

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL STABILITAS
TEMPERATUR AIR BAK MANDI BAYI BERBASIS
PID DENGAN KENDALI *NODEMCU***

SKRIPSI

OLEH:

SONANG SIAHAAN

188120030



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/6/26

Access From (repositori.uma.ac.id)11/6/26

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL STABILITAS
TEMPERATUR AIR BAK MANDI BAYI BERBASIS
PID DENGAN KENDALI *NODEMCU***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

Sonang Siahaan

188120030

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perancangan Sistem Kontrol Stabilitas Temperatur Air Bak
Mandi Bayi Berbasis PID Dengan Kendali Nodemcu
Nama : Sonang Siahaan
NPM : 18.812.0030
Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui
Komisi Pembimbing


Moranain Mungkin, S.T, M.Si
Pembimbing



HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 6 Februari 2024


481D1ANX226172110 Sonang Siahaan
NPM. 18.812.0030



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**


Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sonang Siahaan
NPM : 18.812.0030
Program Studi : Teknik Elektro
Falkultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **"Perancangan Sistem Kontrol Stabilitas Temperatur Air Bak Mandi Bayi Berbasis PID Dengan Kendali Nodemu"**.

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada Tanggal : 6 Februari 2024
Yang menyatakan


(Sonang Siahaan)

ABSTRAK

System IOT merujuk pada jaringan internet untuk mengendalikan perangkat fisik, seperti peralatan listrik rumah tangga system industri, dan perangkat lainnya yang ditanami sistem elektronik, perangkat lunak, sensor, aktuator, dan konektivitas yang memungkinkan untuk terhubung dengan jaringan internet maupun mengumpulkan dan bertukar data secara online berbasis database realtime. Perkembangan jaman yang semakin maju menghadirkan peralatan control temperature air yang semakin beragam untuk membantu kebutuhan manusia, hal itu tidak menutup kemungkinan membutuhkan system yang handal menggunakan metode kendali system proporsional integral dan derivative. Maka dari itu dikembangkanlah sebuah alat dengan judul “Rancang bangun system control stabilitas temperature air mandi bayi berbasis PID dengan system monitoring IOT menggunakan controller ESP32. Alat ini juga termasuk dalam sistem smart home, dimana penghuni rumah bisa mengontrol panas air mandi secara online menggunakan aplikasi smarphone yang di buat menggunakan software MIT App Inventor yang terhubung di jaringan internet lebih cepat dan menggantikan sistem kontrol saklar yang masih manual. Prototype Rancang bangun system control stabilitas temperature air mandi bayi berbasis PID dengan system monitoring IOT ini ditujukan untuk mempelajari mekanisme system IOT menggunakan ESP32, menggunakan database FIREBASE secara realtime dengan waktu response kurang dari 2 detik pada kecepatan internet stabil.

Kata kunci: Otomatisasi, IOT, ESP, Firebase, sensor DS18B20, Heater, SSR, MIT App Inventor.

ABSTRACT

The IoT system refers to the internet network for controlling physical devices, such as household electrical equipment, industrial systems, and other devices embedded with electronic systems, software, sensors, actuators and connectivity that make it possible to connect to the internet network and collect and exchange data online. real-time database based. The increasingly advanced development of the era presents increasingly diverse water temperature control equipment to help human needs, this does not rule out the need for a reliable system using integral and derivative proportional system control methods. Therefore, a tool was developed with the title "Design of a PID-based baby bath water temperature stability control system with an IoT monitoring system using an ESP32 controller. This tool is also included in the smart home system, where householders can control the hot shower water online using a smartphone application created using MIT App Inventor software which connects to a faster internet network and replaces the manual switch control system. Prototype: The design of a PID-based baby bath water temperature stability control system with an IoT monitoring system is aimed at studying the mechanism of an IoT system using ESP32, using a real-time FIREBASE database with a response time of less than 2 seconds at a stable internet speed.

Keywords: Automation, IoT, ESP, Firebase, DS18B20 sensor, Heater, SSR, MIT App Inventor.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 10 November 1998 dari ayah Sindak Siahaan dan ibu Marince Rumapea. Penulis merupakan anak ke-5 dari 5 bersaudara.

Tahun 2017 Penulis lulus dari SMK SINAR HUSNI 2 TR LABUHAN DELI dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Pada tanggal 9 Mei sampai 10 Juni tahun 2022 penulis melakukan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Pelindo Terminal Petikemas TPK Belawan.



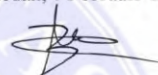
KATA PENGANTAR

Ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Kontrol Stabilitas Temperatur Air Bak Mandi Bayi Berbasis PID Dengan Kendali Nodemcu”. Penulisan skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan untuk meraih gelar sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Strata Satu, Universitas Medan Area (UMA) tahun 2024. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar berkat bantuan berbagai pihak, baik bantuan material maupun moril. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

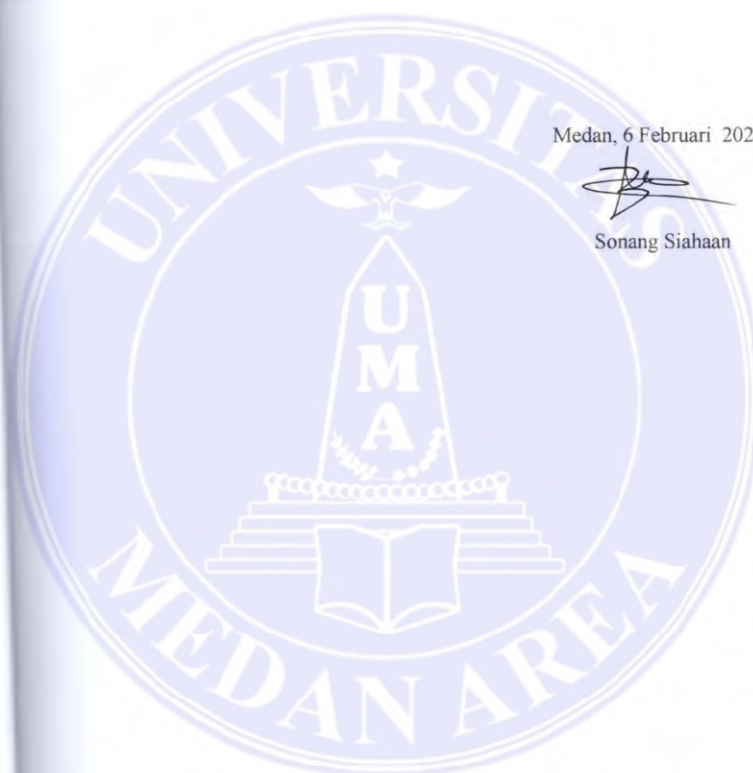
1. Kedua orang tua dan kedua saudara penulis yang telah memberi dukungan berupa moril/spiritual dan material kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Rahmat Syah, S.Kom, M.Kom, Selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T., IPP, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
5. Bapak Ir. Moranain Mungkin, S.T, M.Si, Selaku Dosen Pembimbing Untuk Tugas Akhir Ini Yang Memberikan Saran Dan Kritik Yang Membangun Dalam Penyusunan Tugas Akhir Ini.
6. Para Staff dan Pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu dalam akademik dan administrasi.
7. Rekan-rekan penulis terkhususnya buat Himpunan Mahasiswa Elektro dan Teknik Elektro Angkatan 2018 yang telah memberikan banyak dukungan, motivasi, dan upaya dalam membantu menyelesaikan Skripsi ini.

Dan harapan penulis skripsi ini menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, untuk kedepannya dapat memperbaiki bentuk maupun menambah isi skripsi ini agar menjadi lebih baik lagi karena keterbatasan maupun pengalaman penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan baik dari segi isi maupun referensi. Oleh karena itu, Penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan kedepannya.

Medan, 6 Februari 2024



Sonang Siahaan



DAFTAR ISI

PERANCANGAN SISTEM KONTROL STABILITAS TEMPERATUR AIR BAK MANDI BAYI BERBASIS PID DENGAN KENDALI NODEMCU.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACK.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Monitoring.....	5
2.2 IOT (Internet of Things).....	6
2.3 Pengertian Sistem Kontrol Otomatis.....	6
2.4 NodeMCU ESP8266	6
2.5 Modul Solid State Relay	9
2.6 Sensor Suhu DS18B20	11

2.7 LCD 16x2.....	12
2.8 Modul I2C LCD	14
2.9 Power supply	15
2.10 Heater	16
2.11 MIT APP Inventor.....	19
2.12 Respon proporsional.....	21
2.13 Grafik tanggapan integral.....	23
2.14 Grafik tanggapan turunan.....	25
2.15 Sistem kendali loop tertutup.....	26
2.16 Grafik tuning poin PID.....	27
2.17 Diagram blok kontrol PID.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Kerangka Berpikir	30
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	31
3.2.1 Tempat Penelitian	31
3.2.2 Waktu Penelitian.....	31
3.3 Block Diagram.....	31
3.4. Alat dan Bahan.....	33
3.5 Rancangan Anggaran Biaya	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Pengujian Perangkat Lunak.....	36
4.1.1 Pembuatan Firebase RealTime database	36
4.1.2 Pembuatan Aplikasi Smartphone monitoring RealTime.....	49
4.2. PENGUJIAN PERANGKAT INPUT SENSOR.....	60
4.2.1. Pengujian Input Sensor DS18B20.....	60
4.3. PENGUJIAN PERANGKAT OUTPUT.....	63
4.3.1. Pengujian output Solid State Relay	63
4.4. Hasil pengujian Alat Keseluruhan.....	65
4.4.1. Hasil Pengujian menggunakan MIT APP Inventor.....	65
4.5. Analisis Sistem	68

BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1.Kesimpulan.....	70
5.2.Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NodeMCU ESP8266	7
Gambar 2.2 PinOut ESP8266 ModeMCU	8
Gambar 2.3 Modul Relay	10
Gambar 2.4 sensor Suhu DS18B20	12
Gambar 2.5 LCD (Liquid Crystal Display)	13
Gambar 2.6 Modul I2C	14
Gambar 2.7 Power Supply DC5V	16
Gambar 2.8 Heater	17
Gambar 2.9 Tampilan Halaman utama MIT APP Inventor	20
Gambar 2.10 Tampilan Halaman kedua MIT APP Inventor	20
Gambar 2.11 Diagram blok sistem kendali tertutup.....	21
Gambar 2.12 Grafik respon proporsional	22
Gambar 2.13 Grafik tanggapan integral.....	23
Gambar 2.14 Grafik tanggapan turunan.....	25
Gambar 2.15 Blok diagram sistem kendali loop tertutup	26
Gambar 2.16 Grafik tuning poin PID.....	27
Gambar 2.17 Diagram blok kontrol PID.....	29
Gambar 3.1 Flowchar pembuatan alat	30
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Control Stabilitas Temperatur Air	32
Gambar 4.1 Tampilan Awal Firebase	36
Gambar 4.2 New Project Firebase	37
Gambar 4.3 Create Project Name	37
Gambar 4.4 Your Firebase Project	38
Gambar 4.5 Configure Google analytics	39
Gambar 4.6 Creating your project firebase	39
Gambar 4.7 Sonang Project is Ready	40
Gambar 4.8 Finising Create Firebase	41
Gambar 4.9 Tampilan Realtime Database	41
Gambar 4.10 Create Database	42
Gambar 4.11 Select location database	42

Gambar 4.12 locked mode database	43
Gambar 4.13 Proses membuat realtime database	43
Gambar 4.14 Hasil Database dengan nama IOT Sonang Project1	44
Gambar 4.15 Project Setting firebase	44
Gambar 4.16 Tampilan Project setting	45
Gambar 4.17 Service Account firebase	45
Gambar 4.18 Database secrets	46
Gambar 4.19 Link URL dan Token Firebace MIT App Inventor	47
Gambar 4.20 Hasil pengujian Database Realtime Sonang_project1	47
Gambar 4.21 Hasil pengujian	48
Gambar 4.22. MIT App Inventor	50
Gambar 4.23 Create New App	51
Gambar 4.24 Create Project	51
Gambar 4.25 Tampilan Design App	52
Gambar 4.26 Hasil Design App	52
Gambar 4.27 Blocks and Designer	53
Gambar 4.28 Initialize Screen1	53
Gambar 4.29 Isi Kode Autentikasi dan URL	54
Gambar 4.30 kode autentikasi dan url pada program ESP8266	54
Gambar 4.31 Firebase GotValue	55
Gambar 4.32 LB_Actual	55
Gambar 4.33 Tampilan data Actual Sensor	56
Gambar 4.34 LB_Setpoint	56
Gambar 4.35 Tampilan data Actual Sensor	57
Gambar 4.36 LB KP KI KD	57
Gambar 4.37 Tampilan nilai KP KI KD	58
Gambar 4.38 Tampilan Code Program PB ON Pompa	59
Gambar 4.39 Tampilan Code Program PB OFF Pompa	60
Gambar 4.40 pembacaan suhu Sensor DS18B20	61
Gambar 4.41 Tampilkan data sensor DS18B20	62
Gambar 4.42 Tampilkan Display LCD OLED	63
Gambar 4.43 Unjuk Kerja Solid State Relay	64

Gambar 4.44 Unjuk Kerja Elemen Pemanas	65
Gambar 4.45 Hasil Pengujian PID Nomer 4	66
Gambar 4.46 Hasil Pengujian PID Nomer 1	67
Gambar 4.47 Data Monitoring Firebase PID Nomer 4	68



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan	31
Tabel 3.2 Spesifikasi alat dan bahan	33
Tabel 3.3 Rancangan Anggaran Biaya	34
Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Sensor Suhu DS18B20	61
Tabel 4.2 Pengujian stabilitas PID Controller	66



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penerapan kontrol PID pada revolusi industri 4.0 ini sangat banyak, khususnya pada bagian proses. Berdasarkan survey, 97 persen industri yang bergerak dalam bidang proses (seperti industri kimia, pulp, makanan, minyak dan gas) menggunakan PID sebagai komponen utama dalam pengontrolannya (sumber: Honeywell, 2000). Salah satu penerapan aplikasi kontrol PID yaitu pada pengendalian temperatur cairan berupa air agar diperoleh panas sesuai dengan yang diinginkan serta dapat dipertahan kestabilannya walaupun dipengaruhi oleh kondisi temperatur lingkungannya yang lebih rendah.

Pada rancang bangun stabilitas temperatur air Mandi Bayi ini dirancang untuk keperluan pemanasan air. Proses pemanasan ini dilakukan pada batasan suhu tertentu dan dalam waktu yang telah ditentukan. Sistem pengendalian ini menggunakan board ESP8266 sebagai perangkat keras, dan sebuah smarphone sebagai alat monitoring dengan sistem IOT, serta sebuah sensor temperature DS18B20 sebagai pendeteksi temperature air secara kontak langsung. Sebagai pemanas digunakan material yang terbuat dari kawat nikelin berupa heater berdaya 350 watt yang diatur tingkat pemanasannya melalui output PWM ESP8266. Perhitungan parameter PID pada pembuatan alat ini menggunakan metode tuning PID secara manual, trial and error untuk mendapatkan hasil yang sesuai setpoint / suhu yang diinginkan

Berdasarkan permasalahan yang ada maka dibuatlah sebuah alat untuk menambah fungsi sistem system PID menjadi lebih efektif dari segi pengawasan menggunakan system IOT, Mempermudah dalam memonitorig keadaan temperature air secara realtime dengan sistem internet of things. Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, penulis mengajukan judul “PERANCANGAN SISTEM KONTROL STABILITAS TEMPERATUR AIR BAK MANDI BAYI BERBASIS PID DENGAN KENDALI NODEMCU”.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana pembuatan alat Sistem Control Stabilitas Temperatur Air Mandi Bayi Berbasis PID dengan system monitoring”
2. Bagaimana tingkat kelayakan alat Sistem Control Stabilitas Temperatur Air Mandi Bayi Berbasis PID dengan system monitoring

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penitian ini adalah :

1. Alat ini bekerja untuk Sistem Control Stabilitas Temperatur Air Mandi Bayi Berbasis PID dengan system monitoring IOT
2. Sistem ini dapat dikendalikan Dengan internet of things menggunakan smartphone
3. Perangkat yang akan di kontrol yaitu temperatur Heater / pemanas 350 watt,
4. Menggunakan module solid state relay sebagai drive heater
5. Mikrokontroler yang dipakai adalah ESP8266 NodeMCU.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat alat Sistem Control Stabilitas Temperatur Air Mandi Bayi Berbasis PID dengan system monitoring IOT.
2. Menguji kinerja alat Sistem Control Stabilitas Temperatur Air Mandi Bayi Berbasis PID dengan system monitoring IOT

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari pembuatan alat ini adalah :

1. Menjadi inovasi baru dalam membantu ibu dan bayi untuk otomatisasi stabilitas temperatur air mandi bayi dan monitoring perangkat rumah kapan saja dan dimana saja.
2. Memberikan wawasan dan pengetahuan bagi penulis dan pembaca khususnya tentang penerapan teknologi PID dengan internet of things dalam kehidupan sehari hari.
3. Sebagai referensi bagi yang ingin membuat project asli system PID berbasis IOT dengan Smartphone menggunakan NodeMCU ESP8366.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulis pada masing-masing bab adalah sebagai berikut.

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pembuatan laporan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi landasan teori berupa konsep dasar dalam penyusunan alat dan laporan sehingga menghasilkan karya yang bernilai ilmiah dan memiliki daya guna.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian alat yang digunakan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian hasil pengujian alat serta pembahasannya.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang simpulan dan saran dari pembuatan alat dan laporan sebagai upaya untuk perbaikan kedepan.

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Monitoring

Monitoring adalah proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan atas objektif program. Memantau perubahan yang fokus pada proses dan keluaran. Monitoring akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang disediakan berulang kali dari waktu ke waktu, pemantauan umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu, untuk memeriksa proses terhadap suatu objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek tindakan dari beberapa jenis tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan (Isnawaty, 2016).

Secara umum monitoring bertujuan mendapatkan umpan balik bagi kebutuhan program proses pembelajaran yang sedang berjalan, dengan mengetahui kebutuhan ini pelaksanaan program akan segera mempersiapkan kebutuhan dalam pembelajaran tersebut. Kebutuhan bias berupa biaya, waktu, personel, dan alat. Pelaksanaan program akan mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan, berapa lama waktu yang tersedia untuk kegiatan tersebut. Dengan demikian akan diketahui pula berapa jumlah tenaga yang dibutuhkan, serta alat apa saja yang harus disediakan untuk melaksanakan program tersebut (Isnawaty, 2016).

2.2 IOT (Internet of Things)

IOT adalah suatu sistem untuk mengkomunikasikan dimana objek pada kehidupan sehari-hari akan dilengkapi dengan mikrokontroler sebagai transceiver dan dilengkapi oleh program dari komputer pribadi yang dapat membuat mereka berkomunikasi satu sama lain. Konsep dari IoT sebenarnya bertujuan untuk membuat fungsi dari internet lebih mendalam. Misalnya peralatan rumah tangga, kamera pengintai, pemantauan sensor, dan sebagainya. IoT juga akan mendorong perkembangan sejumlah aplikasi untuk memberikan layanan baru kepada instansi yang dibutuhkan.

2.3 Pengertian Sistem Kontrol Otomatis

Sistem kontrol otomatis adalah sistem kontrol umpan balik dengan acuan masukan atau keluaran yang dikehendaki dapat konstan atau berubah secara perlahan dengan berjalannya waktu dan tugas utamanya adalah menjaga keluaran sebenarnya berada pada nilai yang dikehendaki dengan adanya gangguan. Banyak contoh sistem kontrol otomatis, beberapa diantaranya adalah pengaturan otomatis tegangan pada “plant” daya listrik ditengah – tengah adanya variasi beban daya listrik dan kontrol otomatis tekanan, kekentalan dan suhu dari proses kimiawi.

