliki *channel ID*. *Channel ID* tersebut hanya dimiliki oleh penulis selaku pemilik akun ThingSpeak.

4.5.2 Pengujian Parameter Kelembapan

Pengujian parameter kelembapan dilakukan untuk membuktikan bahwa sensor kelembapan dapat mendeteksi kelembapan pada inkubator. Hasil pengukuran parameter kelembapan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Parameter Kelembapan

Titik Pengukuran	Hasil pengukuran <i>incu analyzer</i> (%RH)			Hasil pengukuran <i>hygrometer</i> (%RH)		
	1	2	3	1	2	3
RH	40,80	49,20	42,00	52,6	55,4	54,0

Pada pengujian parameter kelembapan, sensor kelembapan dimunculkan keluar dan ditempelkan pada alat. Ketika alat dinyalakan, sensor DHT22 akan langsung mendeteksi nilai kelembapan di dalam *box*.

- **Analisis Data Parameter Kelembapan**

Tabel 4.10 Analisis Data Parameter Kelembapan

Rata-rata (\bar{x}) alat <i>Environment Meter</i>	$(\bar{x}_2) = \frac{HP1+HP2+HP3}{3}$ $= \frac{52,6+55,4+54,0}{3}$ $= \frac{162}{3}$ $= 54\%$
Rata-rata (\bar{x}) alat <i>Incubator Analyzer</i>	$(\bar{x}_1) = \frac{HP1+HP2+HP3}{3}$ $= \frac{40,80+49,20+42,0}{3}$

	$= \frac{132}{3}$ $= 44\%$
Nilai Koreksi	$= \bar{x}_2 - \bar{x}_1 $ $= 54 - 44 $ $= 10\%$
Penyimpangan	$= \left \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\bar{x}_2} \times 100\% \right $ $= \left \frac{54-44}{54} \times 100\% \right $ $= 18,51\%$
Nilai Akurasi	$= 100\% - \text{Penyimpangan}$ $= 100\% - 18,51\%$ $= 81,49\%$
Standar Deviasi	$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x (HPI - \bar{x})^2}$ $= \sqrt{\frac{1}{3-1} \sum_{i=1}^3 x (40,80 - 44)^2}$ $= 5,12$

4.5.3 Pengujian Parameter Kebisingan

Pengujian parameter kebisingan dilakukan untuk membuktikan bahwa sensor kebisingan dapat mendeteksi kebisingan dalam inkubator. Hasil pengukuran parameter kebisingan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Parameter Kebisingan

Titik Pengukuran	Hasil pengukuran <i>incu analyzer</i> (dBA)			Hasil pengukuran <i>environment meter</i> (dBA)		
	1	2	3	1	2	3
dB	69,99	64,24	64,77	62,8	63,3	62,8

- Analisis Data Parameter Kebisingan

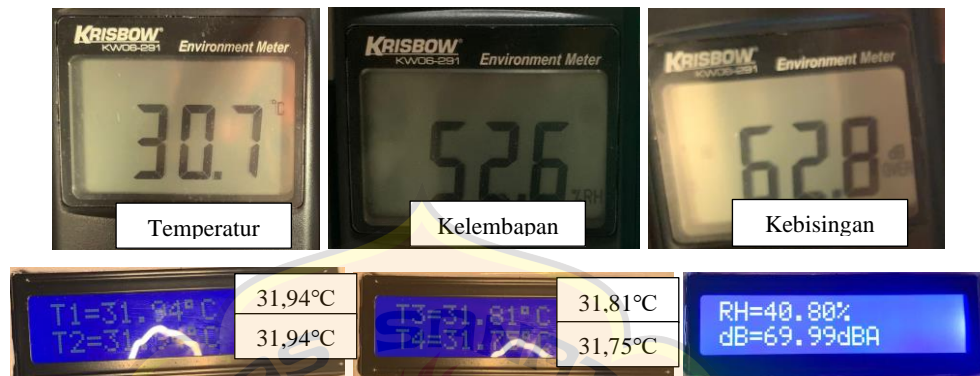
Tabel 4.12 Analisis Data Parameter Kebisingan

Rata-rata (\bar{x}) alat <i>Environment Meter</i>	$(\bar{x}_2) = \frac{HP1+HP2+HP3}{3}$ $= \frac{62,8+63,3+62,8}{3}$ $= \frac{188,9}{3}$ $= 62,96 \text{ dB}$
Rata-rata (\bar{x}) alat <i>Incubator Analyzer</i>	$(\bar{x}_1) = \frac{HP1+HP2+HP3}{3}$ $= \frac{69,99+64,24+64,77}{3}$ $= \frac{199}{3}$ $= 66,33 \text{ dB}$
Nilai Koreksi	$= \bar{x}_2 - \bar{x}_1 $ $= 62,96 - 66,33 $ $= 3,37 \text{ dB}$
Penyimpangan	$= \left \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\bar{x}_2} \times 100\% \right $ $= \left \frac{62,96 - 66,33}{62,96} \times 100\% \right $ $= 5,35\%$
Nilai Akurasi	$= 100\% - \text{Penyimpangan}$ $= 100\% - 5,35\%$ $= 94,65\%$
Standar Deviasi	$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x (HPI - \bar{x})^2}$ $= \sqrt{\frac{1}{3-1} \sum_{i=1}^3 x (69,99 - 66,33)^2}$ $= 6,69$

4.5.4 Gambar Hasil Pengujian Parameter

Berikut adalah gambar hasil pengujian parameter yang dibandingkan dengan alat ukur *environment meter*:

A. Hasil Pengujian Pertama:

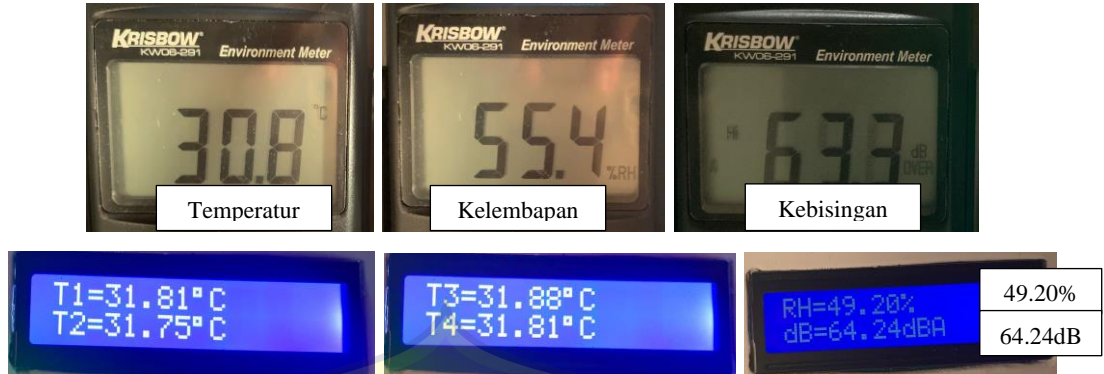


Gambar 4.12 Hasil Pengujian Pertama Parameter *Incubator Analyzer*

Dari hasil pengukuran yang ada, didapatkan selisih pada T1=1,24°C; T2=1,24°C; T3=1,11°C; dan T4=1,05°C. Hasil pengukuran *Incu analyzer* cenderung lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar *Environment meter*.

Dari hasil pengukuran parameter kelembaban, diperoleh selisih antara alat ukur standar dengan *incu analyzer* sebesar 11,8%. Hasil pada *incu analyzer* lebih rendah dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar *environment meter*. Untuk pengukuran parameter kebisingan, diperoleh selisih antara alat ukur standar dengan *incu analyzer* sebesar 4,19 dB. Hasil pada *incu analyzer* lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar *environment meter*.

B. Hasil Pengujian Parameter Kedua:



Gambar 4.13 Hasil Pengujian Kedua Parameter Rancang Bangun *Incubator Analyzer*

Dari hasil pengukuran yang ada, didapatkan selisih pada $T1=1,01^{\circ}\text{C}$; $T2=0,95^{\circ}\text{C}$; $T3=1,08^{\circ}\text{C}$; dan $T4=1,01^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran incu analyzer cenderung lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar Environment meter.

Dari hasil pengukuran parameter kelembaban, diperoleh selisih antara alat ukur standar dengan incu analyzer sebesar 6,2%. Hasil pada incu analyzer lebih rendah dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar Environment meter. Untuk pengukuran parameter kebisingan, diperoleh selisih antara alat ukur standar dengan incu analyzer sebesar 0,91 dB. Hasil pada incu analyzer lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar Environment meter.

C. Hasil Pengujian Parameter Ketiga



Gambar 4.14 Hasil Pengujian Kedua Parameter Rancang Bangun *Incubator Analyzer*

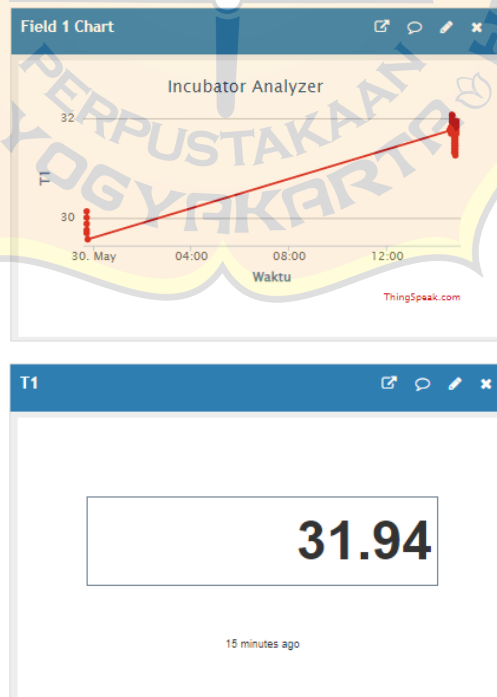
Dari hasil pengukuran yang ada, didapatkan selisih pada $T1=1,11^{\circ}\text{C}$; $T2=0,99^{\circ}\text{C}$; $T3=1,18^{\circ}\text{C}$; dan $T4=1,11^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran *incu analyzer* cenderung lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar *environment meter*.

Dari hasil pengukuran parameter kelembaban, diperoleh selisih antara alat ukur standar dengan *incu analyzer* sebesar 13,11%. Hasil pada *incu analyzer* lebih rendah dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar *Environment meter*. Untuk pengukuran parameter kebisingan, diperoleh selisih antara alat ukur standar dengan *incu analyzer* sebesar 1,97 dB. Hasil pada *incu analyzer* lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran alat ukur standar *Environment meter*.

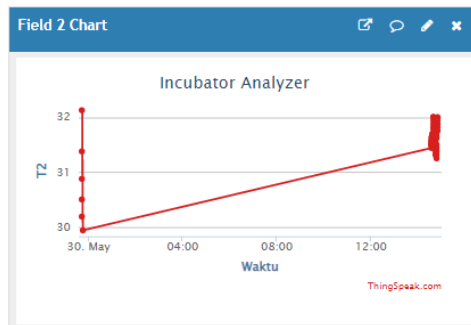
4.5.5 Tampilan Grafik Suhu *Realtime* pada situs ThingSpeak

Setelah menampilkan data hasil pengukuran masing-masing parameter pada LCD, selanjutnya akan ditampilkan grafik suhu secara *realtime* pada situs ThingSpeak. Berikut gambar grafik suhu *realtime* pada situs ThingSpeak:

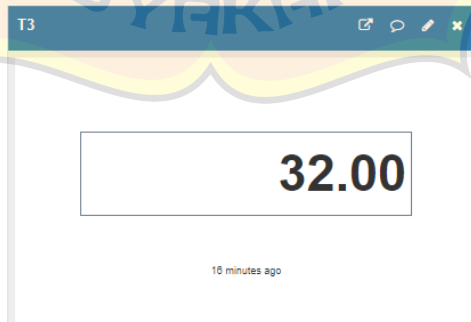
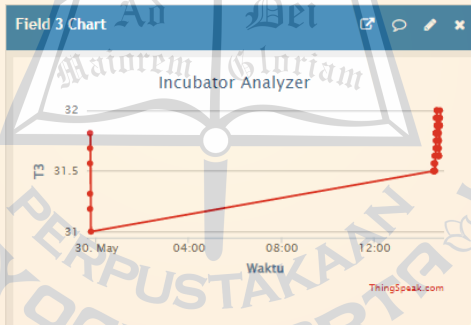
A. Tampilan Grafik Suhu Pada *Website* ThingSpeak