2.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan koneksi internet (WiFi) serta koneksi Bluetooth buatan Espressif System. ESP8266 mempunyai beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun kontrol. ESP8266 adalah suatu modul yang dapat

memberikan akses mikrokontroler apapun ke jaringan WiFi. ESP8266 mampu meng-hosting aplikasi atau melepas semua fungsi jaringan WiFi dari prosesor ke aplikasi lain.

Penggunaan ESP8266 ini berkorelasi dengan IoT, dimana dengan sistem ini dapat kita pantau dan kontrol secara nirkabel melalui jaringan. Ini memungkinkan mekanisme kendali jarak jauh yang aman bagi pengguna. Sebuah jaringan yang disiapkan bisa kita atur sesuai dengan kebutuhan. ESP8266 dapat kita lihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.1 : NodeMCU ESP8266

(sumber:<https://www.ardutech.com/mengenal-esp8266-development-kit-untuk-iot-internet-of-things/>)

Spesifikasi yang dimiliki oleh NodeMCU sebagai berikut :

- a. Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
- b. 2 tantalum kapasitor 100 micro farad dan 10 micro farad. 3.3v LDO regulator. Blue led sebagai indikator.
- c. CP2102 usb to UART bridge.
- d. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
- e. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX

- f. 3 pin ground.
- g. S3 dan S2 sebagai pin GPIO
- h. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
- i. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
- j. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
- k. Pin Vin sebagai masukan tegangan.
- l. Built in 32-bit MCU

Berikut ini merupakan pinOut ESP8266 ModeMCU



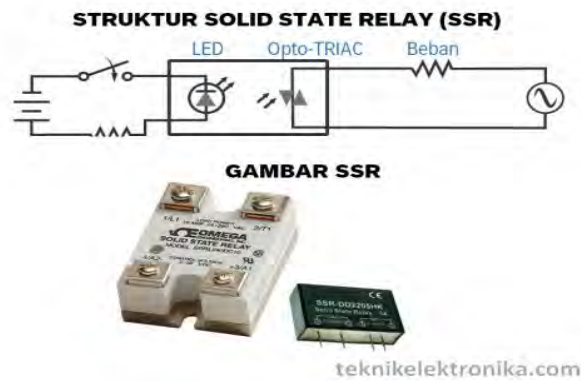
Gambar 2.2. PinOut ESP8266 ModeMCU

(<https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>)

2.5 Modul Solid State Relay

Solid State Relay adalah jenis pengalih elektronik (sakelar elektronik) yang menggunakan komponen elektronika aktif untuk mengendalikan pengalihan arus dan tegangan listrik. Berbeda dengan Relay Elektromagnetik, Solid State Relay tidak menggunakan komponen mekanis atau kontaktor mekanis tetapi menggunakan komponen elektronika aktif seperti Thyristor (TRIAC dan SCR) dan Transistor. Namun untuk fungsinya, Solid State Relay memiliki fungsi yang sama seperti Relay Elektromagnetik, yaitu dapat mengendalikan Tegangan tinggi dengan hanya menggunakan tegangan pengendali yang rendah.

Solid State Relay yang menggunakan komponen elektronika ini terbuat dari bahan semikonduktor dan tidak memiliki bagian yang bergerak ini memiliki berbagai keunggulannya apabila dibandingkan dengan relay elektromagnetik, diantaranya seperti memiliki keandalan yang tinggi, tidak ada kontak, tidak ada percikan, bertahan lebih lama, kecepatan switching lebih cepat, kemampuan anti-interferensi yang kuat dan memiliki ukuran yang lebih kecil. Solid State Relay atau SSR ini telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti mesin CNC, sistem remote control dan perangkat otomasi industri, industri kimia, peralatan medis, sistem keamanan dan lain-lainnya. Gambar berikut ini merupakan pinout *Solid State Relay*.



Gambar 2.3. Modul Relay

(Sumber: https://teknikelektronika.com/pengertian-solid-state-relay-ssr-cara-kerja-ssr/#google_vignette)

Kelebihan Dan Kekurangan SSR

SSR yang menggunakan komponen Elektronik ini memiliki beberapa kelebihan apabila dibandingkan dengan Relay Elektromagnetik yang menggunakan komponen mekanis, namun SSR juga terdapat beberapa kekurangan. Dibawah ini adalah beberapa keuntungan dan kekurangan SSR apabila dibandingkan dengan Relay Elektromagnetik.

Kelebihan SSR

1. Tidak terdapat komponen mekanik sehingga tidak ada bagian bergerak dan tidak ada akan muncul karat
2. Tidak terjadi bunga api saat perpindahan kontak
3. Switching on-off yang sangat cepat karena terjadi secara elektronik
4. Tahan terhadap guncangan
5. Tidak terdapat suara saat kontak pindah ke posisi on dan sebaliknya, pada relay konvensional suara khas relay “klik” pasti terdengar
6. Input yang sensitif bahkan bisa langsung digunakan pada CMOS dan TTL tanpa perlu sirkuit konverter

Kekurangan SSR

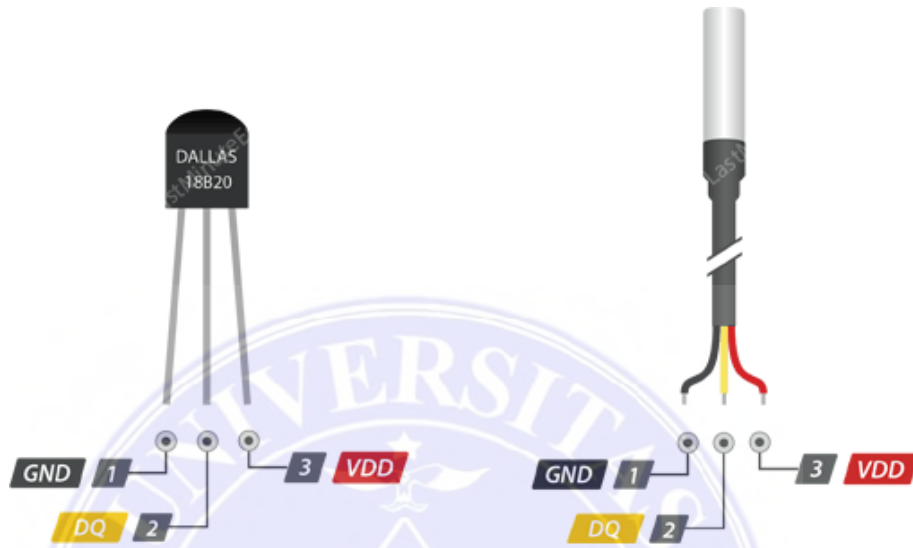
1. SSR bisa terjadi kerusakan karena tegangan transien, yaitu spike oleh induksi motor pada beban, petir dan beban induksi lainnya
2. Masih terdapat arus bocor pada saat SSR dalam kondisi off, sekitar 10mA
3. Tidak cocok digunakan pada rangkaian listrik 3 phase
4. Kekuatan relay mekanik masih lebih baik dalam menghubungkan arus dengan beban yang besar, seperti motor AC pada industry
5. Umumnya kontak pada SSR adalah SPST NO, sehingga hanya terdapat kontak normally open

2.6 Sensor Suhu DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 adalah sebuah sensor suhu digital one wire atau hanya membutuhkan 1 pin jalur data komunikasi. Setiap sensor DS18B20 memiliki nomor seri 64-bit yang unik yang berarti kita dapat menggunakan banyak sensor pada bus daya yang sama (banyak sensor terhubung ke GPIO yang sama). Hal tersebut sangat berguna untuk logging data pada proyek pengontrolan suhu. DS18B20 adalah sensor yang bagus karena murah, akurat, dan sangat mudah digunakan.

DS18B20 menyediakan 9 hingga 12 bit hasil pembacaan. Jumlah bit tersebut dapat di konfigurasi. Hasil pembacaan dikirim ke atau dari DS18B20 melalui antarmuka one wire. Power yang dibutuhkan untuk membaca, menulis, dan melakukan konversi suhu dapat diturunkan dari jalur data itu sendiri tanpa memerlukan sumber daya eksternal. Berdasarkan keterangan dari datasheet, sensor ini memiliki rentang pengukuran suhu dari mulai -55 derajat Celcius

sampai dengan +125 derajat Celcius dengan akurasi kurang lebih 0,5 derajat celcius dari -10 derajat celcius sampai +85 derajat celcius. Urutan pin dari sensor DS18B20 ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.4 : sensor Suhu DS18B20
(<https://www.edukasiElektronika.com/2020/09/sensor-suhu-ds18b20.html>)

2.7 LCD 16x2

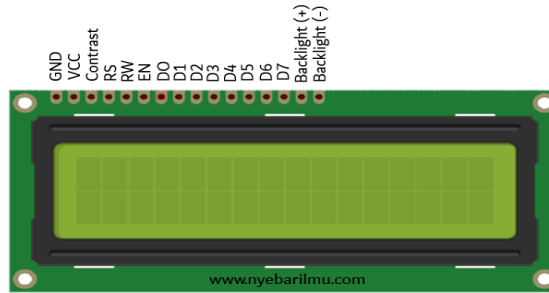
LCD 16×2 (*Liquid Crystal Display*) merupakan modul penampil data yang menggunakan kristal cair sebagai bahan untuk penampil data yang berupa tulisan maupun gambar. Pengaplikasian pada kehidupan sehari – hari yang mudah dijumpai antara lain pada kalkulator, gamebot, televisi, atau pun layar komputer.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan back light.

Proses inisialisasi pin arduino yang terhubung ke pin LCD RS, Enable, D4, D5, D6, dan D7, dilakukan dalam baris LiquidCrystal (2, 3, 4, 5, 6, 12,7),

dimana lcd merupakan variable yang dipanggil setiap kali intruksi terkait LCD akan digunakan.



Gambar 2.5. LCD (Liquid Crystal Display)
(<https://www.indiamart.com/proddetail/16x2-lcd-green-display-9425552233.html>)

Keterangan :

GND : catu daya 0Vdc

VCC : catu daya positif

Constrate : untuk kontras tulisan pada LCD

RS : Register Select :

R/W atau Read/Write

High : mengirim data

Low : mengirim instruksi

Disambungkan dengan LOW untuk pengiriman data ke layar

E (enable) : untuk mengontrol ke LCD ketika bernilai LOW, LCD tidak dapat diakses

D0 – D7 = Data Bus 0 – 7

Backlight + : disambungkan ke VCC untuk menyalakan lampu latar

Backlight – : disambungkan ke GND untuk menyalakan lampu latar

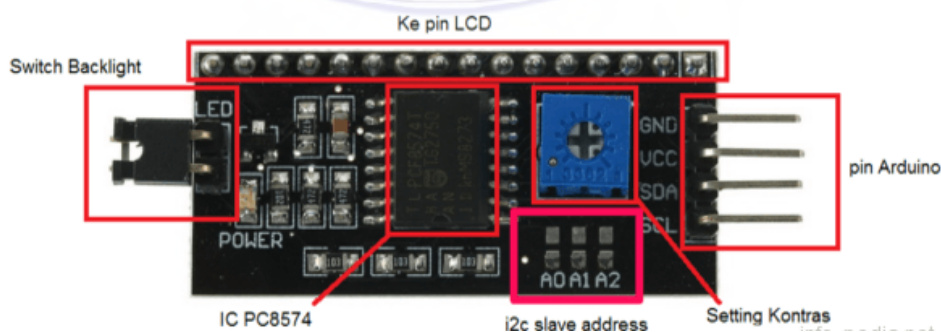
2.8 Modul I2C LCD

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk pengontrolan IC. System I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrol. Untuk menghemat pin pin pada Arduino ada 1 modul LCD yang bisa dimanfaatkan untuk alternatif mengakses LCD yaitu modul LCD PCF8574. Pada modul tersebut menggunakan antarmuka atau interface I2C, sehingga hanya membutuhkan 2 pin saja yaitu SDA dan SCL.

Spesifikasi modul LCD I2C PCF8574

1. Tegangan beroperasi antara 2-5 Vdc
2. Pada saat kondisi standby konsumsi arus hanya 10 uA
3. Kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler
4. Kendali 8 bit menggunakan antarmuka i2c
5. Open-drain interrupt output

Driver LCD ini dikemas ke dalam modul LCD i2c, seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.6. Modul I2C

(<http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/161/jbptppolban-gdl-noviyansup-8021-3-bab2--3.pdf>)

Untuk menyambungkan LCD dengan board ESP32 memerlukan 2 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan menggunakan modul I2C ini dapat mengurangi penggunaan pin pada board ESP8266 yang hanya menggunakan 2 pin yaitu pin D22 dan D21 yang dihubungkan dengan SCL dan SDA untuk menghubungkan LCD dengan board ESP8266

2.9 Power supply

Adaptor Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). Adaptor / power supply merupakan komponen inti dari peralatan elektronik. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC 22 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt sesuai kebutuhan alat elektronika.

Adaptor dapat dibagi menjadi empat macam, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Adaptor DC Converter, adalah sebuah adaptor yang dapat mengubah tegangan DC yang besar menjadi tegangan DC yang kecil. Misalnya : Dari tegangan 12v menjadi tegangan 6v;
2. Adaptor Step Up dan Step Down. Adaptor Step Up adalah sebuah adaptor yang dapat mengubah tegangan AC yang kecil menjadi tegangan AC yang besar. Misalnya : Dari Tegangan 110v menjadi tegangan 220v. Sedangkan Adaptor Step Down adalah adaptor yang dapat mengubah tegangan AC

yang besar menjadi tegangan AC yang kecil. Misalnya : Dari tegangan 220v menjadi tegangan 110v.

3. Adaptor Inverter, adalah adaptor yang dapat mengubah tegangan DC yang kecil menjadi tegangan AC yang besar. Misalnya : Dari tegangan 12v DC menjadi 220v AC.
4. Adaptor Power Supply, adalah adaptor yang dapat mengubah tegangan listrik AC yang besar menjadi tegangan DC yang kecil. Misalnya : Dari tegangan 220v AC menjadi tegangan 6v, 9v, atau 12v DC.



Gambar 2.7. Power Supply DC5V

([https://shopee.co.id/Adaptor-Power-Supply-DC-5-Volt-2-Ampere-\(5V-2A\)-Switching-i.3468034.1370269156](https://shopee.co.id/Adaptor-Power-Supply-DC-5-Volt-2-Ampere-(5V-2A)-Switching-i.3468034.1370269156))

2.10 Heater

Heater merupakan alat atau mesin yang berfungsi untuk memanaskan atau menghangatkan suatu ruangan atau area tertentu. Biasanya, heater digunakan pada saat cuaca sedang dingin atau pada saat musim hujan untuk memberikan kenyamanan bagi penggunanya. Dalam pemakaiannya, heater dapat digunakan

baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan tergantung dari jenis dan kebutuhan penggunaan.



Gambar 2.8 : Heater

(<https://www.amazon.com/MENSI-brooder-Heater-thermocouple-Control/dp/B07CN3GYG2>)

Fungsi Heater

Heater memiliki fungsi utama yaitu untuk memanaskan atau menghangatkan suatu ruangan atau area tertentu. Selain itu, beberapa fungsi lain dari penggunaan heater adalah:

Menjaga kesehatan tubuh

1. Menjaga kualitas udara
2. Mencegah kerusakan barang elektronik akibat suhu yang terlalu rendah
3. Menjaga kenyamanan pengguna pada saat cuaca sedang dingin

Jenis Heater

Setiap jenis heater memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Beberapa jenis heater yang umum digunakan di masyarakat adalah sebagai berikut:

1. Heater listrik

Heater listrik merupakan jenis heater yang menggunakan arus listrik untuk menghasilkan panas. Dalam penggunaannya, heater listrik menjadi pilihan yang paling sering digunakan karena mudah dan praktis.

2. Heater gas

Heater gas merupakan jenis heater yang menggunakan bahan bakar gas untuk menghasilkan panas. Jenis heater ini banyak digunakan oleh masyarakat yang ingin menghemat penggunaan energi listrik.

3. Heater air

Heater air merupakan jenis heater yang menggunakan air sebagai media untuk menghasilkan panas. Saat air dialirkan pada tabung pemanas, maka air tersebut akan mengalami suhu yang lebih tinggi sehingga dapat digunakan untuk memanaskan ruangan atau lingkungan tertentu.

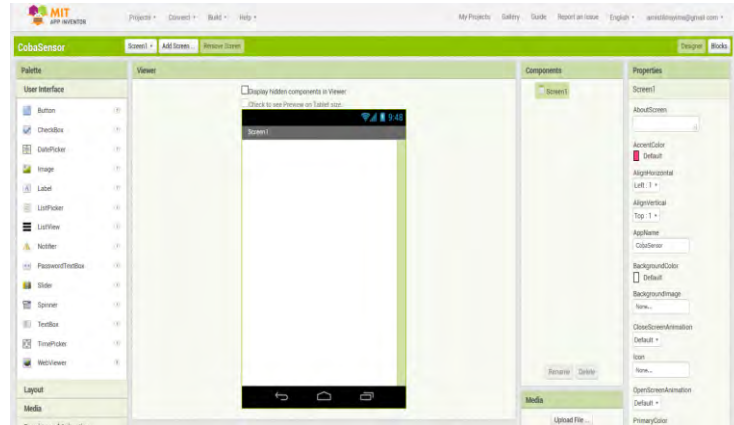
4. Heater inframerah

Heater inframerah merupakan jenis heater yang menggunakan sinar inframerah untuk menghasilkan panas. Jenis heater ini cukup efektif dalam memanaskan ruangan atau area tertentu dengan jangkauan yang lebih luas.

2.11 MIT APP Inventor

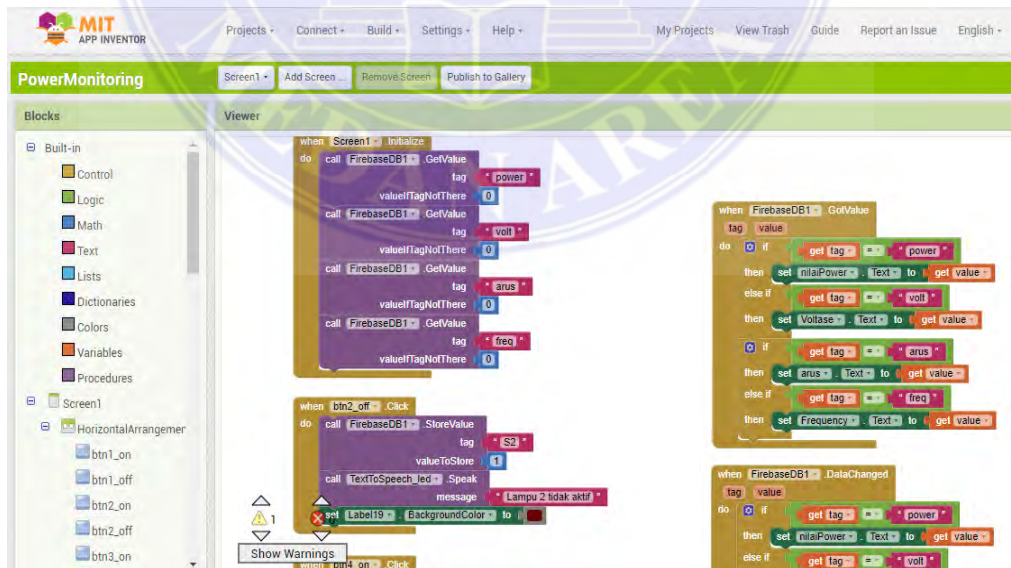
MIT App Inventor merupakan platform untuk memudahkan proses pembuatan aplikasi sederhana tanpa harus mempelajari atau menggunakan bahasa pemrograman yang terlalu banyak. Kita dapat mendesain aplikasi android sesuai keinginan dengan menggunakan berbagai macam layout dan komponen yang tersedia, karena APP Inventor ini memungkinkan pengguna baru untuk memprogram komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi sistem operasi Android. Dengan app inventor, pengguna bisa melakukan pemrograman komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak dengan sistem operasi berbasis android. App inventor ini berbasis visual block programming karena memungkinkan pengguna bisa menggunakan, melihat, menyusun dan men-drag and drops block yang merupakan simbol perintah dan fungsi event handler untuk menciptakan sebuah aplikasi yang bisa berjalan di sistem android

Pada MIT App Inventor terdapat dua halaman utama, yaitu halaman designer dan halaman blocks. Halaman designer digunakan untuk mendesain tampilan aplikasi dengan berbagai komponen dan layout yang disediakan sesuai dengan keinginan. Sedangkan halaman blocks digunakan untuk memprogram jalannya aplikasi android sesuai dengan tujuan. Gambar 2.13 di bawah ini merupakan tampilan jendela utama MIT APP Inventor untuk membuat aplikasi monitoring android pada pengembangan alat.