Gambar 4.15 Grafik Pada Sensor Suhu T1



Gambar 4.16 Grafik Pada Sensor Suhu T2

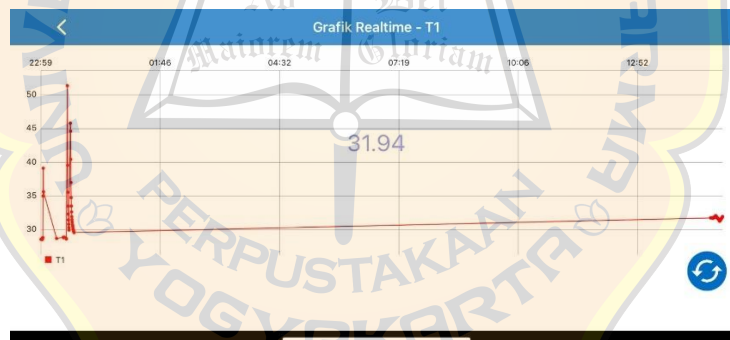


Gambar 4.17 Grafik Pada Sensor Suhu T3

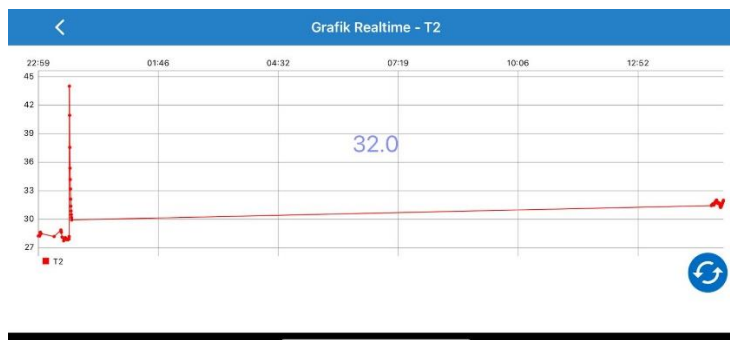


Gambar 4.18 Grafik Pada Sensor Suhu T4

B. Tampilan Grafik Suhu Pada *Smartphone*



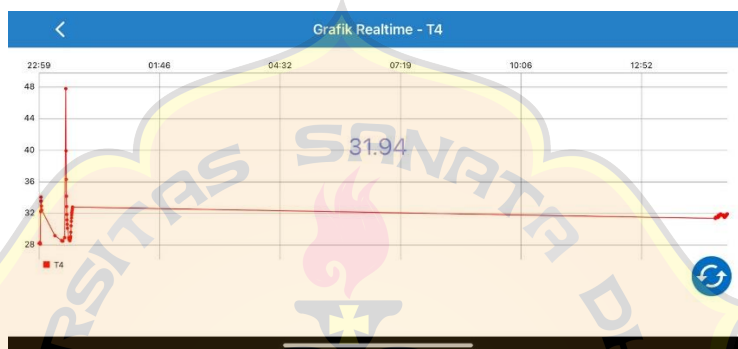
Gambar 4.19 Grafik Sensor Suhu T1 Pada *Smartphone*



Gambar 4.20 Grafik Sensor Suhu T2 Pada *Smartphone*



Gambar 4.21 Grafik Sensor Suhu T3 pada *Smartphone*



Gambar 4.22 Grafik Sensor Suhu T4 Pada *Smartphone*

C. Data Real Hasil Pengukuran

Saat grafik ditampilkan maka data hasil pengukuran suhu dapat diunduh dan akan masuk ke *excel*. Data ini merupakan file hasil pengukuran yang dapat diunduh pada situs *ThingSpeak*. Berikut data real time dari pengukuran parameter suhu:

	B	C	D	E	F	G	H	I
	Description	type4	updated-at	entry	T1	T2	T3	T4
1								
2	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	975	28,5625	28,25	28,6875	28,1875
3	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	976	28,625	28,25	28,75	28,3125
4	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	977	28,625	28,25	28,75	28,25
5	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	978	28,5625	28,25	28,6875	28,25
6	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	979	28,5625	28,25	28,6875	28,125
7	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	980	28,5625	28,3125	28,6875	32,25
8	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	981	28,8125	28,625	29	33,5625
9	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	982	28,8125	28,5	28,875	34,0625
10	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	983	35	28,625	28,75	33,5625
11	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	984	39,125	28,5	28,75	32,9375
12	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	985	35,625	28,5	28,6875	32,4375
13	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	986	28,6875	28,1875	28,25	29,1875
14	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	987	28,875	28,875	28,0625	28,5625
15	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	988	28,8125	28,75	28,125	28,5625
16	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	989	28,8125	28,625	28,1875	28,5
17	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	990	28,875	28,125	28,25	28,5
18	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	991	28,6875	27,75	28,4375	28,9375
19	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	992	28,625	27,875	28,4375	28,9375
20	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	993	51,375	28	28,4375	47,8125
21	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	994	39,5625	28,0625	28,4375	39,9375
22	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	995	35,5625	28,0625	28,5	36,3125
23	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	996	33,5	28	28,4375	34,1875
24	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	997	32,3125	28	28,4375	32,875
25	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	998	31,4375	27,9375	28,375	31,875
26	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	999	30,8125	27,9375	28,375	31,1875
27	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1000	30,3125	27,875	28,375	30,625
28	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1001	29,9375	27,875	28,375	30,125
29	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1002	45,8125	27,875	28,5	28,9375
30	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1003	44,625	27,875	28,5	28,8125
31	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1004	40,4375	27,875	28,4375	28,6875