Gambar 2.9 Tampilan Halaman utama MIT APP Inventor

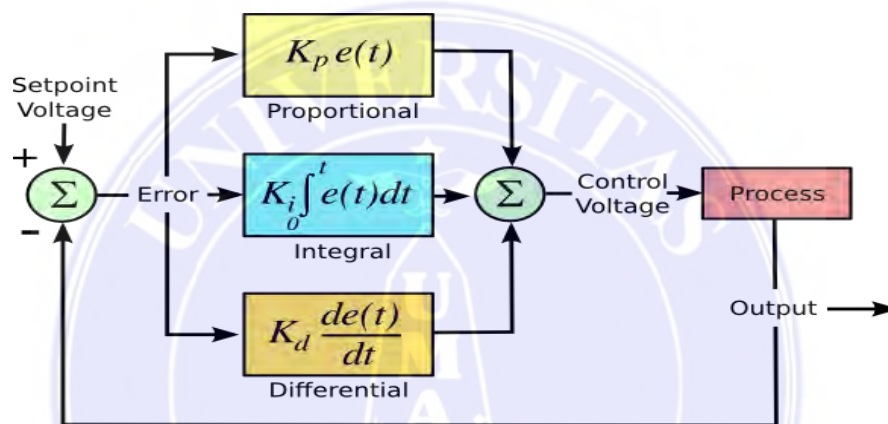
App Inventor menggunakan antarmuka grafis, serupa dengan antarmuka pengguna pada Scratch dan StarLogo TNG, yang memungkinkan pengguna untuk men-drag-and-drop objek visual untuk menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan pada perangkat Android. Dalam menciptakan App Inventor, Google telah melakukan riset yang berhubungan dengan komputasi edukasional dan menyelesaikan lingkungan pengembangan online Google.



Gambar 2.10. Tampilan Halaman kedua MIT APP Inventor

2.12 Kontrol PID

PID adalah singkatan dari *proporsional, integral, derivatif*. Dalam setiap aplikasi, koefisien dari ketiga tindakan tersebut divariasikan untuk mendapatkan respon dan kontrol yang optimal. Input pengontrol adalah sinyal kesalahan dan output diberikan ke pabrik / proses. Sinyal keluaran pengendali dibangkitkan sedemikian rupa sehingga keluaran dari plant berusaha untuk mencapai nilai yang diinginkan.



Gambar 2.11 Diagram blok sistem kendali loop tertutup
(<https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/line-follower-berbasis-kendali-pid/>)

Kontroler PID adalah sistem loop tertutup yang memiliki sistem kontrol umpan balik dan membandingkan variabel Proses (variabel umpan balik) dengan set Point dan menghasilkan sinyal kesalahan dan karenanya menyesuaikan output sistem. Proses ini berlanjut hingga kesalahan ini mencapai Nol atau nilai variabel proses menjadi sama dengan titik setel.

Pengontrol PID memberikan hasil yang lebih baik daripada pengontrol ON / OFF. Dalam pengontrol ON / OFF, hanya dua status yang tersedia untuk mengontrol sistem. Bisa ON atau OFF. Ini akan ON ketika nilai proses kurang dari set point dan akan OFF ketika nilai proses lebih besar dari set point.

Dalam pengontrol ini, keluaran tidak akan pernah stabil, ia akan selalu berosilasi di sekitar setpoint. Namun pengontrol PID lebih stabil dan presisi dibandingkan dengan pengontrol ON / OFF. Kontroler PID merupakan kombinasi dari tiga istilah; Proporsional, Integral dan Turunan. Mari kita pahami ketiga istilah ini satu per satu.

Mode Kontrol PID:

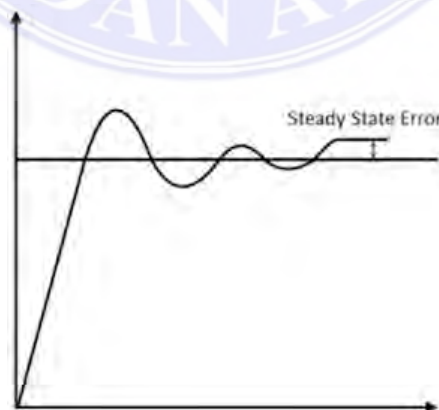
a. Respon proporsional (P):

Istilah 'P' sebanding dengan nilai kesalahan yang sebenarnya. Jika kesalahan besar, output kontrol juga besar dan jika kesalahan kecil, output kontrol juga kecil, tetapi faktor penguatan (K_p) adalah Juga memperhitungkan. Kecepatan respon juga berbanding lurus dengan proporsional gain factor (K_p) Jadi, kecepatan respon ditingkatkan dengan meningkatkan nilai K_p tetapi jika K_p dinaikkan melebihi kisaran normal, variabel proses mulai berosilasi dengan kecepatan tinggi dan membuat sistem tidak stabil.

$$y(t) \propto e(t)$$

$$y(t) = k_i * e(t)$$

Dimana K_p adalah faktor keuntungan proporsional.



Gambar 2.12 Grafik respon proporsional

Disini error yang dihasilkan dikalikan dengan faktor gain proporsionalitas (konstanta proporsional) seperti terlihat pada persamaan di atas. Jika hanya pengontrol P yang digunakan, pada saat itu diperlukan reset manual karena menjaga error steady state (offset).

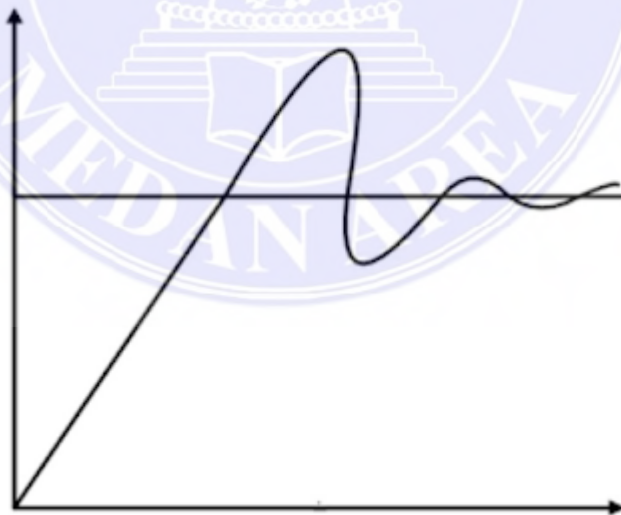
b. Tanggapan integral (I):

Pengontrol integral umumnya digunakan untuk mengurangi kesalahan kondisi tunak. Istilah 'I' diintegrasikan (sehubungan dengan waktu) dengan nilai kesalahan yang sebenarnya. Karena integrasi, nilai kesalahan yang sangat kecil, menghasilkan respon integral yang sangat tinggi. Tindakan pengontrol integral terus berubah hingga kesalahan menjadi nol.

$$y(t) \propto \int e(t)$$

$$y(t) = k_i \int e(t)$$

Dimana K_i adalah faktor keuntungan proporsional.



Gambar 2.13 Grafik tanggapan integral

Penguatan integral berbanding terbalik dengan kecepatan respons, meningkatkan k_i , menurunkan kecepatan respons. Pengontrol proporsional dan

integral digunakan gabungan (pengontrol PI) untuk kecepatan respons yang baik dan respons kondisi tunak.

c. Tanggapan turunan (D):

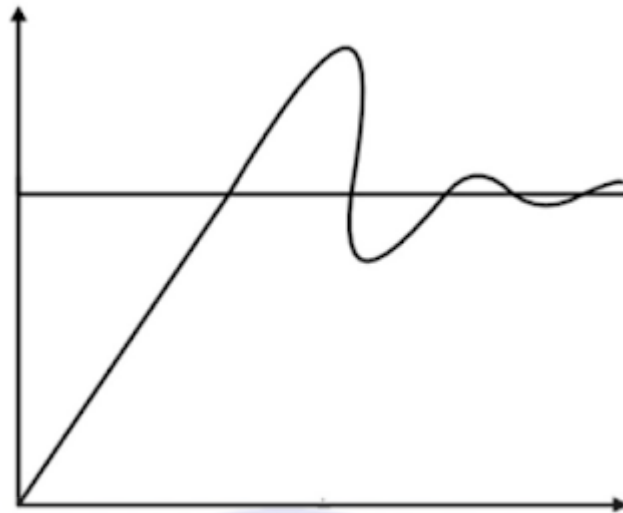
Pengontrol turunan digunakan dengan kombinasi PD atau PID. Itu tidak pernah digunakan sendiri, karena jika kesalahan konstan (bukan nol), keluaran pengontrol akan menjadi nol. Dalam situasi ini, controller berperilaku life zero error, tetapi sebenarnya terdapat beberapa error (konstan). Keluaran pengontrol turunan berbanding lurus dengan laju perubahan kesalahan terhadap waktu seperti yang ditunjukkan pada persamaan. Dengan menghilangkan tanda proporsionalitas, mendapatkan konstanta gain turunan (kd). Umumnya, pengontrol turunan digunakan ketika variabel prosesor mulai berosilasi atau berubah pada kecepatan yang sangat tinggi.

D-controller juga digunakan untuk mengantisipasi perilaku error by error curve di masa mendatang. Persamaan matematis seperti gambar di bawah ini;

$$y(t) \propto de(t) / dt$$

$$y(t) = Kd * de(t) / dt$$

Dimana Kd adalah faktor keuntungan proporsional.



Gambar 2.14 Grafik tanggapan turunan

Pengontrol proporsional dan integral:

Ini adalah kombinasi dari pengontrol P dan I. Output dari pengontrol adalah penjumlahan dari kedua respon (proporsional dan integral). Persamaan matematis seperti yang ditunjukkan di bawah ini;

$$y(t) \propto (e(t) + \int e(t) dt)$$

$$y(t) = k_p * e(t) + k_i \int e(t) dt$$

Pengontrol Proporsional dan Derivatif: Ini adalah kombinasi dari pengontrol P dan D. Output dari pengontrol adalah penjumlahan dari respon proporsional dan turunan. Persamaan matematis pengontrol PD adalah sebagai berikut;

$$y(t) \propto (e(t) + de(t) / dt)$$

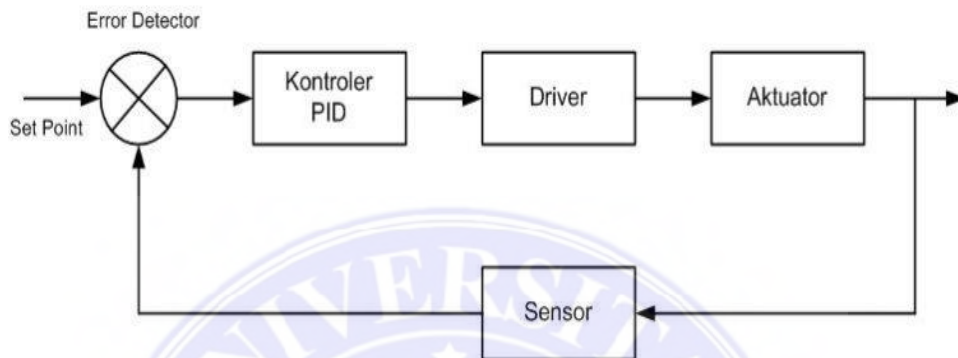
$$y(t) = k_p * e(t) + k_d * de(t) / dt$$

Pengontrol Proporsional, Integral, dan Turunan: Ini adalah kombinasi dari pengontrol P, I dan D. Output dari pengontrol adalah penjumlahan dari respon proporsional, integral dan turunan. Persamaan matematis pengontrol PID adalah sebagai berikut;

$$y(t) \propto (e(t) + \int e(t) dt + de(t) / dt)$$

$$y(t) = k_p * e(t) + k_i \int e(t) dt + k_d * de(t) / dt$$

Jadi, dengan menggabungkan respon kontrol proporsional, integral dan turunan ini, bentuk kontroler PID.

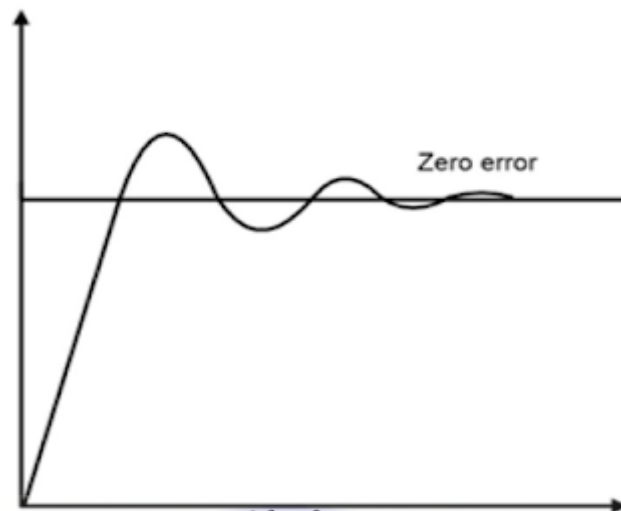


Gambar 2.15 Blok diagram sistem kendali loop tertutup

Metode Tuning untuk Kontroler PID :

Untuk keluaran yang diinginkan, pengontrol ini harus disetel dengan benar. Proses mendapatkan respon ideal dari kontroler PID melalui pengaturan PID disebut tuning kontroler.

Setting PID berarti mengatur nilai gain optimal dari respon proporsional (k_p), derivatif (k_d) dan integral (k_i). Kontroler PID disetel untuk penolakan gangguan artinya tetap pada setpoint dan pelacakan perintah tertentu, artinya jika setpoint berubah, keluaran kontroler akan mengikuti setpoint baru. Jika pengontrol disetel dengan benar, keluaran pengontrol akan mengikuti setpoint variabel, dengan osilasi yang lebih sedikit dan redaman yang lebih sedikit.



Gambar 2.16 Grafik tuning poin PID

Ada beberapa metode untuk menyetel pengontrol PID dan mendapatkan respons yang diinginkan. Metode pengontrol tuning adalah sebagai berikut;

1. Metode trial and error
2. Teknik kurva reaksi proses
3. Metode Ziegler-Nichols
4. Metode relai
5. Menggunakan software

Berikut Penjelasan dari masing – masing metode :

1. Metode trial and error:

Metode trial and error juga dikenal sebagai metode tuning manual dan metode ini adalah metode yang paling sederhana. Dalam metode ini, pertama-tama tingkatkan nilai k_p hingga sistem mencapai respons beresilasi tetapi sistem tidak boleh membuat tidak stabil dan menjaga nilai k_d dan k_i nol. Setelah itu, set nilai k_i sedemikian rupa sehingga osilasi sistem terhenti. Setelah itu atur nilai k_d untuk fast response.

2. Teknik kurva reaksi proses:

Metode ini juga dikenal sebagai metode tuning Cohen-Coon. Dalam metode ini pertama-tama menghasilkan kurva reaksi proses sebagai respons terhadap gangguan. Dengan kurva ini kita dapat menghitung nilai gain pengontrol, waktu integral dan waktu turunan. Kurva ini diidentifikasi dengan melakukan pengujian langkah loop terbuka secara manual. Parameter model dapat ditentukan dengan langkah awal persentase gangguan. Dari kurva ini kita harus mencari kurva slop, dead time dan rise time yang tidak lain adalah nilai k_p , k_i dan k_d .

3. Metode Zeigler-Nichols:

Pada metode ini juga terlebih dahulu mengatur nilai k_i dan k_d nol. Keuntungan proporsional (k_p) ditingkatkan hingga mencapai keuntungan akhir (k_u). Keuntungan akhir tidak lain adalah keuntungan dimana output dari loop mulai berosilasi. K_u ini dan periode osilasi T_u digunakan untuk mendapatkan penguatan kontroler PID.

4. Metode Relai:

Metode ini juga dikenal sebagai metode Astrom-Hugglund. Di sini output dialihkan di antara dua nilai variabel kontrol tetapi nilai-nilai ini dipilih sedemikian rupa sehingga proses harus melewati setpoint. Jika variabel proses kurang dari setpoint, output kontrol disetel ke nilai yang lebih tinggi. Ketika nilai proses lebih besar dari setpoint, output kontrol diatur ke nilai yang lebih rendah dan bentuk gelombang output terbentuk. Periode dan amplitudo bentuk gelombang osilasi ini diukur dan digunakan untuk menentukan penguatan akhir k_u dan periode T_u yang digunakan dalam metode di atas.

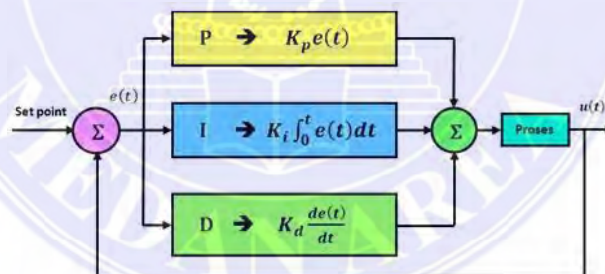
5. Menggunakan perangkat lunak:

Untuk tuning PID dan optimasi loop, tersedia paket perangkat lunak. Paket perangkat lunak ini mengumpulkan data dan membuat model matematis sistem. Dengan model ini, perangkat lunak menemukan parameter tuning yang optimal dari perubahan referensi.

Struktur pengontrol PID:

Pengontrol PID dirancang berdasarkan teknologi mikroprosesor. Pabrikasi yang berbeda menggunakan struktur dan persamaan PID yang berbeda. Persamaan PID yang paling umum digunakan adalah; persamaan PID paralel, ideal dan seri. Dalam persamaan PID paralel, aksi proporsional, integral dan turunan bekerja secara terpisah satu sama lain dan menggabungkan efek dari ketiga aksi ini bekerja dalam sistem.

Diagram blok dari PID jenis ini adalah sebagai berikut;