Gambar 4.23 Data *Real* Hasil Pengukuran Suhu pada Alat Standar Lembar 1

	Description	type4	updated-at	entry-i	T1	T2	T3	T4
32	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1005	37	27,9375	28,4375	28,625
33	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1006	34,75	27,9375	28,4375	28,5625
34	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1007	33,5	27,9375	28,4375	28,5625
35	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1008	32,625	28,1875	28,5	28,75
36	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1009	31,9375	44	28,6875	28,875
37	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1010	31,5	40,9375	28,875	28,9375
38	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1011	31,125	37,5625	29	29,0625
39	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1012	30,75	35,375	29,125	29,625
40	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1013	30,625	34,1875	29,25	30,4375
41	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1014	30,4375	33,1875	29,375	31
42	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1015	30,125	32,125	31,8125	31,4375
43	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1016	30	31,375	31,6875	31,8125
44	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1017	29,875	30,875	31,5625	32,125
45	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1018	29,75	30,5	31,3125	32,375
46	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1019	29,6875	30,1875	31,1875	32,625
47	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1020	29,5625	29,9375	31	32,8125
48	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1021	31,75	31,4375	31,5	31,375
49	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1022	31,75	31,5	31,5	31,5
50	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1023	31,75	31,5	31,5	31,4375
51	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1024	31,75	31,5	31,5	31,5
52	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1025	31,75	31,5	31,5	31,5
53	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1026	31,75	31,5625	31,5625	31,5
54	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1027	31,75	31,5625	31,5625	31,5
55	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1028	31,75	31,625	31,5	31,5
56	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1029	31,75	31,5625	31,5	31,5
57	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1030	31,75	31,5	31,5	31,5
58	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1031	31,6875	31,5625	31,5625	31,5
59	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1032	31,75	31,5	31,5625	31,5
60	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1033	31,75	31,625	31,625	31,5
61	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1034	31,8125	31,6875	31,625	31,75
62	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1035	31,8125	31,6875	31,6875	31,5625

Gambar 4.24 Data Real Hasil Pengukuran Suhu pada Alat Standar Lembar 2

	Description	type4	updated-at	entry-j	T1	T2	T3	T4
71	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1044	32,0625	32	32	31,9375
72	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1045	31,9375	31,8125	31,9375	31,8125
73	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1046	31,8125	31,75	31,875	31,8125
74	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1047	31,8125	31,6875	31,875	31,8125
75	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1048	31,8125	31,6875	31,875	31,8125
76	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1049	31,75	31,6875	31,9375	31,8125
77	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1050	31,6875	31,6875	31,9375	31,8125
78	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1051	31,6875	31,75	31,9375	31,8125
79	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1052	31,6875	31,6875	31,9375	31,8125
80	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1053	31,625	31,6875	31,9375	31,8125
81	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1054	31,625	31,6875	31,875	31,8125
82	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1055	31,5625	31,625	31,875	31,8125
83	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1056	31,5	31,625	31,8125	31,75
84	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1057	31,4375	31,5625	31,75	31,6875
85	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1058	31,375	31,4375	31,6875	31,625
86	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1059	31,3125	31,375	31,625	31,5625
87	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1060	31,3125	31,3125	31,625	31,5625
88	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1061	31,25	31,25	31,625	31,5
89	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1062	31,3125	31,3125	31,625	31,5
90	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1063	31,375	31,375	31,625	31,5625
91	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1064	31,4375	31,375	31,625	31,5625
92	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1065	31,4375	31,4375	31,6875	31,625
93	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1066	31,5	31,5	31,75	31,625
94	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1067	31,5625	31,625	31,75	31,6875
95	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1068	31,625	31,625	31,8125	31,75
96	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1069	31,6875	31,6875	31,875	31,75
97	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1070	31,6875	31,75	31,875	31,8125
98	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1071	31,75	31,8125	31,875	31,8125
99	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1072	31,8125	31,875	31,9375	31,875
100	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1073	31,875	31,9375	31,9375	31,9375
101	Incubator Analyzer	dateTime	2022-05-29T23:12:47Z	1074	31,9375	32	32	31,9375

Gambar 4.25 Data Real Hasil Pengukuran Suhu pada Alat Standar Lembar 3

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisis data keseluruhan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancang bangun inkubator analyzer yang dibuat belum sepenuhnya sesuai dengan perencanaan di bab 3 karena sensor kebisingan tidak dapat ditampilkan nilainya dalam dB
2. Hasil pengukuran berupa grafik suhu secara *realtime* dapat ditampilkan pada situs *ThingSpeak* di *smartphone*
3. Nilai koreksi pengukuran masing-masing parameter pada rancang bangun *incubator analyzer* dibandingkan dengan hasil alat ukur standar adalah sebagai berikut:

- Suhu T1 = 1.12°C
- Suhu T2 = 0.06°C
- Suhu T3 = 1.13°C
- Suhu T4 = 1.13°C
- Kelembapan = 10%
- Kebisingan = 3.37 dB

4. Nilai penyimpangan pengukuran masing-masing parameter pada rancang bangun *incubator analyzer* dibandingkan dengan hasil alat ukur standar adalah sebagai berikut:

- Suhu T1 = 3.64%;
- Suhu T2 = 3.34%
- Suhu T3 = 3.76%
- Suhu T4 = 3.44%
- Kelembapan = 18.51%
- Kebisingan = 5.35%

5. Nilai akurasi pengukuran masing-masing parameter pada rancang bangun *incubator analyzer* dibandingkan dengan alat ukur standar adalah sebagai berikut:

- Suhu T1 = 96.36%
- Suhu T2 = 96.56%
- Suhu T3 = 96.33%
- Suhu T4 = 96.56%
- Kelembapan = 81.49%
- Kebisingan = 94.56%

5.2 Saran

Setelah membuat alat inkubator *analyzer* menggunakan mikrokontroler Wemos D1 dilengkapi dengan tampilan grafik secara *realtime* berbasis *Internet of Things* ini, Penulis menyarankan untuk melakukan beberapa perbaikan dan pengembangan seperti:

- Alat bisa dibuat secara portable dengan menggunakan baterai 9V
- Pembetulan program pada parameter kebisingan
- Penambahan parameter aliran udara