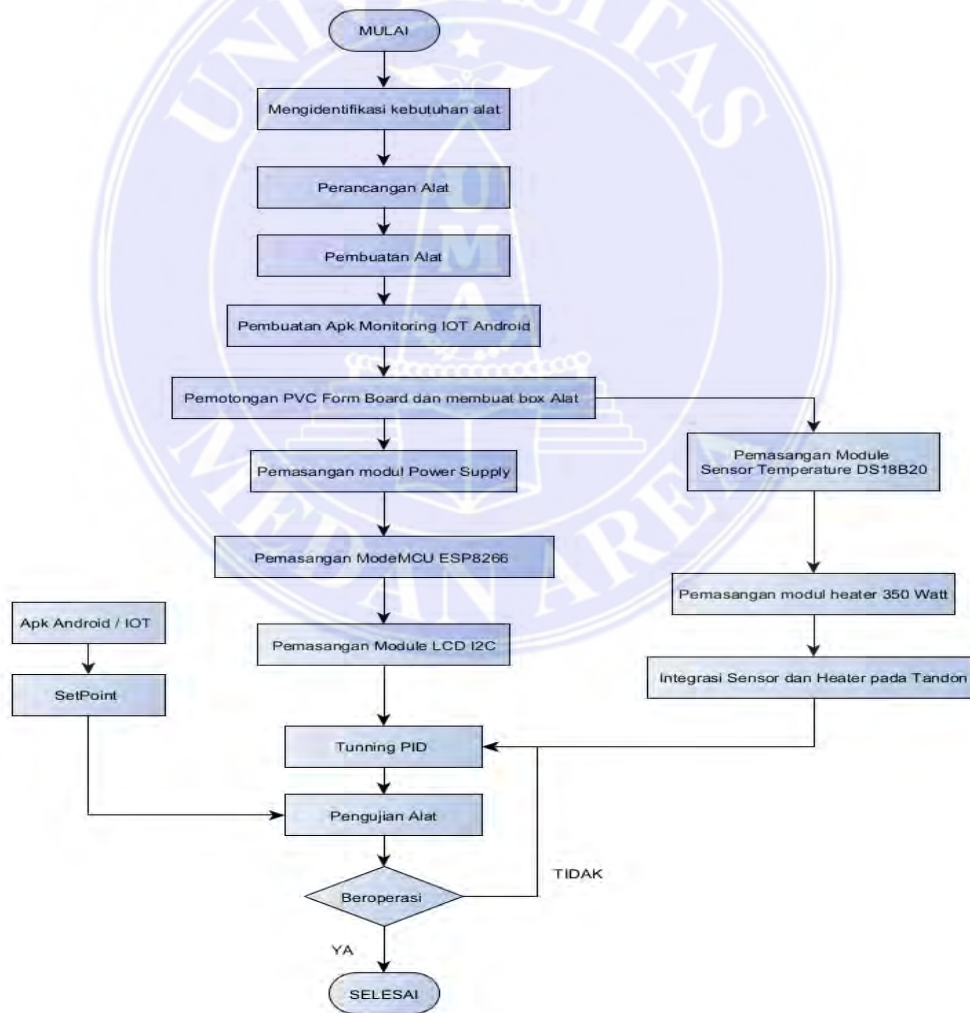
Gambar 2.17 Diagram blok kontroler PID

(<https://abdulelektro.blogspot.com/2019/10/prinsip-kerja-kontroler-pid-untuk-pemula.html>)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini dilakukan beberapa tahap untuk mempermudah pengerjaan dan memperjelas arah penelitian. Gambar 3.1 di bawah ini merupakan flowchar kerangka berpikir peneliti. Berdasarkan flowchat ini peneliti melakukan proses Rancang Bangun Sistem Control Stabilitas Temperatur Air Mandi Bayi Berbasis PID Dengan Sistem Monitoring IOT



Gambar 3.1 : Flowchart Pembuatan Alat

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

3.2.1 Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan di CV Angkasa Mobie Tech. Jl. Sultan Serdang, Dusun II Desa Sena, Batang Kuis 1 Medan Estate, Sumatera Utara

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian yang dibutuhkan dalam penelitian ini kurang lebih 3 bulan, berikut jadwal penelitian:

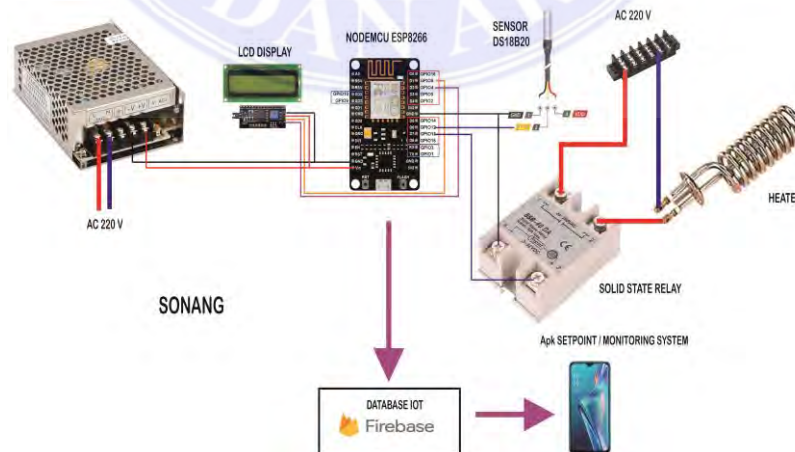
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan

No.	Kegiatan	Bulan ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■								
2	Proposal	■	■	■	■								
3	Menyiapkan Alat dan Bahan		■	■	■								
4	Pembuatan Alat					■	■	■					
5	Pengumpulan Data								■				
6	Analisa Data								■				
7	Seminar Hasil								■				
8	Sidang									■	■	■	■

3.3 Block Diagram

Blok diagram adalah alur kerja sistem secara sederhana yang bertujuan untuk menerangkan cara kerja sistem alat berupa rancang bangun Sistem Control Stabilitas Temperatur Air Mandi Bayi Berbasis PID Dengan Sistem Monitoring IOT secara garis besar berupa gambar dengan tujuan agar lebih mudah dimengerti dan dipahami. Pada perancangan ini Sistem Control Stabilitas Temperatur Air

Mandi Bayi Berbasis PID Dengan Sistem Monitoring IOT, menggunakan sensor temperature DS18B20 yang merupakan sensor dengan single line data, sebagai pembaca temperature air secara realtime. Metode control stabilitas temperature air ini menggunakan PID controller, yang mana PID adalah sebuah metode control system secara close loop, menggunakan feedback sensor sebagai koreksi data, dan heater sebagai output yang dikendalikan secara PWM oleh ESP8266. Tinggi rendahnya nilai temperature air disetting dari Aplikasi Smartphone yang dibuat menggunakan MIT APP Inventor, untuk mengatur besaran setpoint, kemudian dikirim secara IOT ke ESP8266 kemudian mengelolah data setpoint membandingkan dengan data sensor, ketika data sensor dibawah setpoint maka nilai PWM yang dikeluarkan tinggi, mengaktifkan Solid State Relay, kemudian heater mulai aktif memanaskan air. Ketika suhu air mulai mendekati setpoint maka nilai pwm akan dikurangi hingga temperature air stabis di setpoint maka PID akan berhenti. Fungsi control PID dalam system ini yaitu untuk menjaga kestabilan suhu air. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 : Blok Diagram Sistem Control Stabilitas Temperatur Air

3.4. Alat dan Bahan

Spesifikasi alat dan bahan yang digunakan pada rancang bangun Sistem Control Stabilitas Temperatur Air Mandi Bayi Berbasis PID Dengan Sistem Monitoring IOT terdapat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 3.2. Spesifikasi alat dan bahan

No.	NAMA	SPESIFIKASI	JUMLAH
1	Node MCU ESP8266	Microprosesor Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6 Freq Clock up to 240 MHz SRAM 520 kB Flash memori 4 MB 11 b/g/n WiFi transceiver Bluetooth 4.2/BLE 48 pin GPIO 15 pin channel ADC 25 pin PWM 2 pin channel DAC	1
2	Power Supply	Input 200 ~ 240 VAC, output 5VDC, 2A	1
3	LCD 16x2	-	1
4	Module I2C LCD	Power : DC 5V. Support LCD 1602 dan 2004 (LCD 16x2, LCD 16x4) Kontrol pin : SDA dan SC	1
5	Sensor DS18B20	pengukuran suhu dari mulai -55 derajat Celcius sampai dengan +125 derajat Celcius dengan akurasi kurang lebih 0,5 derajat celcius dari -10 derajat celcius sampai +85	1

		derajat celcius	
6	MCB 2A	240 Vac, 2A	1
7	Module Solid State Relay	Input 5 - 32 Vdc, kontak 220 Vac, 40A	1
8	Heater	220Vac, 350 Watt	1
9	Box alat	Hitam	2
10	Terminal block	12 chanel	1 batang
11	skrup	3 mm	24
12	Kertas Stiker	A4	1
13	PVC Foam Board	60 x 80 cm	1
14.	Mandi Bayi Air	5 L	1

3.5 Rancangan Anggaran Biaya

Rancangan anggaran biaya atau biasa disebut RAB adalah upaya yang dilakukan untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu proyek maupun pekerjaan sehingga dapat diperkirakan berapa total biaya yang dibutuhkan hingga selesai. Tabel 3.1 di bawah ini merupakan rancangan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membuat 1 unit Alat .

Tabel 3.3. Spesifikasi alat dan bahan

No.	NAMA	HARGA SATUAN	JUMLAH	TOTAL HARGA
1	Node MCU ESP8266	78.000	1	78.000
2	Power Supply	145.000	1	145.000
3	LCD 16x2	45.500	1	45.500
4	Module I2C LCD	19.500	1	19.500
5	Sensor DS18B20	18.500	1	18.500

6	MCB 6A	37.000	1	37.000
7	Module Solid State Relay	81.000	1	81.000
8	Heater	30.000	1	30.000
9	Box alat	450.000	1	450.000
10	Terminal block	22.000	1	22.000
11	skrup	13.000	1 kotak	13.000
12	Kertas Stiker	1.200	3	3.600
13	PVC Foam Board	221.400	1	221.400
14	Mandi Bayi Air	160.000	1	160.000
18	Dan lain-lain	150.000	1	150.000
TOTAL				1.474.500

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun disertai pengujian alat rancang bangun alat stabilitas temperatur air mandi bayi menggunakan metode PID menggunakan IOT ESP32 menggunakan sensor DS18B20 dapat digunakan dengan baik, serta dapat berguna untuk pembelajaran di jurusan teknik elektro Universitas Medan Area. Rancang bangun prototipe stabilitas temperature air menggunakan metode PID secara IOT, database firebase Hasil pembacaan sensor DS18B20 dilakukan oleh ESP8266 dikirim ke Database Firebase menggunakan koneksi wifi. Hasil data pembacaan sensor DS18B20 akan dikalkulasi Arduino menggunakan metode PID Controller, controller temperature menggunakan metode PID cukup handal, menggunakan metode tuning manual secara realtime. Kecepatan waktu mencapai target tergantung dengan nilai konstanta proporsional, konstanta integral, dan derivatif, respon system ataupun kestabilan system tergantung dengan konstanta ini. Pada alat ini juga dilengkapi dengan motor mini pompa untuk proses pemindahan air setelah suhunya tercapai.

5.2. Saran

Dalam pembuatan alat ini terdapat beberapa kekurangan yang harus diperbaiki, seperti :

1. Perlu adanya penambahan Emi-filter untuk mengurangi gangguan listrik secara fruktatif karena ESP sangat sensitive dengan adanya gangguan tegangan ripple, seperti kejutan tegangan listrik.

2. Meskipun rancang bangun prototype stabilitas temperature air mandi bayi menggunakan metode PID controller terkesan sangat lama karena proses tuning untuk mendapatkan hasil yang bagus, respon yang cepat, dan nilai error yang sekecil – kecil nya. Metode PID cukup handal menjaga kestabilan temperature air.



DAFTAR PUSTAKA

- Agung R. H., Rivai M., Pirngadi H. 2017. Alat Penentu Parameter PID dengan Metode Ziegler-Nichols pada Sistem Pemanas Air. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Kurniawan, W. 2009. Pengendalian Suhu dan Ketinggian Air pada Boiler Menggunakan Kendali PID dengan Metode Root Locus. (Tesis). Universitas Brawijaya
- Rusli, M. 2015. Dasar Teknik Kontrol. Malang : Universitas Brawijaya Press (UB Press).
- Hanafi, A. R. 2016. Sistem Pengendali Kecepatan Mini Steam Turbin Menggunakan Kontroler PI Berbasis Arduino Uno (Skripsi). Universitas Brawijaya
- Willis, M.J., 1999. Proportional-Integral Derivative Control, [URL:http://lorien.ncl.ac.uk/ming/pid/pid.pdf](http://lorien.ncl.ac.uk/ming/pid/pid.pdf).
- Pamungkas, C.A.B., Triwiyatno, A. and Setiyono, B. "Pengendalian pH Air Pada Water Treatment Plant System Menggunakan Metode Kontrol PID". transient, 2(1), pp.145-151,2013.
- Nursyam, M., 2018. "Desain Dan Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Akuarium Laut Berbasis Android". Malang : Universitas Muhammadiyah Malang
- I. H. Akyuz, E. Yolacan, H. M. Ertunc and Z. Bingul, "PID and state feedback control of a single-link flexible joint robot manipulator," International Conference on Mechatronics, pp. 409-414, 2011

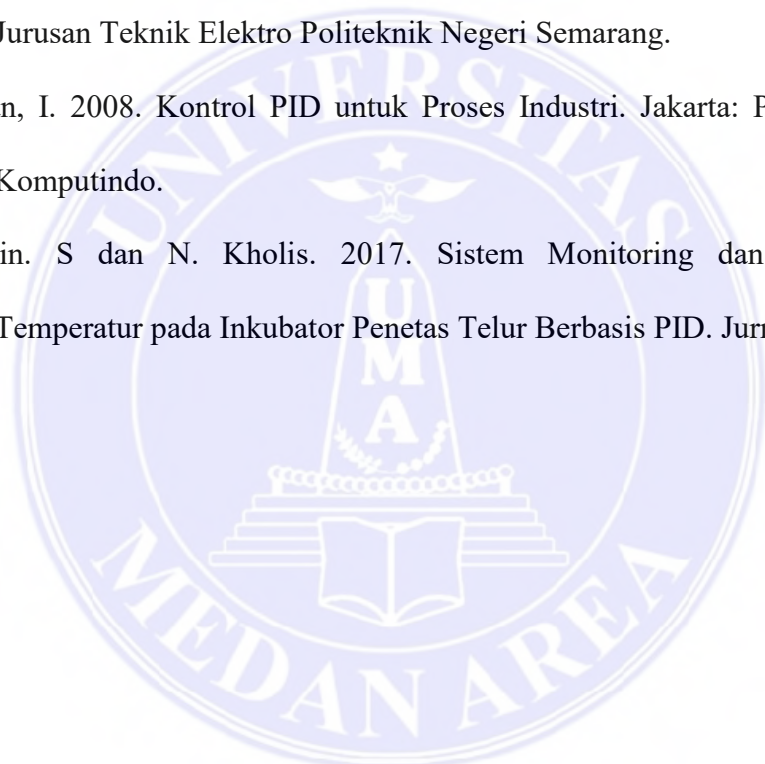
W. D. Chang, "PID control for chaotic synchronization using particle swarm optimization," *Chaos, Solutions and Fractals*, pp. 910-917, 2009.

A. B. Ptil and A. V. Salunkhe, "Adaptive Neuro Fuzzy Controller for Process Control System," *IEEE Region 10 and the Third International Conference on Industrial and Information Systems*, pp. 1-5, December 2008.

Azaria Mutia Suriatmadja. 2013. Modul Kontrol Temperatur Air Berbasis PID Menggunakan Matlab Simulink. Semarang: PSD III Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang.

Setiawan, I. 2008. Kontrol PID untuk Proses Industri. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Shafiudin. S dan N. Kholis. 2017. Sistem Monitoring dan Pengontrolan Temperatur pada Inkubator Penetas Telur Berbasis PID. *Jurnal*.



LAMPIRAN

```

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for LCD
#include <PIDController.h>
#include "ESP32Firebase.h"

#define _SSID "Lavoisier" // Your WiFi SSID
#define _PASSWORD "021220NR" // Your WiFi
Password

//#define _SSID "LAB8TOi_SMKN13" // Your
WiFi SSID
//#define _PASSWORD "Toi87ing" // Your WiFi
Password

#define REFERENCE_URL "https://sonang-project1-
default-rtdb.firebaseio.com/" // Your Firebase
project reference url
//#define REFERENCE_URL "https://sonang-projectpid-
default-rtdb.firebaseio.com/"
#define relay 33

Firebase firebase(REFERENCE_URL);

unsigned long previousMillisGORO = 0;
const long intervalGORO = 1000;

// Objects
PIDController pid; // Create an instance of the PID
controller class, called "pid"

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // I2C address
0x27, 16 column and 2 rows

const int SensorDataPin = 5;

OneWire oneWire(SensorDataPin);

DallasTemperature sensors(&oneWire);

```

```

#define pinSSR 18      // PIN pwm
// ===== PID
MANUAL =====
#define KP 50 // Proportional constant
#define KI 15 // Integral constant
#define KD 30 // Derivative constant
double error, lastError, integral, derivative,
output;

//
=====
=====

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin();
  lcd.init(); //initialize the lcd
  lcd.backlight(); //open the backlight
  pinMode(pinSSR,OUTPUT);
  pinMode(relay,OUTPUT);
  pid.begin();
  pid.limit(0, 255); // Limit the PID output
  between 0 and 255, this is important to get rid of
  integral windup!

  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.disconnect();
  delay(1000);

  Serial.print("Connecting to: ");
  Serial.println(_SSID);
  WiFi.begin(_SSID, _PASSWORD);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print("-");
  }
  Serial.println("");
}

```

```
Serial.println("WiFi Connected");

// Print the IP address
Serial.print("IP Address: ");
Serial.print("http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("/");
digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);

}

//int setPOINT = 40;
String data1, data2, data3, data4, data5;
int Setpoint = 40;
int kpValue = 50;
int kiValue = 15;
int kdValue = 30;
float temperature_Celsius;

void hitungPID() {
    pid.setpoint(Setpoint);    // The "goal" the PID
    controller tries to "reach"
    //pid.tune(50, 15, 30);    // Tune the PID,
    arguments: kP, kI, kD
    pid.tune(kpValue, kiValue, kdValue);
    int outputT = pid.compute(temperature_Celsius);
    //analogWrite(pinSSR, output);
    // Calculate error
    error = Setpoint - temperature_Celsius;
    // Calculate PID components
    integral += error;
    derivative = error - lastError;
    // Calculate PID output
    output = KP * error + KI * integral + KD *
    derivative;
    analogWrite(pinSSR, outputT);
    // Update last error
    lastError = error;
    //delay(20);
}
```

```

void tampildata(){
    sensors.requestTemperatures();
    temperature_Celsius = sensors.getTempCByIndex(0);
    Serial.print("Temperature: ");
    Serial.print(temperature_Celsius);
    Serial.print(" °C ");
    lcd.clear();
    Serial.println(" ");
    lcd.setCursor(0,0 ); // column_index, row_index
    lcd.print("PID :");
    lcd.setCursor(5,0 ); // column_index, row_index
    lcd.print(kpValue);
    lcd.setCursor(9,0 ); // column_index, row_index
    lcd.print(kiValue);
    lcd.setCursor(13,0 ); // column_index, row_index
    lcd.print(kiValue);

    lcd.setCursor(0,1 ); // column_index, row_index
    lcd.print("Act:");
    lcd.setCursor(4,1 ); // column_index, row_index
    lcd.print(temperature_Celsius);
    lcd.setCursor(11,1 );
    lcd.print("SP:");
    lcd.setCursor(14,1 ); // column_index, row_index
    lcd.print(Setpoint);

    if(temperature_Celsius > Setpoint ){
        digitalWrite(relay,HIGH);
        Serial.println(" motor aktif");
    }
    else{
        digitalWrite(relay,LOW);
        Serial.println(" motor tidak aktif");
    }
}

void loop() {
    tampildata();

    firebase.setFloat("sonang-project1/actual",
    temperature_Celsius);
}

```

```

        data1      =      firebase.getString("sonang-
project1/setpoint");
        Setpoint = data1.toInt();
        Serial.print(Setpoint);
        Serial.print(" ");

        data2      =      firebase.getString("sonang-
project1/KP");
        kpValue = data2.toInt();
        Serial.print(kpValue);
        Serial.print(" ");

        data3      =      firebase.getString("sonang-
project1/KI");
        kiValue = data3.toInt();
        Serial.print(kiValue);
        Serial.print(" ");

        data4      =      firebase.getString("sonang-
project1/KD");
        kdValue = data4.toInt();
        Serial.print(kdValue);
        Serial.print(" ");

        data5      =      firebase.getString("sonang-
project1/m1");
        Serial.print(data5);
        Serial.print(" ");

        if(data5 == "1" ){
            digitalWrite(relay,LOW);
            Serial.println(" motor TIDAK aktif");
        }

        if(data5 == "0" || temperature_Celsius >
Setpoint){
            digitalWrite(relay,HIGH);
            Serial.println(" motor aktif");
        }

        hitungPID();
    
```

```
}      delay(500);
```