DAFTAR PUSTAKA

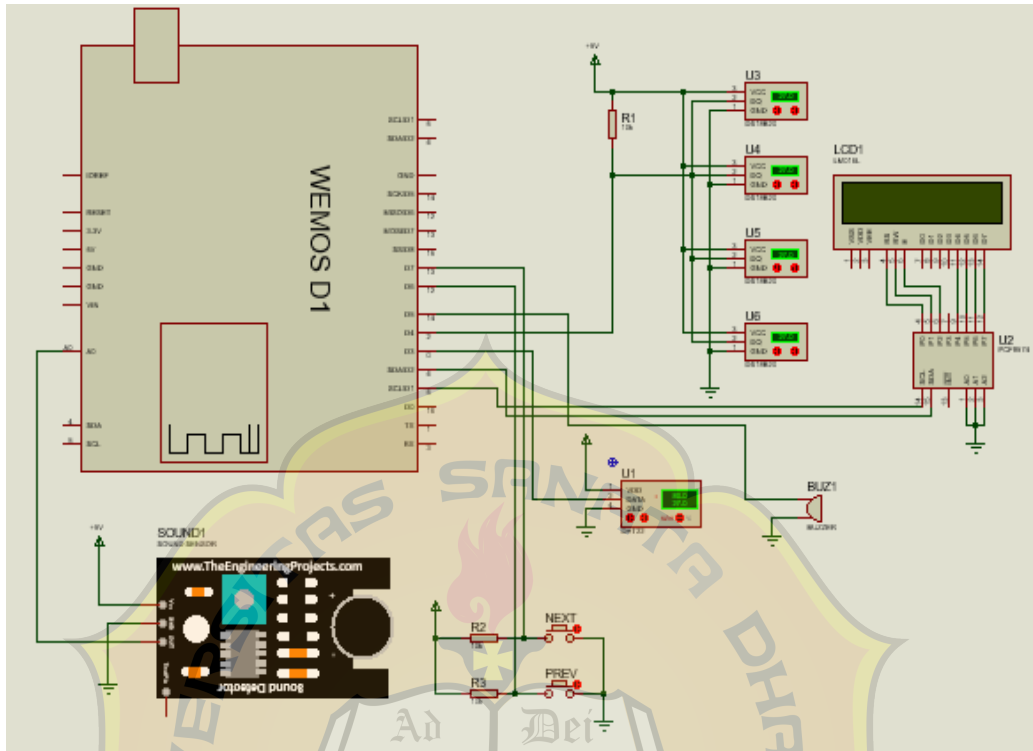
- [1] H. D. Shanti and B. Santoso, "BKKBN: Bayi prematur jadi tantangan stunting secara nasional," 2022. [Online]. Available: <https://www.antaranews.com/berita/2800869/bkkbn-bayi-prematur-jadi-tantangan-stunting-secara-nasional#mobile-nav>. [Accessed 30 Mei 2022].
- [2] Kementerian Kesehatan RI. "Laporan Nasional Riskesdas 2018," Kementerian Kesehatan RI, Jakarta, 2018.
- [3] Kementerian Kesehatan RI. "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2015 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan," Kementerian Kesehatan RI, Jakarta, 2015.
- [4] Abdullah., Chollis. and M. Zainul Haq, "Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Camera Tracking," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 86-92, 2021.
- [5] A. Surasmi, S. Handayani and H. N. Kusuma, *Perawatan Bayi Risiko Tinggi*, Jakarta: EGC, 2003.
- [6] I. Pantiawati, *Asuhan Kebidanan 1 (Kehamilan)*, Yogyakarta: Nuha Medika, 2012.
- [7] H. Nurlaila, R. Shoufiah and S. Hazanah, "Hubungan Pelaksanaan Perawatan Metode Kanguru (PMK) Dengan Kejadian Hipotermi Pada Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR)," *Husada Mahakam*, vol. I, pp. 452-522, 2015.
- [8] A. Proverawati and C. Ismawati, *Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) : Plus Asuhan pada Materi Pijat Bayi*, 2 ed., Yogyakarta: Nuha Medika, 2014.
- [9] L. Juall and M. Carpenito, *Buku Saku Diagnosis Keperawatan*, Jakarta: EGC, 2007.
- [10] Kementerian Kesehatan RI. "Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 118/MENKES/SK/IV/2014 Tentang Kompendium Alat Kesehatan," Kementerian Kesehatan RI, Jakarta, 2014.

- [11] Catur, I. Adi and Y. , "Optimalisasi Kelembaban Udara Pada Tabung Baby Incubator Melalui Integrasi Pengendalian Temperatur dan Kelembaban," Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2007.
- [12] A. W. Burange. and H. D. Misalkar. , "Review of Internet of Things in Development of Smart Cities," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, 2015.
- [13] Chwalisz. *Thingspeak Documentation*, S.L: Thingspeak, 2016.
- [14] M. Syahwill, Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino, Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2013.
- [15] A. B. Santoso, M. and S. , "Pembuatan Otomasi Pengaturan Kereta Api, Pengereman dan Palang Pintu Pada Rel Kereta Api Mainan Berbasis Mikrokontroler," *FEMA*, vol. 1, no. 1, pp. 16-23, 2013.
- [16] I. Jaelani, S. R. U. A. Sompie and D. J. Mamahit, "Rancang Bangun Rumah Pintar Otomatis Berbasis Sensor Suhu, Sensor Cahaya, dan Sensor Hujan. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer1*, vol. 5, no. 1, pp. 1-10, 2015.
- [17] U. Sekaran and R. Bougie, *Research Method for Business: A skill Building Approach, Seventh Edition*, 7 ed., New York, US: John Wiley & Sons, 2016.
- [18] Badan Standardisasi Nasional. Implementasi SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi, Jakarta: BSN, 2018.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Rangkaian Skematik Sistem



Lampiran 2. Skrip Program

```

#include "ThingSpeak.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define SECRET_SSID "XXXX" //replace MySSID with your WiFi
network name
#define SECRET_PASS "XXXX" //replace MyPassword with your
WiFi password replace XYZ with your channel write API Key
#define SECRET_CH_ID YYYYYYY // replace YYYYYYY with your
channel number
#define SECRET_WRITE_APIKEY "W5WII8G228Y4KRW7" // replace
XYZ with your channel write API
#define DHTPIN 0
#define DHTTYPE DHT22
// DHT22 sensor is used
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
float RH; // Initialize DHT library
#define ONE_WIRE_BUS 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
float T1;
float T2;
float T3;
float T4;
#define soundSENSOR A0
float dB;

```

```
int pinBuzzer = 14;
const byte degreeSymbol(B11011111);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
char ssid[] = SECRET_SSID; // your network SSID (name)
char pass[] = SECRET_PASS; // your network password
int keyIndex = 0; // your network key Index number (needed
only for WEP)
WiFiClient client; // Emulate Serial1 on pins 6/7 if not
present
#ifndef HAVE_HWSERIAL1
#define ESP_BAUDRATE 19200
#else
#define ESP_BAUDRATE 115200
unsigned long myChannelNumber = SECRET_CH_ID;
const char * myWriteAPIKey = SECRET_WRITE_APIKEY;
void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" TUGAS AKHIR ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" INCU ANALYZER ");
  delay(5000);
  lcd.clear();
  dht.begin();
  sensors.begin();
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial) {}
  Serial.print("Searching for ESP8266...");
```

```
if (WiFi.status() == WL_NO_SHIELD) {
    Serial.print("WiFi shield not present");    // don't
continue
    while (true);
}
Serial.println("found it!");
ThingSpeak.begin(client);
}
boolean debounce(boolean last, int pin) {
    boolean current = digitalRead(pin);
    if (last != current)
    {
        delay(5);
        current = digitalRead(pin);
    }
    return current;
}
void loop() {
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        Serial.print("Attempting to connect to SSID: ");
        lcd.setCursor (0, 0);
        lcd.print (" MENGHUBUNGAN ");
        lcd.setCursor (2, 1);
        lcd.print (" KE SERVER ");
        delay (1000);
        Serial.println(SECRET_SSID);
        if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
            WiFi.begin(ssid, pass);
            Serial.print(".");
            delay(1000);
        }
    }
}
```

```
lcd.clear();
Serial.println("\nConnected.");
lcd.setCursor (1, 1);
lcd.print ("TDK TERHUBUNG");
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    lcd.setCursor (3, 1);
    lcd.print ("TERHUBUNG");
}
}
delay (1000);
lcd.clear();
}
sensors.requestTemperatures();
T1 = sensors.getTempCByIndex(0);
lcd.setCursor (0, 0); lcd.print ("T1=");
lcd.setCursor (3, 0); lcd.print (T1);
lcd.write(degreeSymbol);
lcd.print("C");
if (T1 > 36) {
    tone(pinBuzzer, 700);
    delay(500);
}
if (T1 < 36) {
    noTone(pinBuzzer);
}
T2 = sensors.getTempCByIndex(1);
lcd.setCursor (0, 1); lcd.print ("T2=");
lcd.setCursor (3, 1); lcd.print (T2);
lcd.write(degreeSymbol);
lcd.print("C");
```

```
if (T2 > 36) {
    tone(pinBuzzer, 700);
    delay(500);
}
if (T2 < 36) {
    noTone(pinBuzzer);
}
delay(5000);
lcd.clear();
T3 = sensors.getTempCByIndex(2);
lcd.setCursor (0, 0); lcd.print ("T3=");
lcd.setCursor (3, 0); lcd.print (T3);
lcd.write(degreeSymbol);
lcd.print("C");
if (T3 > 36) {
    tone(pinBuzzer, 700);
    delay(500);
}
if (T3 < 36) {
    noTone(pinBuzzer);
}
T4 = sensors.getTempCByIndex(3);
lcd.setCursor (0, 1); lcd.print ("T4=");
lcd.setCursor (3, 1); lcd.print (T4);
lcd.write(degreeSymbol);
lcd.print("C");
if (T4 > 36) {
    tone(pinBuzzer, 700);
    delay(500);
}
```



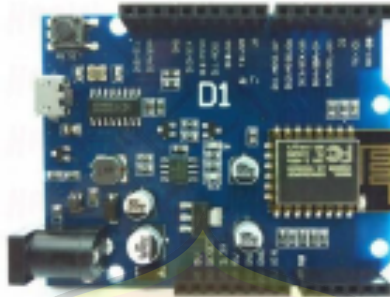
```
if (T4 < 36) {
    noTone(pinBuzzer);
}
delay(5000);
lcd.clear();
RH = dht.readHumidity();
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("RH=");
lcd.setCursor(3, 0); lcd.print(RH);
lcd.print("%");
int sensorValue = analogRead(soundSENSOR );
float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);
dB=(23*log10(voltage/0.001));
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("dB=");
Serial.print("dB=");
lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print(dB);
lcd.print("dBA");
Serial.println(dB);
delay(5000);
lcd.clear();
ThingSpeak.setField(1, T1);
ThingSpeak.setField(2, T2);
ThingSpeak.setField(3, T3);
ThingSpeak.setField(4, T4);
int x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber,
myWriteAPIKey);
if (x == 200)
{
    Serial.println("Channel update successful.");
}
```

```
}  
else {  
    Serial.println("Problem updating channel.HTTP error  
code" + String(x));  
}
```



Lampiran 3. Datasheet Microcontroller Wemos D1 R2

WEMOS D1 R2 WIFI ESP8266 Shield Arduino Compatible



WeMos-D1R2 is an ESP8266-12 based WiFi enabled microprocessor unit on a Arduino-UNO footprint. That means the board looks and works (in most cases) like an UNO. Apparently several shields, sensors and output devices that are manufactured for the Arduino platform will work on the WeMos-D1R2 with the added advantage of built-in WiFi.

The D1 R2 is a WiFi capable ESP8266EX based development board in the form of the common Arduino UNO board format. This board is compatible with the Arduino IDE and with NodeMCU. The D1 R2 also features an on-board switching power supply which allows you to power the board from a power supply up to 12V.

***Note:** The D1 R2 is a 3.3V device. If you connect it to 5V digital sensors or devices you will need a logic level converter.

Specifications:

- Microcontroller: ESP8266EX
- Operating Voltage: 3.3V
- Digital I/O Pins: 11 (all I/O pins have interrupt/pwm/I2C/one-wire capability, except for D0)
- Analog Input Pins: 1 (3.2V max input)
- Flash Memory: 4MB
- On-Board Switching Power Supply
- Input Voltage Range: 9V to 12V
- Output: 5V at 1A Max
- Board Dimensions: 68.6mm x 53.4mm (2.701" x 2.102") / Long x Wide
- Weight: 21.8g (0.769oz)

Technical specs:

Pin	Function	ESP-8266 Pin
TX	TXD	TXD
RX	RXD	RXD
A0	Analog input, max 3.3V input	A0
D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO, Pull-up	GPIO0
D4	IO, pull-up, BUILTIN_LED	GPIO2
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, pull-down, SS	GPIO15
G	Ground	GND
5V	5V	-
3V3	3.3V	3.3V
RST	Reset	RST

*All IO have interrupt/pwm/DC/one-wire supported (except D0)

Programming:

The D1 R2 has a micro USB for auto programming.
Also you can program it using OTA

Warnings:

All IO is work at 3.3V.

Lampiran 4. Datasheet Sensor DS18B20

Click [here](#) for production status of specific part numbers.

DS18B20

Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer

General Description

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

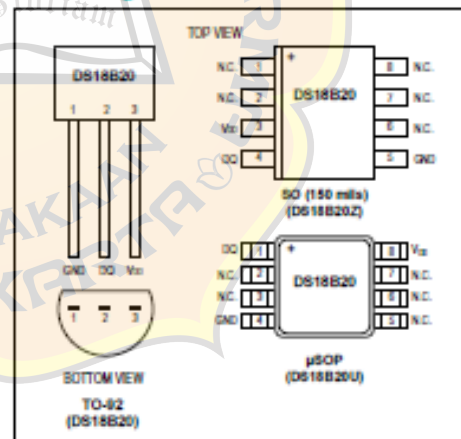
Applications

- Thermostatic Controls
- Industrial Systems
- Consumer Products
- Thermometers
- Thermally Sensitive Systems

Benefits and Features

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
 - Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-67°F to +257°F)
 - ±0.5°C Accuracy from -10°C to +85°C
 - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
 - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
 - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin µSOP, and 3-Pin TO-92 Packages

Pin Configurations



Ordering information appears at end of data sheet.

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

19-7487; Rev 6; 7/19



DS18B20

Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer

Absolute Maximum Ratings

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground.....-0.5V to +6.0V Storage Temperature Range.....-55°C to +125°C
Operating Temperature Range.....-55°C to +125°C Solder Temperature.....Refer to the IPC/JEDEC J-STD-020 Specification.

These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

DC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to $5.5V$)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{DD}	Local power (Note 1)	+3.0		+5.5	V
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasite power (Notes 1, 2)	+3.0		+5.5	V
		Local power	+3.0		V_{DD}	
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C (Note 3)			±0.5	°C
		-30°C to +100°C			±1	
		-55°C to +125°C			±2	
Input Logic-Low	V_{IL}	(Notes 1, 4, 5)	-0.3		+0.8	V
Input Logic-High	V_{IH}	Local power (Notes 1, 5)	+2.2		The lower of 5.5 or $V_{DD} + 0.3$	V
		Parasite power	+3.0			
Sink Current	I_L	$V_{IO} = 0.4V$	4.0			mA
Standby Current	I_{DDS}	(Notes 7, 8)		750	1000	nA
Active Current	I_{DD}	$V_{DD} = 5V$ (Note 9)		1	1.5	mA
DQ Input Current	I_{DQ}	(Note 10)		5		µA
Drift		(Note 11)		±0.2		°C

- Note 1: All voltages are referenced to ground.
- Note 2: The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU} . In order to meet the V_{IH} spec of the DS18B20, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; thus: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.
- Note 3: See typical performance curve in Figure 1. Thermometer Error limits are 3-sigma values.
- Note 4: Logic-low voltages are specified at a sink current of 4mA.
- Note 5: To guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.
- Note 6: Logic-high voltages are specified at a source current of 1mA.
- Note 7: Standby current specified up to +70°C. Standby current typically is 3µA at +125°C.
- Note 8: To minimize I_{DDS} , DQ should be within the following ranges: $GND \leq DQ \leq GND + 0.3V$ or $V_{DD} - 0.3V \leq DQ \leq V_{DD}$.
- Note 9: Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.
- Note 10: DQ line is high ("high-Z" state).
- Note 11: Drift data is based on a 1000-hour stress test at +125°C with $V_{DD} = 5.5V$.

Lampiran 5. Datasheet Sensor DHT22



Standard AM2302/DHT22



AM2302/DHT22 with big case and wires

Digital relative humidity & temperature sensor AM2302/DHT22

1. Feature & Application:

- *High precision
- *Capacitive type
- *Full range temperature compensated
- *Relative humidity and temperature measurement
- *Calibrated digital signal
- *Outstanding long-term stability
- *Extra components not needed
- *Long transmission distance, up to 100 meters
- *Low power consumption
- *4 pins packaged and fully interchangeable

2. Description:

AM2302 output calibrated digital signal. It applies exclusive digital-signal-collecting-technique and humidity sensing technology, assuring its reliability and stability. Its sensing elements is connected with 8-bit single-chip computer.

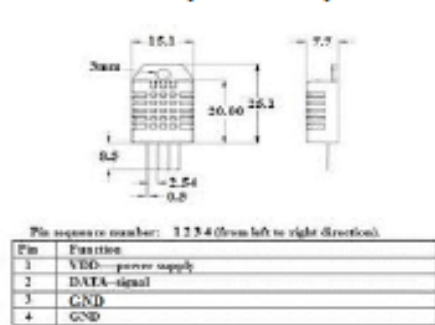
Every sensor of this model is temperature compensated and calibrated in accurate calibration chamber and the calibration-coefficient is saved in type of programme in OTP memory, when the sensor is detecting, it will cite coefficient from memory.

Small size & low consumption & long transmission distance(100m) enable AM2302 to be suited in all kinds of harsh application occasions. Single-row packaged with four pins, making the connection very convenient.

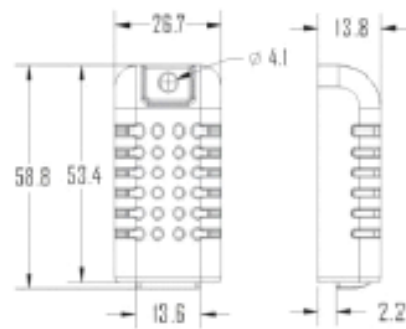
3. Technical Specification:

Model	AM2302	
Power supply	3.3-5.5V DC	
Output signal	digital signal via 1-wire bus	
Sensing element	Polymer humidity capacitor	
Operating range	humidity 0-100%RH;	temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity ±2%RH (Max ±5%RH); temperature ±0.5Celsius	
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH;	temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity ±1%RH;	temperature ±0.2Celsius
Humidity hysteresis	±0.3%RH	
Long-term Stability	±0.5%RH/year	
Interchangeability	fully interchangeable	

4. Dimensions: (unit—mm)



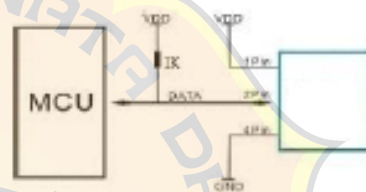
Standard AM2302's dimensions as above



Big case's dimensions as above

**Red wire—power supply, Black wire—GND
Yellow wire—Data output**

5. Electrical connection diagram:



6. Operating specifications:

(1) Power and Pins

Power's voltage should be 3.3-5.5V DC. When power is supplied to sensor, don't send any instruction to the sensor within one second to pass unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for wave filtering.

(2) Communication and signal

1-wire bus is used for communication between MCU and AM2302. (Our 1-wire bus is specially designed, it's different from Maxim/Dallas 1-wire bus, so it's incompatible with Dallas 1-wire bus.)

Illustration of our 1-wire bus:

7. Electrical Characteristics:

Items	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3.3	5	6	V
Current supply	Measuring	1		1.5	mA
	Stand-by	40	Null	50	uA
Collecting period	Second		2		Second

8. Attentions of application:

(1) Operating and storage conditions

We don't recommend the applying RH-range beyond the range stated in this specification. The AM2302 sensor can recover after working in abnormal operating condition to calibrated status, but will accelerate sensors' aging.

(2) Attentions to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere AM2302's sensitive-elements and debase AM2302's sensitivity.

(3) Disposal when (1) & (2) happens

Step one: Keep the AM2302 sensor at condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;

Step two: After step one, keep the AM2302 sensor at condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Attention to temperature's affection

Relative humidity strongly depend on temperature, that is why we use temperature compensation technology to ensure accurate measurement of RH. But it's still be much better to keep the sensor at same temperature when sensing.

AM2302 should be mounted at the place as far as possible from parts that may cause change to temperature.

(5) Attentions to light

Long time exposure to strong light and ultraviolet may debase AM2302's performance.

(6) Attentions to connection wires

The connection wires' quality will effect communication's quality and distance, high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

* Welding temperature should be bellow 260Celsius.

* Avoid using the sensor under dew condition.

* Don't use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of AM2302 may cause personal injury.

Lampiran 6. *Datasheet* Sensor FC04

Sound Detection Sensor



The sound sensor module provides an easy way to detect sound and is generally used for detecting sound intensity. This module can be used for security, switch, and monitoring applications. Its accuracy can be easily adjusted for the convenience of usage.

It uses a microphone which supplies the input to an amplifier, peak detector and buffer. When the sensor detects a sound, it processes an output signal voltage which is sent to a microcontroller then performs necessary processing.


Sound detection sensor module for arduino detects whether sound has exceeded a threshold value. Sound is detected via microphone and fed into an LM393 op amp. The sound level set point is adjusted via an on board potentiometer. When the sound level exceeds the set point, an LED on the module is illuminated and the output is set low.


Specifications of sound detection sensor module:

- Working voltage: DC 3.3-5V
- Adjustable Sensitivity
- Dimensions: 32 x 17 mm
- Signal output indication
- Single channel signal output
- With the retaining bolt hole, convenient installation
- Outputs low level and the signal light when there is sound
- Output in the form of digital switching outputs (0 and 1 high and low)

Lampiran 7. Datasheet Transduser Buzzer

Buzzer





Features

- Black in colour
- With internal drive circuit
- Sealed structure
- Wave solderable and washable
- Housing material: Noryl

Applications

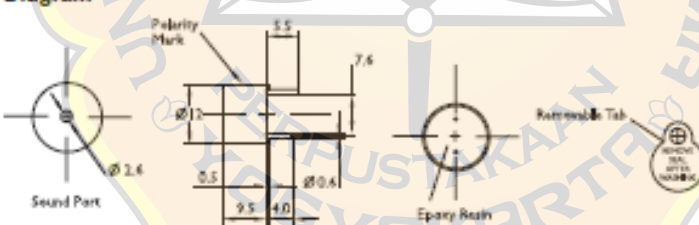
- Computer and peripherals
- Communications equipment
- Portable equipment
- Automobile electronics
- POS system
- Electronic cash register

**RoHS
Compliant**

Specifications:

Rated Voltage : 6V DC
 Operating Voltage : 4 to 8V DC
 Rated Current* : ≤30mA
 Sound Output at 10cm* : ≥85dB
 Resonant Frequency : 2300 ±300Hz
 Tone : Continuous
 Operating Temperature : -25°C to +80°C
 Storage Temperature : -30°C to +85°C
 Weight : 2g
 *Value applying at rated voltage (DC)

Diagram



Dimensions : Millimetres
Tolerance : ±0.5mm

Part Number Table

Description	Part Number
Buzzer, Electromech, 6V DC	AB1-009-RC

Important Notice : This data sheet and its contents (the "information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No license is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No license of any intellectual property rights is granted. The information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. pro-SIGNAL is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2012.